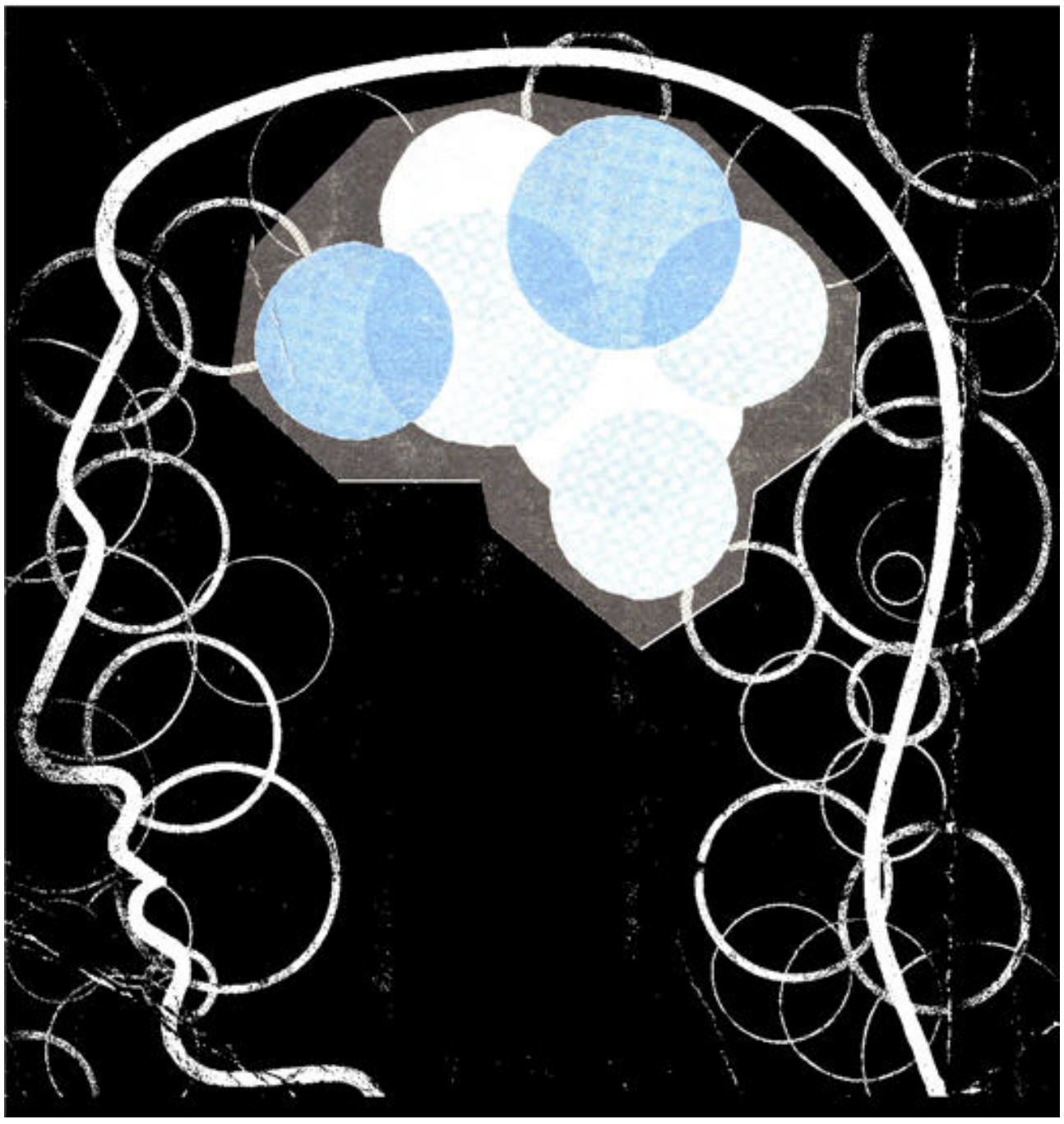
جهان هفت عنصری

م. واسیلیف
ك. استانیوکوویچ

ترجمهٔ:
دکتر نورالدین فرهیخته



جهان هفت عنصری

تألیف
م. واسیلیف؛ ك. استانیوکوویچ

ترجمهٔ : دکتر نورالدین فرهیخته

انتشارات نگاه

انتشارات نگاه

جهان هفت عنصری

م. واسیلیف؛
ك. استانیوکوویچ
دکتر نورالدین فرهیخته
چاپ اول ۵۲
چاپ دوم ۵۹

حق چاپ محفوظ است

پیش گفتار

این کتاب به‌بحث دربارهٔ مهمترین رشته‌های فیزیک مدرن و قوانین مکشوفه‌آن اختصاص‌دارد ودرعین حال به‌طرح تئوریهائی میپردازدکه باید در آینده اثبات شوند وراه‌آدمی را به‌سوی کیهان بازنمایند.

بعضی از رشته‌های دانش بشری مثل هیدرو دینامیک،دینامیک گازها و «تئوریهای مختص به‌انواع انفجار» ونیز میدانهای نیرو مثل حوزهٔ الکترو مغناطیسی وجاذبه وهسته‌ای سبب شده‌اند انسان درفن هوانوردی، موشک‌سازی‌و هیدرو انرژتیک و بالاخره ساختن موتورهای حرارتی بدین حد رفیع دست یابد. مطالعه‌کتاب حاضر درک‌صحیح وعمیق این علوم رامیسر میسازد. مؤلفین برای تفهیم بهتر مسائل علمی امثلهٔ مختلفی ازآنچه روزانه باآنها سروکار داریم برگزیده وبابیانی شیرین وجذاب آنها رابا مسائل فنی ثقیل ودشوار تطبیق ونتیجه‌گیری کرده‌اند. فی‌الجمله نحوهٔ پرواز بین ستارگان درآینده وموشکهای‌فوتونی وطرز شکستن دیوار صوت ازمواردی هستندکه دراین اثر با مثالهای ساده تشریح گردیده وقابل فهم شده‌اند.

در این مختصر کوشش بعمل آمده است تا به‌پرسشهائی ازاین قبیل‌پاسخ داده شود:

ـ آیا سرعتی مافوق سرعت سیر نور وجود دارد؟

ـ آیا بعد چهارم بعدی است محقق

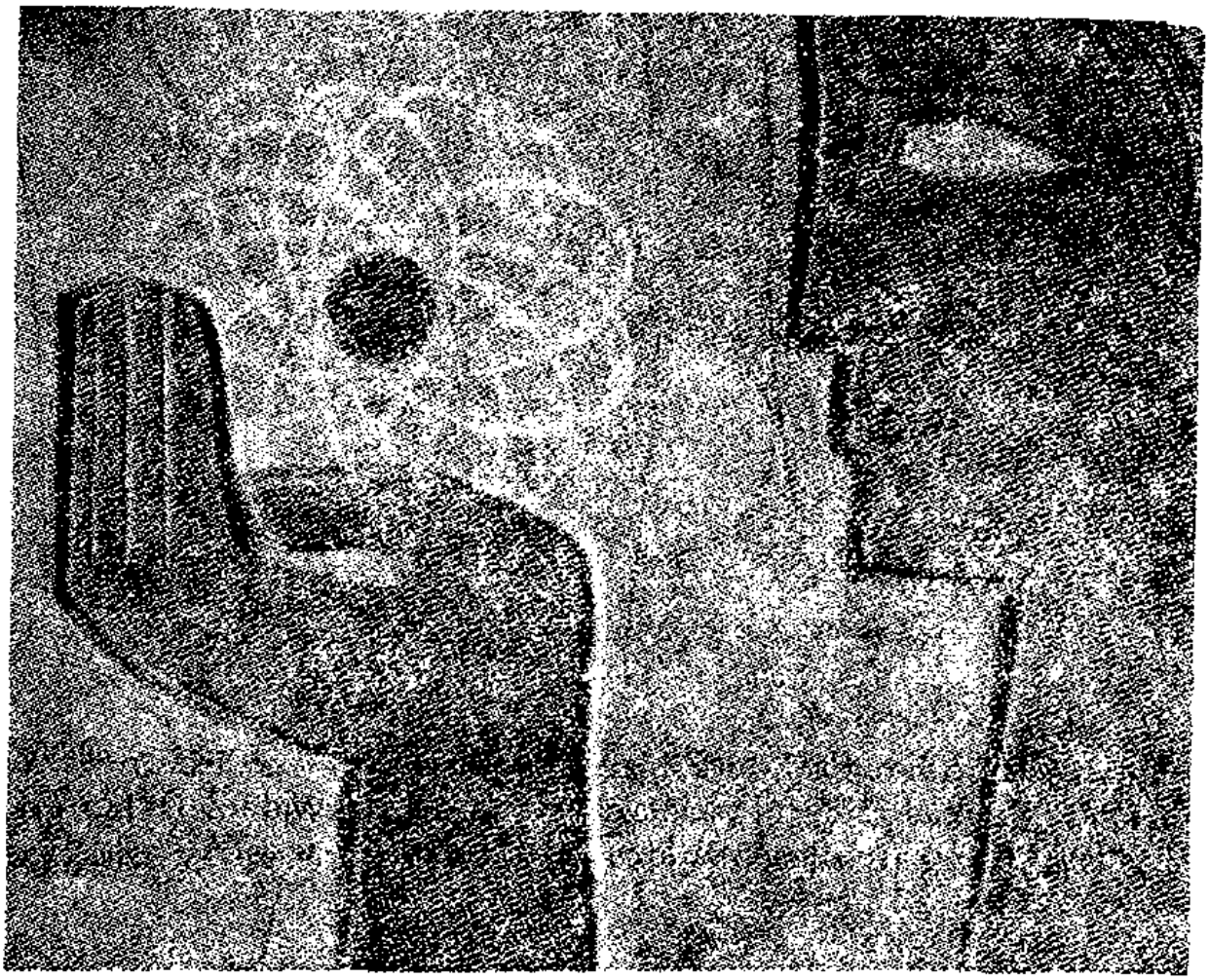
ـ سن اتمهای مادی موجود درعالم چقدر است

وبسیاری چرا وچگونه‌های دیگر که دانش انرژی وماده در راه کشف و برملاکردن آنهاست.

گاهی دراین کتاب بافرضیات وتئوریهائی روبرو خواهیم شدکه هنوز ازطرف‌کلیه دانشمندان جهان مورد قبول قرار نگرفته اند ولی یکی ازمؤلفین اثرکه خود فیزیکدان است امید دارد روزی دانش بشری صحت بسیاری از آنها را مورد تأیید قرار دهد.

مترجم از روسی بفرانسه Marc Bodin

مترجم ازفرانسه بفارسی دکتر نورالدین فرهیخته



تصویری گویا تر ازمقدمه

عالم چیزی جزماده در حال حرکت نیست.... V. L

این است داستانی که تاکنون برآدمی گذشته ومنبعد خواهد گذشت: وقتیکه دریچه کوچکی ازجدار خاکستری مایل به‌آبی موشك‌کیهانی بازشد و فضانوردی ملبس به‌اسکافاندار به‌بیرون پرید فقط بارشته نایلونی نازکی به سفینه متصل بود. این فضانورد در عالم بی‌انتها وفضای نا متناهی غوطه خورد.

او دراطراف خود چه میدید؟ برای نخستین بارچشمش بروی عالمی بازشدکه قبل از اوهرگز کسی توفیق دیدنش رانیافته بود.

کمی دورتر از او پیکر غول‌آسای موشك‌کیهانی با شکل آئرودینامیك آن دیده‌میشد. درانتهایش لوله‌های باریك خروج گاز قرار داشت ودراطرافش آنتن‌های رادیوئی ورادار متعدد مثل شاخك‌های بلند بعضی ماهی‌ها راست ایستاده بودند. دوچشم درخشان‌این ماهی‌عظیم همان چراغهای جلوسفینه‌بودند

که درتاریکی مطلق فضا درخششی خیره کننده داشتند. پنجاه سال بعد این مرکب غریب درنظرمان همانقدر ابتدائی وناقص خواهد بود که امروز نخستین طیارههای ساخته شده از چوب بامبو (Bam-bou) مضحك وابتدائی می‌نماید.

فضانورد نگاهی بسوی زمین انداخت که هنوز از او خیلی دور نبود آنرا چون گوئی آبی رنگ باحدود نامشخص دید که زیبائی حیرت انگیزی داشت ولی هرگز دچاراعجاب نشد؛ فقط احساس غربتی دردناك قلب وروحش را فراگرفت! بلی بهرحال وهمه جا انسان انسان است...

چشمان خود را بسوی خورشید گرداند، این عروس زیبای آسمان با خرمن زرین گیسویش لبخند میزد ولی خرمن گیسوانش پیوسته درکارکاهش و افزایش وتغییر جا بودند ازروی زمین چنین منظره‌ای دیدنی نیست، این گوی زرین وگرم پدر زندگی وحیات در روی کرهٔ خاکی ماست.

تماشای ستارگان لذتی وافر داشت. آن لرزشها وچشمکها دیده نمیشد. اختران چون گویهائی روشن وآرام بودند. بسیاری از صورفلکی قابل رویت ازنیمکره شمالی وجنوبی دیده میشدند دب اکبر عظمتی تحسین آمیز داشت. صورت فلکی صلیب جنوب چنان میدرخشید که چشم فضانورد خیره شد. القصه دورتا دور اورا ستارگانی آرام برنگهای مختلف احاطه کرده بودند.

اکنون دربرابر آدمی فضائی بی‌انتها قرار داشت، فضائی که نه ابتدای زمانی ومکانی دارد ونه چنان انتهائی، هرگوشه ازعالم نوع دیگری است، همه چیز درآن 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 ازیك منظومهٔ خورشیدی است که بسیاردور از مرکز کهکشان بگرد آن درگردش است، دور ازمرکز! بلی دور ازمحلی که مکان خورشیدهای درخشان وعظیم الجثه همجوار است. کره ارض درگوشه‌ای نسبتاً آرام ازعالم بدور خورشیدی با حجم ودرخشش متوسط میگردد. دورتا دور زمین را غلافی نیمه شفاف ازگاز فراگرفته که حتی مانع رویت بسیاری ازپدیدههاست. اکنون باید دید ازچنین گوشه‌ای دور واز ورای پرده‌ای نیمه شفاف میتوان عالم را شناخت؟

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

حدود ده هزارسال درمقیاس زمان لایتناهی‌جزلمحه‌ای به‌حساب نمی‌آید. هنوز بیش ازپانصد سال نیست که‌کره زمین را دور زده‌ایم ومدت زمان بسیارکوتاهی است که، ابتدا مسائل مربوط به‌فضا، سرعت، زمان وروابط بین‌آنهارابطور نظری دریافته‌ایم وروزگار بسیارکوتاهی است که توفیق درك عالم وکشف ماده دست داده است. بدیهی است درچنین مدت‌کوتاهی معرفتی بیش ازاین حاصل نمی‌آمد.

آدمی خیلی چیزها باید یاد بگیرد. هنوز او ازدانش تهی است

شعرا بابیانی دلپذیرستارگان را چشمهای آسمان می‌نامند. هزاران سال است که‌آدمی آنها را تماشا میکند؛ ابتدا باچشم غیرمسلح وبعد باوسایل اندازه‌گیری وزاویه سنجی انفراز اهرام مصر مینگریست وامروزه ازپشت عدسی‌تلسکوپهای غول‌پیکر. آدمی موفق شده است‌ثوابت را ازسیارات تشخیص دهد وگریز سحابی‌های دور را ملاحظه‌کند امواج صوتی حاصله در رقیق‌ترین گازهای بین ستارگان راگوش‌کند

ای فضای نا منتاهی‌آدمی موفق شده تاکنون مصنوع خود را در آغوش تو به‌پرواز درآوردو بادستگاههای‌خودکارازخاك ماه‌نمونه‌برداردوباخودروهائی که از دورهدایت می‌شوند روی ماه‌به‌تحقیقات علمی بپردازد ومکرراً دانشمندان وفضانوردان خاکی را درماه پیاده‌کند وبازگرداند (دوسه عبارت فوق توسط مترجم اضافه شده چون هنگام تالیف‌کتاب هنوز نمونه برداری مکانیکی از خاك ماه، پروازهای موفقیت‌آمیزآپولوها وگردش دراز مدت لوناخودصورت نگرفته‌بود).

آدمی تشنه دانش است، اومیخوهد با کشف‌قوانین طبیعت نیروهای آن را هر روز بیشتر ازپیش بخدمت خود درآورد. انسان راز آفرینش را دریافته وباانتقال آن بسیم پیچ درون لامپ روشنائی ایجاد کرده است؛ او قوانین حاکم برروخانه‌ها ودریاها راکشف‌کرده بااحداث دریاچه‌های مصنوعی و کانال‌کشی‌های لازم صحاری لم یزرع‌را آبیاری‌کرده وشرایط اقلیمی راتغییر داده‌است. آنسان نیروی شگرف‌تحلیل رفتن (Desagregation) اورانیوم رادیوآکتیو را تدریجاً بدست میگیرد وبزودی حرارتی تولید ومصرف خواهد کردکه برابر حرارت خود خورشید است. آدمی درآینده سیارات دیگری

خواهد ساخت وستارگان را جابجا خواهدکرد وشاید روزگـاری نیازمنـد به ایجاد تغییر در شدت تشعشع خورشیدها گردو وقابلیت القای آنر داشته باشد. ای عالم بهوش باش آدمی بزودی سلطهٔ کامل خود را برتو استوار خواهدکرد وکلیه عناصر موجود درتو چون عناصری‌که روی زمین است بخدمـت او در خواهدآمد.

۱

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 پرازآبی را بگردانند و سر آنرا داخل طشتی پرازآب کنند وخود لوله رابطور 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 توریچلی (Torricelli) بود وخود وی موفق شد فشار مذکور را اندازه‌گیری کند ونشان دهد فشار هوامعادل ستون آبی با ارتفاع ده متر یاستون جیوه‌ای بطول ۷۶۰ میلیمتر است فشارجوّ قادر به‌بالابردن جیوه بیش ازهفتصد وشصت میلیمتر نمی‌باشد.

توریچلی لوله‌ای بطول یك متر انتخاب کـرد وآنرا از جیوه پر نمود، سر باز لوله را در طشت پر از جیوه فـرو برد وآنرا بطـور عمودی نگهداشت. مقداری از جیوه به طشت داخل شد و مقـداری در لوله باقی ماند بنابر این در بالای ستون جیوه‌ای فضائی خالـی ایجـاد گردید.

ـ پس فضای یاد شده که توسط جدار شیشه‌ای از بالا و اطراف و ستون جیوه از زیر محاصره شده بود و هوا از هیـچ طریـق در آن وارد نمیشد خلاءِ مطلق بود . . .

از همان زمان یعنی از سال ۱۶۴۳ میلادی این فضای خالـی را که در بارو متر جیوه‌ای (Barometre یعنی‌فشار سنج جیوه‌ای) ایجـاد میشد خلاءِ توریچلی نام نهادند.

ـ امروزه‌اگرخلاء توریچلی‌را خلاء مطلق‌بنامیم هر فیزیکدانی بما خواهد خندید. اگر از این فیزیکدان بپرسیم که اگر فضای خالی توریچلی‌خلاءِ مطلق نیست پس درآن چه هست؟ پاسـخ خواهد داد در درجه اول‌بخار جیوه‌بعد مولکولهای ازت، اکسیژن وحتی گازکربنیك.

ـ اینهمه عنصر از کجا پیدا شدند؟ چگونه در خلا نفوذ کردند؟

ـ از خود جیوه. بله، میدانیم که جیوه مثل هرسیالـی مقـدار قابل ملاحظه‌ای گازهای مختلف در خود حل میکند و وقتی غلظت گازهای مزبور در محیط اطراف آن کاهش یابد از جیـوه متصاعـد و پراکنده‌میشوند... بعلاوه فیزیکدان بماخواهد گفت ایجاد خلاء 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 موشك میغرد و پیکر عظیم آنرا ابتـدا 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. وظیفهٔ ایـن موشـك نمونه برداری از هوای جوّ در ارتفاع سیصد کیلو متری وارسال آن به زمین است.

ـ در نظر اول خیلی ساده است، ابتدا درآزمایشگاهها بالن‌های بزرگ شیردارمیسازیم بطوریکه شیرها کاملا غیر قابل نفوذ باشند بعد درون بالن‌ها را با ماشینهای مکنده تخلیه مینمائیم، در ارتفاعات مورد نظر یك‌دستگاه اتوماتیك شیر بالن‌ها را باز میکند و پس از نمـونـه برداری توسط چترنجات بزمین باز گردانده میشوند (ارتفـاع مـورد نظر در این‌جا همان قشریـونسفـر Ionosphere میباشد). بایـن ترتیب کار نمونه برداری خاتمه می‌یابد. امـا حقیقت ایـنست کـه کـار اینقدرها هم ساده نیست چه تا کنون در روی زمین ما قادر به ایجاد خلائی پیشرفته مثل آنچه در ارتفاع سیصد کیـلومتـری سلطـه دارد نشده‌ایم؛ زیرا هر ماده‌ایکه تا امروز بدست بشر کشف یا ساختـه شده مثل انواع آلیاژ فلزات، شیشه، چوب، پلاستیك 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 محلـول خـود میکنند، این پدیده بی شباهت بیك بطری آب معدنی نیست که یکمرتبه در آنرا بازکرده باشیم. تا وقتیکه 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 ملاحظه‌نمائیم؛ به‌محض‌اینکه دربطری باز شد و فشار اضافی حذف گردید حبابچه‌های گاز بسرعت شروع به خارج شدن مینمایند وچنان بنظر میرسد که‌آب در حال جوشیدن است . فلزی‌که بدنه موشك را میسازد نیز در ارتفاع دویست وپنجاه تاسیصدکیلو متری مثل‌آب معدنی شروع به‌جوشیدن میکند (ازدست دادن حبابچه‌های گاز محلول در آلیاژ). البته شدت این پدیده زیاد نیست لذا اگردرآزمایشگاه حتی با روشهای بسیاردقیق فنی درون بالن شیشه‌ای خلائی نسبتاً پیشرفته وشدید ایجاد نمائیم، این‌خلاءِ لمحه‌ای بیش نخواهد پائید چه سریعا از جدار بالنی که بنظرمان نفوذ ناپذیر میرسدگازهای محلول بدرون‌آن راه خواهند یافت . پس‌نمونه‌برداری در ارتفاعات زیاد کار آسانی نیست. تا کنون دانشمندان توفیق تهیه چنان خلاء بالنسبه کاملی رانیافته‌اند.

متخصصین علم فیزیك برایمان خواهندگفت‌که هربخش از بدنهٔ موشکی که برای تحقیقات اقشار بالای جوبکار میرود از چه مادهٔ استحفاظی پوشش مییابد و ملات لازم که قسمتهای متفاوت را بهم لحیم میکند چیست وچگونه در ارتفاع مورد نظر مخزنی استوانه‌ای شکل که حاوی وسایل اندازه‌گیری و نمونه‌برداری از هواست و دومتر طول وچهل سانتیمتر قطر دارد از محل اتصال شلیك می‌شود و این دستگاه چطور از میان‌توده ابری‌که موشك تولید می‌کند می‌گذرد. یقین است مخزن مزبور نیز از خود گازهائی آزاد می‌کند ولی بسیار کمتر از آنست که از موشك ساطع می‌شود وچون هاله‌ای‌آن را دربرمیگیرد.

اکنون به روشنی در یافته‌ایم که خلاءِ توریچلی خلائی است مشروط و قراردادی. پس در بالاتر از سیصد کیلومتر ازسطح زمین چه خبر است؟ بالاتر از هوائی‌که موجدوتولید کننده هفتصد و شصت میلیمتر فشار بر جیوه می‌باشد.

حالا باتفاق یکدیگر به تحقیق دربارهٔ حد فوقانی جو وامکان وجود خلاء مطلق میپردازیم وقتی با بالن‌تحقیقاتی به ارتفاع بیست تا سی کیلومتری از سطح زمین میرسیم باید دریچه‌ها ومدخل‌آن بسیار محکم بسته باشد وهیچ منفذ نداشته باشد چه ازهشت ـ ده کیلومتر ببالا رقت هوا بحدی است که امکان اختناق وجود دارد.

البته بدیهی‌است که‌صحبت‌ازخلاء درچنان‌ارتفاعی‌مضحک‌مینماید. صعود بالن‌تحقیقاتی تاارتفاع‌یاد شده‌عمودی است مثل‌چوب پنبه‌ایکه‌از قعر رودخانه به‌سوی سطح‌آب بالا بیاید، علت‌آنهم وزن‌مخصوص اندك چوب‌پنبه‌نسبت‌به‌آب‌است. وسایل‌تحقیق تاارتفاع‌سی‌الی چهل‌کیلومتری جوّعبارتنداز بالن‌های دیگری‌بنام‌بالن‌سند (Ballon-Sonde)ورادیو سند(Radio-Sonde). مطالعه‌نشان میدهدکه‌درچنان‌ارتفاعاتی‌نیزهوا بحدکافی‌وجود دارد لذا جوّغلیظ در آنجا حاکم‌است. بهمین‌دلیل درآن ارتفاعات‌است‌که ابر به‌وفورمی‌توان دید. بلندترین ابرهادر۸۲کیلومتری سطح زمین تشکیل می‌شوند، این‌ابرها راابرهای نقره‌ای می‌نامیم. کمی بالاتراز آن‌یعنی صدتا صد وبیست‌کیلومتری حوزهٔحکومت شهابهاست. هرشهاب‌منتجهٔفوق‌العاده مغلق‌اعمال‌اثرات متقابل‌جسمی‌باباراالکتریکی و جوی است که آن‌را محاصره می‌کند بشرطی که جسم مزبور با سرعت زیاد با جو تماس حاصل کند. بهر حال پیدایش شهابهای ثاقب

درارتفاع یکصدوبیست کیلومتری ثابت می کندکه در آنجاهم خلاء نیست.

شفق قطبی یانورقطبی :

شفق قطبی پدیده‌ایست که‌در بالاترین اقشارجوّ واقع می‌شودمحل حدوث آن گاهی یکهزار تایکهزار ودویست کیلومتری سطح زمین است.

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

بوسیلهٔ موشکهای بلند پرواز واقمارمصنوعی اطلاعات فوق‌العاده جالبی بدست آورده‌ایم. ثابت شده است که جوّ حد ومرز مشخصی نداردوگاهی درارتفاع دوسه‌هزارکیلومتری سطح خاك نیز جای گازهای بین ستاره‌ای را می‌گیرد.

همراه مطالعهٔ این کتاب بایستی به سفرهای کیهانی متعددی دست بزنیم. کسانیکه برای درك علل پدیده‌ها کنجکاو نیستند یا ازخطرات چنان سفرهائی می‌ترسند بهتراست همین حالاکتاب رابسته به‌گوشه‌ای بیندازند ، اما برای دیگران سفینه‌ای افسانه‌ای تدارك دیده‌ایم که می‌تواند سرنشینان خود را در هر لحظه بهرنقطه از عالم برساند و باز گرداند. موتور این موشك موتوری است تصوری وبر پایه دانش امروز وفن پیشرفته عصر حاضر طرح ریزی‌گردیده. سوخت آنرا تئوریها و فرضیات دانشمندان تأمین کرده است.

شفق قطبی: درشبهای آرام وصاف قطب شمال نور بسیارزیبائی‌فضای آسمان را روشن می‌کند. این‌نور رنگارنگ از اکسیژن یونیزهٔ نواحی بسیار بالای جو ایجاد می‌شود.

درون اطاقك فرماندهی سفینه جا می‌گیریم و حرکت می‌کنیم، لحظه‌ای می‌گذرد سه هزار کیلومتر از زمین دور شده‌ایم. مدتهاست‌که جو غلیظ زمین را پشت سر گذارده‌ایم.

اما... دستگاه سنجش ذرات حاوی بار الکتریکی که درسفینه نصب شده نشان می‌دهد که‌دراین محل از فضامقدارمتنابهی ذرات حاوی بار الکتریکی مثبت یا پروتون (Proton) پراکنده است انرژی‌آنها از چند صد میلیون الکترون ـ ولت تجاوز می‌کند. بنابراین درنقطه مزبور هم‌خلاء واقعی نیست. ذرات ابتدائی حاوی‌بار الکتریکی بصورت سه‌کمربند سیارهٔ ما را احاطه کرده‌اند وخود اسیر چنگال نیرومند حوزهٔ‌الکترو مغناطیسی زمین‌اند. جهت حرکت آنها در امتداد خطوط نیروی الکترومغناطیسی‌است وچنانست‌که‌گوئی‌به‌خطوط نامرئی‌مزبور چسبیده‌اند.این صحنه‌ایست‌که درحلقه درونی‌یا زیرین‌ملاحظه می‌شود.

کمربند الکترونیك خارجی از ذرات با انرژی کمتر تشکیل شده وبار الکتریکی آنها درحدود دهها هزارالکترون ـ ولت است. چنین بنظر می‌رسد ذرات یاد شده ازخورشید جداگردیده یا ازفضای بیکران به اطراف زمین هجوم‌آورده‌اند. اما طبق فرضیات دانشمندان درحلقهٔ زیرین پرتونهای باردار که‌آنها را رادیوتون (Radioton) نیز می‌نامند به نحو دیگری ایجاد شده‌اند.

پیوسته بهمنی عظیم از اشعه کیهانی به فوقانی‌ترین طبقات جوّ برخورد می‌کند، تصادم ذرات موجود در اشعه کیهانی‌که باسرعتی بسیار درحرکت‌اند با اتم گازهای جو موجب جدا شدن هسته یعنی پروتون از الکترونهای اطرافش می‌گردد. حاصل چنین تصادمی غیر از پرتون

والکترن‌مقدار قابل توجهی نوترون (Neutron) است. نوترونها در پرواز آزاد خود در طبقات بسیار رقیق فوقانی جونه با ذرات دیگر برخوردمی‌کنند ونه‌بعلت بارالکتریکی درحوزه‌های الکترومغناطیسی اسیر می‌گردند،

نوترون از لحاظ بارالکتریکی خنثی است بهمین جهت حوزه الکتریکی برآن کوچکترین اثر ندارد. اعمال اثر متقابل‌آن با حوزه مغناطیسی‌نیز فوق‌العاده ضعیف است، بهمین دلیل نوترون می‌تواند در سیر وپرواز خود آزادانه درفضای نا متناهی پرواز کند.

از سوی دیگر باید دانست‌نوترون ذرهٔ ناپایداری‌است وجاودانه نمی‌تواند به موجودیت خود ادامه دهد. درحد معینی ازعمر خود که بطور متوسط ۱۱٫۷ دقیقه است یك نیمه از آنها تجزیه شده ودو ذرهٔ ابتدائی پروتون و نوترینو (Neutrino) ایجاد می‌نماید. اگر این تجزیه موقعی صورت بگیرد که نوترون در پرواز آزاد خود از حوزه مغناطیسی زمین‌خارج نگردیده است‌خودنوترینو نیز به‌دوجزء پروتون بدل میشود وچون‌پروتون حاوی بار الکتریکی است با حوزه الکترو مغناطیسی‌زمین‌وارداعمال‌اثرمتقابل‌شده‌حلقه‌زیرین‌رادیوتون‌رامی‌سازد.

می‌توان باایجاد انفجارات اتمی درون این کمربند یادرنزدیك آن شدت آنرا زیادتر کرد چه هنگام انفجار اتمی مقدار فوق‌العاده زیادی نوترون‌آزاد می‌شودکه حتماً بخشی‌ازآن به پروتون مبدل شده در کمربند زیرین اسیر می‌گردد. البته درانفجارات اتمی خارج جو ذرات ابتدائی باردار دیگری نیز تولید می‌شوند که ازچنگال حوزه الکترو مغناطیسی زمین خلاصی ندارند.

تا این اواخر یعنی قبل ازاندازه‌گیری شدت واقعی اشعه‌کیهانی ومیزان اثر کمربندهای یاد شده دانشمندان نگران این بودند که مبادا مسافرتهای کیهانی با اشکال مواجه شود. خوشبختانه امروز دیگر این نگرانی وجودندارد البته فضانوردان بایستی خیلی سریع از منطقه کمربندهای حاوی ذرات باردار عبور نمایند.

سومین حلقه یاکمربند بیرونی گرچه وجودش محقق است ولی درمورد چگونگی پیدایش وعلل آن دانشمندان هماواز نیستند.

مدتهاست که دانشمندان کرهٔ زمین را به‌گردوی درشتی تشبیه کرده‌اند که پوستهٔ نازکی هوا آنرا دربرگرفته است. اما امروز بخوبی می‌دانیم که چنین نیست چه‌ضخامت جوّ با صدها کیلومتر سنجیده نمی‌شود بلکه صحبت از هزاران کیلومتر است و دامنهٔ آن آنقدر امتداد می‌یابد که باگازهای بین ستارگان مخلوط می‌شود. اما این‌همهٔ

بیان ریاضی

برای خوانندگان صاحب ذوق درکلیهٔ فصول یك سلسله پاورقی بزبان ریاضی جهت تکمیل اطلاعات عرضه خواهد شد. البته در این زمینه خواهیم کوشید بافرمولها وتناسبات ساده پاره‌ای ازقوانین حاکم‌برعالم رابیان نمائیم، جزئیات ریاضی ونحوهٔ اثبات آنها ارائه نخواهد شد چه نتایج‌کلی ومفاهیم اساسی‌آنها درمتن کتاب‌آمده است. امااز روی فرمولهای عرضه‌شده خوانندهٔ علاقمند خواهد توانست حساب‌کند که فی‌المثل درموشکهای فتونی (Fotonique) آینده چقدر جرم مصرف خواهد شد تا سرعت مورد نظر حاصل آید یا چگونه سرعت به‌نسبت تغییر فشار گازهنگام جابجا شدن در فضا بعلت انفجار تغییر می‌کند یا اجرام سماوی بچه نحو برروی یکدیگر اثر میگذارند وچگونه همدیگرراجذب می‌نمایند وقس علیهذا.

آنچیزی نیست که باید گفته شود. می‌دانیم کرهٔ زمین در محاصرهٔ ابرهای عظیم تشعشعی وذرات ابتدائی مستقر روی خطوط نیروی الکترومغناطیسی است که چون نگینی زمین را دربر گرفته‌اند. بنا براین هاله اطراف زمین که واقعاً پنجاه هزارکیلومتر قطر دارد دیگر اجازهٔ چنان تشبیه‌بلامشبه‌گردو وپوستهٔ نازك‌را نمی‌دهد. در واقع توده عظیمی از گازهای یونیزه باید درنظر گرفت که فقط هسته کوچك جامدی دارند.

اخیراً یکی از دانشمندان شوروی بنام آستاپوویچ (I- Astapowitch) موفق به‌کشف توده‌گازهائی در اطراف زمین

تفسیرهای ریاضی این کتاب خواننده را یاری خواهد کرد تا عمیق‌تر «جهان هفت عنصری» رابشناسد وبه اومدد خواهد داد مقالات وکتابهای علمی دیگر را بخواند ودرك کند ومطالب خود کتاب رابهتر بفهمد.

اشعهٔ کیهانی ازکجا می‌آید؟

هنگام تخلیه‌الکتریکی درهرمحیط فوراً ذرات‌باردار(حامل‌الکتریسته مثبت و منفی) بوجود می‌آیند و ملاء مادی مذکور مبدل به چیزی می‌گردد که اصطلاحاً پلاسما (plasma) خوانده می‌شود. بمحض پیدایش‌پلاسما فوراً حوزهٔ الکترو مغناطیسی برقرار می‌گردد.

اگر قابلیت هدایت پلاسما زیاد باشد درحال استراحت در محیط مادی یاد شده تنها حوزهٔ مغناطیسی پدید می‌آید. اگردرهمان ملاء حرکت هم‌اضافه شود حوزهٔ الکتریکی هم بآن‌ضمیمه‌می‌گردد.

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

شده است کـه در جهت مخالف حرکت خورشید بدورهسته کهکشان درگردش‌اند. این تودهٔ گازکه به‌قطاری طولانی شبیـه است در اثر فشار اشعهٔ نورانی از ذرات گرد و گاز طبقات فوقانی جوّ حاصل می‌گردد. پس اینهم سازمان وتشکیلات عظیم دیگری در طبقـات بظاهـر آرام گاز اطراف سیارهٔ ما می‌باشد.

حالا چه باید کرد؟ موتورهای موشك خود را روشن می‌کنیـم و از ابرهای تشعشعی محیط برکرهٔ زمین خارج می‌گردیم. درچند دقیقه صدها هزار کیلومتر از کره ارض دور می‌شویم؛ حتی کرهٔ ماه راپشت سر می‌گذاریم، این قمر طبیعی نه‌پوششی ازگاز دارد نه‌حوزهٔ الکترو-مغناطیسی، البته درفاصله یکصدهزار کیلومتری این کـره مقـداری ذرات یونیزه کشف شده است. علـت آن چیسـت؟ شایـد یـونسفـر (Ionosphere) مختص ماه باشد کـه ذرات موجـود در آن دهها الکترون ولت انرژی دارند. بهرحال از این منطقه می‌گذریـم چـه برای یافتن خلاء مطلق هرچه از اجرام‌سماوی بزرگ دورتر بهتر.

صدها هزار کیلومتر از زمین دور شده‌ایم اما اینجاهم بعـکس

محاسبه می‌شود:

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

در این فرمول P میزان فشار درونی و H شدت حوزهٔ مغناطیسی است. نتیجهٔ فشار مزبور ایجادانرژی است. در واحد حجم انرژی مزبور برابراست با

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

تصور ذهنی خلاءِ مطلق نیست بلکه مثل خـلاءِ توریچلی خلائی است نسبی.

ابزارهای علمی ثابت می‌کنندکه فضای بین سیارات راگازرقیقی انباشته است و درهر یك سانتیمتر مکعب‌آن بیش از یکصد مولکول مادی یافت می‌شود. بنابراین اگر آنجارا خلاء بدانیم خطاست.

اگردرفاصله‌یاد شده هیچ‌مولکول مادی یافت‌نمی‌شد می‌توانستیم آنجارا خلاءِ مطلق بنامیم؟ البته خیر؛ زیرا چگونه می‌تـوان از خلاءِ مطلق صحبت کرد درحالیکه در آن نقطـه مفروض اشعـهٔ خورشیـد و ستارگان وجود دارند گرچه بعد مسافت از شدت اشعهٔ مزبور میکاهد،

لذا فلوی اشعهٔ مرئی (Flux) اشعهٔ ایکس، اشعه‌مادون قرمز ، اشعهٔ مافوق بنفش و نیز فلوی مناطق مختلف طیف الکتـرومغناطیسی که همه مادی هستند در آن محل موجوداند. همهٔ اینها مثل فتون نور که دسته دسته ساطع می‌گردد وهر ذرهٔ فتـون سرعت وانـرژی دارد، قابل ملاحظه واندازه‌گیری مـی‌بـاشند (مـلاحظه وسنجـش توسـط

اما درهمین واحد حجم مادی انرژی حوزهٔ الکتـرومغناطیسـی از فورمـول مقابل بدست می‌آید

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

در این فرمول E عبارت است از شدت حوزه الکتریکی وسایرعناصر فرمول همانست که دربالاشرح داده شد.

ذرات ابتدائی چه درفضا وچه در محیط‌آزمایشگاهها سرعتی سرسام‌آور بدست می‌آورند گاهی حرکت آنها بحدی سریع است‌که نزدیك سرعت سیر نور می‌باشد.

دستگاههای علمی وفنی). باین ترتیب می‌توان گفت فضا لاینقطع و از جمیع جهات معبرپایان ناپذیر فلوی ذرات حاوی‌انرژی است‌درچنین اوضاع واحوالی چگونه می‌توان صحبت از خلاءِ کرد.

البته تنها این ذرات نیستند که فضا راانباشته‌اند، حوزه فوق‌العاده نیرومند جاذبه رشته‌های نامرئی بین اجرام سماوی برقرار می‌کنند. در فصول بعد این‌کتاب بسیار از این نیروی اسرار آمیزسخن خواهیم راند ولی فعلا بهمین عبارات بسنده می‌کنیم که «حوزه جاذ به درهمه جا وجود دارد. ازکوچکترین ذره مادی تاعظیم‌ترین خورشیدها اسیر چنگال آنست. بعبارت دیگر هرجرم مادی این نیرو را برجرم دیگر اعمال می‌کند وآن را بطرف خود می‌کشد.»

سفینه کیهانی، ظاهراً درفضا بی‌حرکت مانده، البته‌این ظاهرامر است چه روی مداری بیضی شکل بدورخورشید می‌گردد وچون خودما با سرعت موشك حرکت می‌کنیم بنظر ساکن می‌رسد.

موتورهای موشك ابتدا چنان‌سرعتی به دستگاه داده‌اند که از زنجیر جاذبه زمین رهائی یافته است. هرآینه اعمال اثر متقابل‌نیروی جاذبه زمین وخورشید وسایر سیارات درمیان نمی‌بود سفینه‌ما بخط مستقیم بطرف بی‌نهایت پرواز می‌کرد،اما نیروی جاذبهٔ عظیم خورشید مسیر حرکت سفینه را ازخط مستقیم منحرف کرده وآنرا روی مدار بسته‌ای بدورخورشید بگردش درآورده است. خوشبختانه سفینه کیهانی ما که زائیدهٔ خیال‌است ذخیره بی‌پایان مواد سوختنی دارد لذا قادر است در هرلحظه دلخواه زنجیر جاذبه خورشید را نیز بگسلد و براه خود ادامه دهد!

سخن از نیروی جاذبه خورشید بمیان‌آمد. این را می‌دانیم که نیروی مذکور جز بااعمال اثر دو جرم مادی بریکدیگر تحقق نمی‌یابد. خلاءِ بمفهوم مطلق قادر به ایفای نقش واسطه درانتقال هیچ نیروئی نیست، بنابراین محیط بین سیارات پرازعنصری مادی است‌که آنرا جاذبه می‌نامیم.

ابزارهای دقیق سفینه درفضای بین سیارات باذرات مادی مواجه می‌شوند که درتمام‌جهات پراکنده‌اند. صحبت ازعنصر مادی دربارهٔ آنها قدری دشوار است چه هریك ازآنها که به‌تنهائی مورد تدقیق قرار گیرند هستهٔاتم عنصری است که در جدول طبقه‌بندی عناصر مندلیف (Mendeleèv) جای مخصوصی بخود دارند. خاصه در آنجا هسته هیدروژن وهلیوم فراوانست گرچه هسته اتمهای فلزات سنگین مثل آهن ونیکل نیز نادر نیستند ذرات مزبور با سرعتی برابر سرعت نور درحرکت‌اند واین همان چیزی است‌که اشعه کیهانی نامیده می‌شود این ذرات نیز درپر کردن فضای بین سیارات سهم بسزائی دارند.

گازهای بین‌سیارات، فلوی‌فتونها، فلوی اشعهٔکیهانی‌که‌با سرعتی شگرف درحرکت‌اند حوزهٔنیروی جاذبه وحوزه‌های الکترومغناطیسی در فضای بین سیارات ملغمه‌ای ساخته‌اند آیا چنین محیطی را خلاءِ توان نامید؟

خیلی دورتر از زمین وخورشید مدارات نپتون وپلوتون قرار دارند که بروی آنها دو سیاره گردش خود را در سینهٔ تاریك فضا ادامه می‌دهند

موتورهای موشك تصوری ما نعره می‌کشند! زنجیر جاذبه

خورشید گسسته است ، ایـن طشت زرین بسرعت درنظرمان کـوچك می‌شود . خوب ! حالا دیگر گوئی طلائی نیست بلکه همسان یکی از ستارگان درخشان آسمانست .

حالا بدنبال خلاء بگردیم . ابزارهای بسیارحساس سفینه رابکار بیندازیم ، آنچه این دستگاهها بما اطـلاع میدهند بی بـرو برگرد صحیح است .

ـ درآن محل نیزمولکولهای انواع گاز وجود دارد،البته‌تعداد مولکولها درهر سانتیمتر مکعب‌کمتر ازآنست‌که درفضای بین سیارات دیدیم ولی‌تعداد الکترونهای آزاد بسیار است .

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

ـ فتونهای‌نور با ذخایر انرژی متفاوت (راجع به علت اختلاف انرژی فتون نورانی بعـد صحبت خواهد شد) در آنجا به تاخت و تاز مشغول‌اند .

ـ من در چنان جائی فشار نیروی جاذبه ستارگان دور و هستهٔ متراکم کهکشان رانیز احساس می‌کنم .

ـ تشعشع بسیار نیرومند اشعهٔ‌کیهانی‌که آنقدرها شدتش از شدت اشعهٔ بین سیارات کمتر نیست بسادگی قابل تشخیص می‌باشد .

تااین مرحله نیازی به تقویت دستگاههای گیرنده و سنجش و کنتورهای مختلف سفینه‌برای استنباط ملاءِ مادی احساس نمیشود.

بازبه‌سرعت‌سفینه‌می‌افزائیم‌وآنرابه‌پیش‌میرانیم،پیش‌میرانیم تااز کهکشان‌خودمان‌که‌محل‌استقرار منظومه‌شمسی تاحاشیهٔ‌آن‌سی‌هزارسال

نوری است خارج گردیم بدیهی است برای اینکه شعاعی نورانی که ازاجرام منظومهٔشمسی ساطع می‌گردد ازکهکشان خارج شود سی‌هزار سال نـوری وقت لازم است . تنها مـوشکهای خیالی قادر بـه چنان پروازهائی هستند .

ماباچنان سفینه‌ای پروازمی‌کنیم واکنون ازخودکهکشان‌خارج گردیده ودر فضای بین‌کهکشانها سرگردانیم . ابری نورانی بادوبازوی تاب‌خورده تصویر دورکهکشان ماست. بهرنقطه دیگرفضاکه نگریسته شود همانند این ابر درخشان رامیتوان‌دید. این‌ابرها خورشید نیستند بلکه هر کدام کهکشانی هستند که بعلت بعد مسافت درخششی ستاره مانند دارند .

ستارهٔتنها درفضای بیکران‌نادراست قاعدتاً ستارگان درکهکشانها متمرکز میگردند و ماازاستفاضه ازنور وگرمای مطبوع آنها درفضای بین‌کهکشانها محرومیم .

دستگاههای آزمایش را بکار انداخته روی حـداکثر حساسیت میزان می‌کنیم . گرچه حرکت عقربه‌ها مختصر و نزدیك به‌صفر است ولی درهرحال حرکتی در آنها هست وباهمین ابزارها میتوان دریافت که درفضای یادشده عناصر زیر وجود دارند .

ـ اتم ویون عناصر و مواد مختلف.

ـ امواج الکترو مغناطیسی‌که ازکهکشانهای دورمی‌رسند .

ـ امواج کیهانی‌که ازکهکشانهای دور ساطع میگردند .

ـ نیروی جاذبه‌اندك کهکشانهاکه‌بعلت دوری سنجش‌آنها دشوار است ولی‌بهرحال وجود آن محقق است .

ممکن است ابزارهای آزمایش نیروهای دیگری راکشف‌کنند. جدیدترین مطالعات روی شکل‌کهکشانها ثابت کرده است تنها نیروی جاذبه‌نمیتواند بیان‌کننده ومفسرشکل‌سازمانی‌آنهاباشد. ستاره‌شناسان باروش فتوگرافی اثبات کرده‌اندکه اکثرکهکشانها بایك رشته خورشید که‌چون دانه‌های زنجیردنبال هم‌قرار دارند بهم‌متصل‌اند. حتی‌گاهی‌با چشمان غیر مسلح میتوان بعضی از خورشیدهای مزبور رادید. در کهکشانهای نزدیك بهم ملاحظه می‌شودکه هریك دمی داردکه درجهت مخالف دم دیگری پیچ‌خورده مثلا اگردم یکی‌درجهت عقربه‌های‌ساعت باشد دم دیگری خلاف جهت عقربه‌های ساعت است. در اینجا دیگر صحبت ازجاذبه درمیان نیست بهتراست آنرا نیروی دافعه بنامیم.

دانشمندان حین مطالعهٔ ذرات ابتدائی و هسته‌اتم در یافته‌اندکه نیروی مسلطه نیروی هسته‌ای است. در زمینهٔ ذرات درشت تر یعنی مولکولها وکریستالها نیروی حوزهٔ الکترو مغناطیسی مهمترین عامل بشمار میرود. باز در مقیاس اجسام بزرگتر نیروی جاذبه نقش اساسی بازی میکند وتحت اثرآنست که اقمار بدور سیارات و سیارات بدور ثوابت درگردش‌اند. کمیت‌جدید همیشه کیفیت جدید میآفریند. چرا نمی‌توانیم چنین اندیشه کنیم که درمقیاس و میزان اجرامی بعظمت کهکشانها جهش‌کیفی صورت گرفته است. چرا نباید گمان کردکه در فضای بین‌کهکشانهاعناصر وعوامل وحوزهٔ نیروهای دیگری وجوددارد که باابزارهای اندازه‌گیری ماقابل سنجش نیستند.

ازطرف دیگرچگونه میتوان‌کیفیت وجودی‌کهکشانهای دم دار راتفسیر کرد چه‌درآنها تقارن کروی مثل آنچه در حوزه نیروی ثقل و

جاذبه مطرح است‌وجود نداردبلکه باید سخن ازتقارن استوانه‌ای‌گفت (می‌دانیم‌که عقربه قطب نما همیشه دوقطب دارد) .

بهرحال ما در فضای بین کهکشانها نیز بـه خـلاءِ مطلق دست نیافته‌ایم .

سفینه، این‌توسن بی‌آرام مارا بـه کجا میبرد ؟ آیا آنچه راکه می‌خواهیم یعنی خلاءِ مطلق رابالاخره درجائی خواهیم یافت ؟

فی‌الحال نمیدانیم‌درکدام گوشهٔ عالم لایتناهی مکانی‌میتوان‌یافت که‌آنجااثری‌ازکهکشان‌نباشد.ساختمان‌عالم ناهمسان (Heterogène) است . اگربطور قرار دادی یك جهت کیهان را این سوی عالم بنامیم خودبخود عالم سوی دیگری نیزخواهد داشت .

دراین‌سوی‌عالم تعدادکهکشانها خیلی‌بیشترازسوی دیگرآنست، اماهیچ نقطه‌ازعالم نیست‌که در آن وجود ماده محقق نباشد . این امر دلیل دیگری هم دارد و آن اینست‌که نفس فضا شکل غیر متعینی از ماده است .

فضانیست مگر وقتی با ماده رابطه دارد ، بدون مادِه فضاکلمه‌ای خالی از مفهوم است .

با وجود این ماده اشکال گوناگونی دارد ، جامد ، مایع ، گاز و پلاسماکه از آن جداگانه سخن خواهیم گفت و نیز حوزه‌های الکترو مغناطیسی ، جاذبه ، هسته‌ای و نیز اشعهٔ کیهانی که آمیزه‌ای ازماده و حوزه‌های نیرو میباشند. پس تنها این‌باقی‌میماندکه اسرارماده ونحوهٔ مبدل شدن صورآن و اشکال گوناگونش رادریابیم . البته‌تا اینجابسیار دانستنی‌ها می‌دانیم .

درسیر وسفر باسفینهٔ خیالی هرگـز خلائی نیافتیم پس باید باین سؤال پاسخ دهیم که عالم از چه چیز ساخته شده است؟ محتوای این فضای نامتناهی چیست؟.

عناصر طبیعت

اگر ازکوه نشینی سؤال شود که بنظرشما علامت مشخصهٔ زمین چیست؟ خواهد گفت:

ـ کوهها؛ قلل‌پوشیده‌ازابر، رنگهای زنده وزیبای چمن‌زارهای کوهستانی، رطوبت دلپذیری‌که ازسیلابهای خروشان درتاریکی‌شبهای مه‌گرفته برمیخیزد وچهره رانوازش میدهد.

ـ کوه‌نشین‌خواهدگفت: زمین صحرای‌بیکرانی‌است‌که باخط‌افق محدود می‌شود. ساقه‌های خشك گیاهانی‌که با باد میلرزند و نهرهای آرامی‌که باجریان آرام به رودخانه‌ها می‌ریزند.

برای‌کیهان نوردی‌که اهل‌کرهٔ زمین نباشد، هنگامیکه به‌زمین نزدیك می‌شود وگوی مدور مه‌گرفته رابرای اولین‌بار ملاحظه می‌کند هیچکدام ازسخنان کوه‌نشین مفهوم نمی‌باشد.

ـ این کیهان نورد به‌مرکز کنترل خودچنین خواهدگفت رویه سیاره‌ایکه بآن نزدیك میشود قسمت اعظمش پوشیده ازآبست. این مادهٔ سیال تقریباً ۷۱٪ سطح‌کره راپوشانده وبزحمت ۲۹٪ بقیه‌خشکی است. فضانورد یادشده بزحمت متوجه‌کوه وصحرا خواهد شد.

خوب! حالا باید بگوئیم عالم ازچه ساخته شده؟

چونکه کوه‌نشین وبادیه‌گرد دنیا را از دریچه محدود دیدگاه خود مینگرند ما باید دچارخطای آنان نگردیم، لذا ضروریست وسعت نظر را هر چه بیشتر بگیریم وموضوع را بسیطتر بررسی کنیم.

باید نخست بدانیم که آیا سایر سیارات منظومهٔ شمسی ، خود خورشید، ستارگان دور دست وحتی توده‌گردو گازهای کیهانی نیز از همین عناصر موجود در زمین ترکیب شده‌اند یا خیر؟! از دیرباز دانستن جواب این سؤال برای دانشمندان جاذبه خاصي داشته است .

فی‌الحال که دانشمندان زمینی در هیچیك از کرات آسمانی «جز قمر زمین» پیاده نشده‌اند از دو طریق بدنبال پاسخ آن سؤال باید گشت. اولا از طریق تجزیهٔ شیمیائي سنگهای آسمانی‌که به زمین سقوط کرده‌اند، ثانیاً تجزیهٔ طیفی ضعیف‌ترین اشعهٔ نورانی که ازدور دست بزمین میرسند توسط اسپکترسکپ (منظار الطیف).

مطالعه از هر دوطریق بیك نتیجه میرسد: عالم مرکب ازهمان عناصری است که در زمین می‌بینیم فقط نسبت بین آنها دراطراف و اکناف عالم متفاوت است.

بخش اعظم اجرام ستارگان (خورشیدها) وهمچنین توده‌های گردو گاز کیهانی‌هلیوم وهیدروژن است. در عالم وجوداتم این دوعنصر هزاران بار بیش از اتم سایر مواد است؛ باوجود این روی زمین مقدار هیدروژن قابل توجه نیست وهرچه هست بصورت‌ترکیب، خاصه‌بصورت آب دیده میشود. هلیوم در زمین از هیدروژن هم کمیاب‌تر است. این عنصر برای نخستین بار توسط اسپکترسکپ درخورشید کشف شد،

بعدها دانشمندان در زمین نیز وجود آنرا اثبات کردند.

از این دوعنصر رکنی‌که بگذریم نسبت سایر عناصر تقریباً در زمین وستارگان و سنگهای آسمانی یکی است. راست است که بعضی ستارگان از لحاظ ترکیب عنصری ازعناصر نایاب ساخته شده‌اند مثلا در طیف عده‌ای مقدار زیادی لیتیوم در دیگری باریم ودر گروهی مقادیرمتنابه تیتان یا زیرکونیوم (Zirconium) ملاحظه مینمائیم ولی من حیث المجموع این ستارگان از نوادر اجرام سماوی هستند و حتی نسبت آنها به‌کلیه ستارگان موجود درعالم ازیك درصدنیز کمتر است، لذا روی چنین نسبت اندکی نمیتوان قانون عمومی وضع کرد.

دو دانشمند امریکائی باسمSuess 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 برحسب وزن اتمی به‌ترتیب 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 وهلیوم ردیف اول را احراز کرده‌اند. دانشمندان مذکور برای اینکه شاخصی جهت مقایسه بدست دهند اتم سیلیسیوم را برگزیده‌اند باین ترتیب درطبیعت در برابر یك اتم سیلیسیوم چهل هزار اتم هیدروژن وقدری کمتر اتم هلیوم موجود است. بعد از هلیوم منحنی تقریباً بطور عمودی نزول میکند وبشدت پائین میاید. اتم سایر عناصر سبك مثل بریلیوم وبور ولیتیوم در طبیعت بسیار نادراند بطوریکه دربرابر هر یکصد میلیون اتم هیدروژن فقط یك‌اتم

از هریك از عناصر ذکر شده میتوان یافت.

وفور عناصری مثل کربن، اکسیژن، نئون، منیزیوم وکالسیم در حدود وفور سیلیسیوم است لذا شاخه منحنی در حدود این عناصر سیر صعودی می‌پیماید ولی‌هرگز بحد هیدروژن نمی‌رسد یعنی از یك چهل هزارم وفور هیدروژن فراتر نمی‌رود

در مورد عناصر سنگین‌تر مثل سکاندیوم (Scandium) تیتان وکرم ووانادیوم شاخه منحنی بازبشدت نزول میکند یعنی مقدار مواد مزبور در طبیعت بسیار کم است.

درنقطه وزن اتمی آهن شاخه منحنی تاحد سیلیسیوم‌بالا 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 درعالم فوق‌العاده کمیاب میباشند. در اواخرمنحنی موادی قرار دارند که وفورآنها صدها هزار بارکمتر از آهن است.

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

.... درروی زمین ما، عناصر موجود درجدول مندلیف بصور ترکیبات گوناگون ملاحظه میشوند. اجسام جامد همه‌بصورت ملغمه یا ترکیب‌اند، خانه، میز، صندلی وحتی خود سیارهٔ ما.

اجسام‌مایع ترکیبی یا ملغمه نیز روی کرهٔ خاکی ما فراوانست، آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها ترکیبات‌نفتی واسانس‌ها والکل وحتی خود

جیوه نمونه‌هائی‌از مادهٔ سیال به‌حساب می‌آیند، لذا در امکان وجودی ماده بصورت مایع جای هیچ بحث وگفتگو نیست. وقتی حرارت ازصد درجه سانتیگراد میگذرد آب می‌جوشد وبصورت بخار در می‌آید. هنگامیکه از صفردرجه‌نزول‌می‌کند منجمد می‌شود. حتی درحرارتهای بسیار زیر صفر خود جیوه در لوله میزان الحراره منعقد می‌شود و به صلابت وسختی آهن وطلا در می‌آید.

مواد جامد موجود در زمین از قبیل طلا، آهن، سنگ‌بازالت (سنگ‌خارا) وسنگ‌گرانیت (سنگ‌سیاه)که قشر جامد زمین از آنها ساخته شده صور پایداری نیستند فی‌المثل وقتی حرارت در کوره ذوب آهن (کوره مارتین) اندکی از یکهزار وهفتصد درجه می‌گذرد آهن جامد چون مایعی جریان می‌یابد ، هرآینه حرارت کوره را بیفزائیم پولادچون‌آب به‌غلیان در آمده مبدل به‌گاز خواهد شد.

در نظرعموم‌حرارت پنجهزار درجه‌بالای صفر حرارتی‌خارق‌العاده است . در چنین درجه حرارتی هیچ یك از عناصری که می‌شناسم نه بصورت‌جامد خواهند ماند نه‌بصورت مایع بلکه همه‌چیز بخار خواهد شد. باوجود این در فضای بی انتها تقریباً در هرگوشه نقطه‌ای می‌توان یافت که حرارتش خیلی خیلی از پنجهزار درجه بیشتر باشد. ازجمله حرارت سطح خورشید خودمان شش هزار درجه است. برای سنجش حرارت درون این‌گوی آتشین‌باید ازمیلیونها درجه بالای صفر صحبت کرد. حرارت سطحی بعضی ستارگان‌از دهها وصدها هزار درجه بیشتر است در چنان گرمائی دیگر عناصر شیمیائی صورت جامد ومایع نخواهند داشت.

پس ماده بصورت گاز هم هست. بلی، هوائی که چون غلافی زمین را در برگرفته مخلوطی از چندین نوع گاز است. دانشمندان علم شیمی بما آموخته‌اند هوائی که تنفس می‌کنیم آمیزه‌ای از مولکولهای گاز ازت، اکسیژن، هیدروژن وغیره است. هنگامی که حرارت افزوده گردد مولکولهای یاد شده بسادگی به‌اتم تجزیه می‌شوند.

در طبقات فوقانی جو نیز ترکیب شیمیائی هوا همانست که در سطح زمین دیدیم. البته رقیق‌تر است ودرجه حرارتش نیز تفاوت دارد. مهمترین صفت هوا درارتفاعات بالای جو اینست که عناصر درآنجا بصورت مولکول نبوده بلکه به‌یونهای مجزا تقسیم گردیده‌اند وهریون که حاصل تجزیهٔ مولکول است حاوی مقداری بار الکتریکی است.

چند دقیقه پیش باسفینه‌رؤیائی خود درمیان ستارگان سرگردان بودیم وترکیب گازها را در آنجا بررسی می‌نمودیم ودیدیم که براطلاق درآنجا مولکول سالمی وجود ندارد بلکه هر چه هست یون، اتم یا ذرات ابتدائی باردار است واکثراً ذرات مزبور بار الکتریکی مثبت دارند. باز در آنجا الکترونهای آزادی دیدیم که‌بمحض برخورد با یونها درآنها غرق می‌شوند.

اما درفضای بین کهکشانهاست که عناصر طبیعت را بصورت اتم و مولکول مشاهده می‌نمائیم

در مسافرت دور ودراز خود دنبال خلاءمطلق می‌گشتیم بهمین دلیل حتی‌المقدوراز توده‌های گردوگاز کیهانی وستارگان فروزان کنار کشیدیم. البته‌دانشمندان‌زمینی‌درکهکشان‌خودمان‌بیش‌ازیکصدمیلیارد خورشید بر شمرده‌اند و تازه جرم انبوه‌گرد و گازبعلت غلظت وتراکم رادع نور

است لذا کثیری ازستارگان قابل رؤیت نیستند این توده عظیم مادی چقدر جرم دارد؟دانشمندان برحسب‌گرم رقمی به‌توان چهل‌وپنج عرضه کرده‌اند؛ البته این‌بنفسه بر آوردی تقریبی‌است نه تحقیقی .

گازهای بین ستارگان بحدی رقیق است که خاصیت الاستیسیته گازها که روی زمین از صفات فوق‌العاده مهم آنهاست در محل مزبور در حدود صفر است. گاز بسیار رقیق بین ستارگان که یونیزه است محل تاخت وتاز انواع اشعه وحوزه‌هاست. شدت تشعشعات فوق‌العاده متغیراند . تردید نداریم که گاز مزبور از قوانینی که می‌شناسیم‌تبعیت نمی‌کند بلکه مطیع قوانینی است که درك آنها برایمان فعلا آسان نیست .

در اندرون هر ستاره، ماده در اثر فشار عظیمی که از طبقات بالا بآن وارد میشود حرارتش بوضع سرسام آوری بالا می‌رود ، باید صحبت از میلیونها درجه کرد ما فقط در سالهای اخیر توانسته‌ایم درآزمایشگاههای اتمی‌درلمحات کوتاهی چنان حرارتی ایجاد نمائیم. لذا در ستارگان ماده نه‌بصورت جامداست نه مایع ونه گاز (صوری از ماده که قاعدتاً در زمین دیده میشود) بلکه صورت دیگری دارد که خیلی از آن با خبر نیستیم

اماطبق شواهد تجربی‌واسپکترسکپیك مادهٔ فضای بین ستارگان و مادهٔ موجود در خود ستارگان صفات مشترکی دارند. این صفات مختص به‌صورت پلاسمائی ماده است که تازه به‌کشف‌آن نائل‌آمده‌ایم.

مقداری از ماده موجود در زمین‌نیز هرگاه تحت تأثیر حرارتهای فوق العاده بالا قرار گیرد بصورت یونیزه در می‌آید که یونهای مزبور

حاوی بار مثبت ومنفی‌اند. این ماده یونیزه را پلاسما می‌نامیم.

در حرارتهای بسیار زیاد فعل و انفعالات شیمیائی قطع می‌شود لذا مولکول اجسام مرکب وجود نخواهند داشت. درپلاسما نیزچنین است مضافاً که اتمها پوشش الکترونیك خود را از دست داده لخت می‌شوند.

توده‌های متراکم پلاسما خورشیدها رامیسازند (توده‌های‌پلاسما رابابد درمقیاس کیهانی در نظرآورد) وپلاسمای بسیاررقیق فضای‌کیهان راانباشته است. گازبین سیارات وستارگان نیز چیزی‌جز پلاسمانیست. این‌بجای خود ولی ماده‌بصورت جامد ومایع وگاز یعنی بحالاتی‌که در زمین می‌بینیم‌چقدراست . جواب این‌سؤال فقط این‌عبارت است: «خیلی کم».ممکن است بعضی توده‌های گرد وگاز کیهانی در بطن کهکشان ما ازذرات جامدتشکیل شده‌باشند ونیزامکان دارد مقداری ماده باین صور مأنوس،بگرد خورشیدها منظومه‌های سیاره‌ای واقماری تشکیل‌دهند . البته‌این‌را به‌تحقیق می‌دانیم‌که سیاره‌های مهم‌منظومه شمسی خودتوده گازی بیش نیستند . شاید بگرد خورشیدهای دورسیارهبائی می‌گردند که‌پوشش مایع وهسته‌ای جامد دارند بهرحال این از حدود امکان علمی و منطقی خارج نیست .

جرم‌سیارات نسبت‌به ثوابت وثوابت وتوده‌های گرد وگازکیهانی نسبت‌به پلاسمائی که عالم را انباشته است عددی نزدیك صفر میباشد لهذا فضای نامتناهی بدون بحث و جدل از پلاسما پرشده وصورت مألوف ماده‌مثل آنچه درزمین هست جزبمقداربسیارکم وپراکنده یافت نمی‌شود .

بعلاوه در عالم وجود ماده غیر از صورت پلاسما صوری شناخته شده چون‌حوزه الکترو مغناطیسی و جاذبه بخود می‌گیرد ازهمه اینها گذشته در دنیای اتمها نیـروی هسته‌ای هم از اشکال دیگر ماده است . فضای بیکران برای حوزه‌های جاذبه و الکترو مغناطیس شفاف است اما شفافیت عالم برای نیروی مغناطیسی از نیـروی الکتریکی بیشتر است لـذا نفوذ نیروی مغناطیسی ازنفوذ نیروی الکتریسیته افزونتر می‌باشد .

حوزه‌های یادشده‌اشکالی ازماده‌اندکه حتی ازپلاسماکمترمطالعه شده‌اند. حوزه‌ها را نه می‌توان دید نه صدایشان راشنید مثلا اندامهای حواس ماقادربه‌دریافت بخش‌عظیمی ازطیف‌الکترو مغناطیسی‌نمی‌باشند اشعهٔ مرئی فقط گوشهٔ بسیارکوچکی ازاین دریاست ، معذالك این‌دریا وجوددارد واثرات وجودی‌آن بخوبی توسط وسایلی درك می‌شوند .

مثلاکافیست یك‌عقربه آهن‌ربا راروی شیئی نوك تیزی قراردهیم تافوراً بگردش درآید ودر امتداد خطوط نیروی حـوزه قـرارگیرد . حوزه‌جاذبه هم برای العین مشهود است چه هرجرم مادی جرم دیگر رابسوی‌خود میکشد ، برای درك نیروی هسته‌ای‌نیزکافیست بایك‌ضربه فیزیکی‌به‌اتم مشتی‌ذرات ابتدائی‌تولیدگردد. این‌ذرات رانیروی‌هسته‌ای بگردهم آورده وسازمان بخشیده است ، وقتی‌این نیرو رابرداریم ذرات ابتدائی درفضا سرگردان خواهند شد .

بیلان آنچه گفته‌ایم اینست :

درهرگوشه‌ازعالم لایتناهی‌که زیر پاگذاردیم بین‌سیارات ، بین ـ ستارگان و بین کهکشانها را عناصر موجود در طبیعت که طبق

جدول مندلیف پیش‌بینی شده‌است آکنده‌اند ، امابصورت ذرات ابتدائی آن عناصرهستند اتم و مولکول سالم‌کمتر دیده میشود . این‌عناصر به اشکال پروتون، نوترون، الکترون و غیره‌اند . . . مخلوط همین ذرات است‌که شکل نامأنوسی ازماده پدید میآورد که آنرا پلاسما می‌نامیم .

گاه‌گاه اینجا وآنجا در فضا توده‌های مادی بصوری که‌میشناسیم یعنی جامدومایع وگازپیدا می‌شود امااین‌شکل ناپایداری ازماده‌است ، جزدرشرایط بسیارخاص وبمدت کوتاهی نمی‌پاید.

فیلسوفان‌کهن مواداساسی دنیائی راکه‌آنها را دربرمی‌گرفت عنصر وعناصرمی‌نامیدند وچهارعنصرآب وباد وخاك وآتش‌رامطالعه‌میکردند وهرفیلسوف بزعم خوداساس عالم رایکی ازاین چهار میدانست وفلسفه خودرا براساس‌آن پی ریزی می‌کرد.

اما امروز می‌توانیم بگوئیم‌که ماده درعالم بـه دو صورت اصلی وجود دارد یکی جوهر (Substance) دیگری حوزه(Champs) جوهربنفسه‌چهارشکل‌شناخته شده دارد : جامد ، مایع ، گاز و پلاسما. حوزه سه‌نوع‌ملموس‌بخود می‌گیرد: الکترو مغناطیسی ، جاذبه وحوزهٔ هسته‌ای.

چهارشکل جوهر وسه‌شکل حوزه جمعاًهفت شکل شناخته شدهٔ ماده: اینست هفت عنصری‌که بخش اعظم‌عالمی راکه میشناسیم تشکیل می‌دهند ونام‌کتاب هم بهمین مناسبت جهان هفت عنصری است .

درچنگال ارباب نیرومند

اکنون میخواهیم باوسیله تقلیه خود سفری جسورانه آغازکنیم وباسرعت اززمان درگذریم . البته قبل ازهمه چیز میدانیم که ساختن چنین وسیله‌ای غیر مقدور است . اما سفینهٔ خیالی مامثل سفاین فضا ـ پیماست تنها چیزی‌که اضافه‌دارد خیال است وبس.

اگرچنین‌چیزی‌مقدورشودسفینه‌مارا میلیاردهاسال‌به‌عقب خواهد برد،به‌زمان هیولا بازخواهدگرداند (به‌مفهوم فلسفی کلمهٔ هیولا توجه شود) روزگار تکوین منظومهٔ شمسی‌را پشت سرخواهیم گذارد. اگرباز 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 خـود استفاده نخواهیم‌کرد وتمام ظرفیت‌آنرابکار نخواهیم‌گرفت. فقط‌باسرعت‌بسیار کم به‌چندین‌هزار سال پیش خواهیم رفت، یعنی به‌زمان‌آغاز تمدنهای بشری. چه‌نیروهائی ازطبیعت رابرای نخستین‌بار آدمی به‌خدمت خود درآورد ؟

.... خورشید درمسقط‌الرأس می‌درخشد. رودخانه عظیمی بآرامی در جریانست. درامتداد شاخه‌های فرعی رود مزارع وسیعی وجود دارد که بدقت کشت وآبیاری شده‌اند. دروزای مزارع تا آنجا که چشم کار می‌کند صحرای سوزانست وریگ روان . اینجا یکـی ازگهـواره‌های انسانیت است. اینجا سرزمین مصر باستان است.

اکنون ناظر ساخته شدن بزرگترین‌هرم مصر یعنی هرم خئوپس

(Chèops)می باشیم. بیش ازصدهزار آدمی دهها سال صرف بروی هم چیدن، دومیلیون وسیصدهزار قطعه سنگ عظیم کرده اند. هریك ازاین سنگها ازدو تن و نیم سنگینتر است. این سنگها را چنان برهم انباشته اند که حتی نازکترین تیغه چاقو بهدرز آنها فرو نمی رود. این بنای سترك مقبرهٔ سلطانی است که آرام در آن غنوده وقرون را بر آن اثری نیست.

چه ماشین های بانیروی شیطانی شگرف می بایست بکاررود تا چنان بنای عظیمی ساخته شود. اما سازندگان این بنا هیچ ماشین در اختیار نداشته اند فقط ابزارهای ابتدائی چون قیچی های مفرغی و آلات سنگتراشی وسنگبری قطعات عظیم سنگهای آهکی را بهشکل مکعب بریده وبااسبابهای حکاکی شکل منظم هندسی به آنها بخشیده اند و آنگاه غلطك های چوبی ودهها 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 ومنقاد آدمی است. ماشین زمان نورد، پیش می رود عقربه زمان سنج دوهزار وپانصد سال پیش را نشان می دهد. این زمان تقریباً سرآغاز روزگارماست. زیرچشم خودتولد ورشد بندر اسکندریه را ملاحظه می نمائیم. شهر متفکران عالیقدر، شهر کتابخانهای بزرگ، شهر دانشمندان شهیر

این که اکنون جلودیدگان ماست کتاب پنوماتیك (Pneumatique) مهندس مشهور اسکندریه یعنی هرون (Hèron) است. دراین کتاب شرح دستگاهای خودکار بسیار نبوغ آمیزی مندرج است. جای هیچ تردید نیست که هرون در تدوین کتاب پنوماتیك تجربیات دانشمندان

متقدم برخود را وسیعاً مورد استفاده قرار داده است. احتمالا در معابد مصری درهای جادوئی احداث شده بوده است کـه هنگام برافروختن آتش در محراب خود بخود گشوده گردند یا دستگاه‌هائـی در معابـد تعبیه‌گردیده بوده که با انداختن سکه‌ای مشتی آب مقدس به‌خارج بریزند. تقریباً هزار سال قبل از هرون در چین چرخهای هیدرولیك از جنس خیزران اختراع‌کرده بودند که با نیروی آب جاری‌بگردش در می‌آمده است.

اماکتاب پنوماتیك هرون‌نخستین اثرمدونی است‌که ازماشینهائی صحبت می‌کندکه با ماده غیر جامدکار می‌کنند یعنی مایع ، بخار، گاز خلاصه مادهٔ بصورت سیال. باین‌ترتیب از زمان هـرون و حتی قبل از او ماده گازی شکل و مایع شکل را آدمی بخدمت گرفته است و بـه انقیاد درآورده .

باید اذعان کردکه مکانیسم‌های ظریف و محیلانه هـرون هرگز مورد مصرف بسیار نیافت چه بیشتر جنبه سرگرمی و بازی داشتند تا وسایلی که زندگی روزمره آدمی را آسان کنند به‌همین دلیل در بوته فراموشی قرارگرفتند از میان همه آنها فقط چرخ هیدرولیك مصرف عام یافت. درچرخ هیدرولیك چه مثل چرخ آسیاهای آبی با آب‌کار کند یـا مثل آسیاهای بـادی بانیروی باد،انـرژی لازم جهت حرکت چرخ دراختیار آدمی نیستند بلکه نیروهای خارجی هستندکه گاه‌گاه و بنا به مقتضیات چرخ‌را می‌گردانند جزو دستگاه به‌حساب نمی‌آیند

بعد از سال ۱۶۵۰ کـه پاسکال موفق به کشف این راز شد کـه مایعات فشار را منتقل مـی‌کنند ماده سیال جزو ساختمان ماشین وارد

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

. . . از اطاقك سفینهٔ زمان پیما خارج می‌شویم و درخیابانهای یکی ازشهرهای بزرگ عالم‌قدم می‌زنیم. درخیابان‌اتومبیلها وترامواها در حرکت‌اند . مدخل متروی شهر بـا تابلوی نئون روشن است . در آسمان غرش هواپیمائی بگوش می‌رسد.

درکنار خیابـان یك ردیف اتومبیل پارك کرده‌اند. ایـن وسیله نقلیه تیپیك روزگار ماست. اکنون ملاحظه می‌شودکه کدامیك ازهفت عنصر عالم در اتومبیل به‌خدمت درآمده‌اند.

فلزات، کائوچو، پلاستیك، شیشه مواد جامدآن هستند. بنزین، روغن وآب نقش اساسی درحرکت ماشین دارند. روغن بهتر از مایعات دیگر می‌تواند نرمی حرکات بخشهای ماشین را تأمین کند لـذا نقش اساسی درکار موتور دارد.

امروزه هربچه مکتبی می‌داند پیستون درون سیلندر بـه کمك گاز در درجه حرارت بالا که بشدت واتنش می‌یابد بالا و پائین می‌رود این آدمی است که گاز محترق مورد نیاز را تأمین می‌کند، بدون‌وقفه درون سیلندر ابرهای کوچك و متناوبی از گاز تولید می‌گرددکه جزو اساسی موتور است. ابر یاد شده در یك‌لحظه تولید می‌شود و آنگاه با لوله هـگزز به‌خارج هدایت می‌گردد. نحوهٔ تـولید و مصرف و کار و خروج گازنیز طبق طرح ومحاسبه و پیش‌بینی مهندسین عملی میشود.

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

ملاحظه می‌شود که در هر اتومبیل از چهار صورت ماده بهره‌برداری شده. جامد، مایع، گاز وپلاسما.

اینها همه بجای خود پس حوزه‌ها در اینجا چه نقشی ایفا می‌کنند؟ این را می‌دانیم که کلید یا سویچ روی استارت سوار است. هنگامی‌که اتومبیل خاموش است نخستین حرکت موتوربا زدن‌استارت ایجاد می‌شودکه موتوری است الکتریکی.

بدون تردید هرون اهل اسکندریه با اندکی آموزش میتوانست نحوهٔ عمل‌کلاچ روغنی و ترمز روغنی را دریابد و حتی اصول حرکت و کار موتور را بفهمد. اما یقیناً مکانیسین‌های قدیم قادر به فهم این نبودندکه چه نیروئی‌یك موتور برق را بحرکت دورانی وا می‌دارد.

هیچیك از قطعات فلزی ماشین و هیچ‌یك از سیالهائی که درآن بکار رفته و هیچ نوع گاز قادر به‌ایجاد الکتریسیته القائی و بحرکت درآوردن این سیم‌پیچ عجیب نیست‌که آن‌را استارت می‌نامیم. هرون اهل اسکندریه بدون تردید می‌دانست در طبیعت غیر از مواد موجود ومرئی نیروهائی وجود دارد اما کیفیت آنها را نمی‌دانست. امروزه به خوبی از بسیاری اموربا‌خبریم، می‌دانیم وقتی کلید را درسویچ‌اتومبیل می‌گردانیم درموتور الکتریکی تداخل پیچیده‌ای ازنیروهای الکترو مغناطیسی بوجود میاید وهمین نیروهاست‌که موجب‌گردش الکتریسیته القائی‌می‌شود.

نوری‌که ازچراغهای اتومبیل بیرون میاید نیز جزو طیف‌وسیع حوزه الکترومغناطیسی‌است. این‌همان امواجی‌است‌که صدای موسیقی را از راه دور به آنتن‌گیرنده رادیوئی اتومبیل ما می‌رساند و بازهمین حوزه است‌که موجب می‌شود صدا ازبلندگوی الکترودینامیك ماپخش شود.

حوزه الکترو مغناطیسی یکی از خادمان وفادار بشر شده‌است. امـا هنوز شصت سال واندی از نخستین کار برد عملی حـوزه الکترو مغناطیسی‌توسط **Paul schilling** می‌گذرد یعنی ازنخستین مخابره تلگرافی از قصر زمستانی به مقر وزیرراه. البته مصرف آتش و نوری که ازآن حاصل‌میشودبه‌حساب نیامده چه‌نتیجه‌سوختن هرماده باشعله ایجاد پلاسماست و هرنور در حـوزهٔ الکترومغناطیسی قـرار دارد و انسانهای اولیه از یك میلیون سال پیش تقریباً با آتش آشنا شده‌اند.

اما حوزه جاذبه یا نیروی جاذبه طبق اصطلاحی که معمولا بکار می‌بریم هنوز به‌خدمت گمارده نشده است،

از سوی دیگـر دربسیاری از ماشین‌آلات ، نیروی هسته‌ای یـا حوزهٔ هسته‌ای‌که به انسان تسلیم شده است مورد مصرف قرار نگرفته برای استفاده عملی از آن باید چشم به‌آینده دوخت.

بله آدمی بـه‌کلیه مواد جامد سلطه یافته است. آدمـی موادی ساخته‌که در طبیعت وجود ندارد. آیا درطبیعت کریستال جامدی‌هست که مثل فنر ساعت خاصیت انقباض و انبساط داشته باشد؟ آیا کائوچوی آماده شده خاصیت الاستی‌سیته بیشتری نسبت به کائوچوی خام ندارد؟ آیا مواد پلاستیك یا سیلیکون خودبخود در طبیعت وجود دارند ؟

ارباب نیرومند در طبیعت موفق شده رموز و اختصاصات عجیب ماده را بشناسد و آنها را به‌نفع خود بکار برد. دیرینیان ما حتی تصور وجود چنان خصائل را در ماده نمی کردند. به‌عنوان مثال کافیست به پرسیم آیا پیشینیان می‌توانستندگمان‌کنند کـه امـواج پیزوالکتریك (Piezo – Electriqe) با تغییر ابعاد بار الکتریکی صحبت کنند یا آواز بخوانند ؟

حتی از مخیلهٔ اجداد ما نمی‌گذشت که اگر لولـه حاوی پـودر سیلیسیوم خیلی خالص را در معرض تابش نور خورشید قرار دهند از آن اشعهٔ نامرئی ساطع می‌شود.

آیا قدما از وجـود رادیوم این فلز جادوئی که از هیچ نـور و حرارت می‌سازد و می‌پراکند مطلع بودند؟ الحق سلطه آدمی بر ماده جامد بحد خارق‌العاده رسیده است.

انسان توانسته ازماده سیال نیزسودهابرد. پرس‌های هیدرولیك توربین‌های عظیم ترمزموتورها .... در اینجا نمی‌توان حتی فهرست‌وار کلیه ماشینها و مکانیسم‌هائی را برشمردکه در آن نقش اساسی بـعهدهٔ مادهٔ سیال است.

آدمی موارد بسیاری جهت مصرف ماده گازی و بخاری شکل را نیز یافته است توربین‌های بخار ، ماشین تخلیه وکمپرس‌گازها، چکشها وپرسهای هوائی....

درکلیه کارخانجات مدرن هر ماشین ومکانیسم‌کابل‌برق‌اختصاصی و لولهٔ هوای فشرده مخصوص‌به‌خود دارد. هوائی‌که چون گردبادتوسط پروانه به زیربالهای هواپیما رانده می‌شود ، هوای فشرده در موتور–

های توربوجت وگازی‌که ازلوله‌های خروجی موشکها به‌بیرون فوران می‌کند نیز از مواردی هستندکه خدمت ماده‌گازی شکل را به انسان نشان می‌دهند .

نقش پلاسما درخدمت به بشریت چیست ؟

روشنائی سرد لامپهای لومینوسان (Luminoscent) جرقه ـ های موتورهای برقی، قوس الکتریك (Lampe à Arc) نیز از وسایلی هستندکه با پلاسما تغذیه می‌شوند . البته انسان هنوز وسیعاً از این صورت ماده بهره برداری نکرده است چه هنوز اسرار پلاسما را بخوبی نشناخته‌ایم و کلیهٔ قوانین حاکم‌برآن را نمی‌دانیم. درآینده نزدیك انسان پلاسما را نیز دربست به انقیاد خود در خواهدآورد.

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

حوزهٔ هسته‌ای یا نیروی هسته‌ای هم هنوز آنقدرها رام نیست. البته پاره‌ای ابزارها مثل یخ شکن اتمی ، وسایلی‌که با میکرو دوز رادیوم به درخشش درمی‌آیند و سوزنهای کبالت رادیو آکتیو که در درمان تومورسرطانی مصرف می‌شوند ازمعدود ابزارهائی هستندکه با نیروی هسته‌ای بکار افتاده‌اند. این خود سر آغاز خدمتگزاری حوزهٔ 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 می‌شود.

پس فرق اساسی بین این سه‌شکل ماده درچیست؟

ماده جامد شکل قطعی دارد وبرای تغییرشکل دادن آن‌بایستی 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 می‌گیرد ، در شرایط زمینی ما همیشه مایعات‌را به‌شکل ظروفشان ملاحظه می‌کنیم.

ماده‌گازی شکل نه شکل ثابت دارد نه حجم ثابت هر مقدار گاز در ظرفی ریخته شود شکل و حجم آنرا پر می‌کند.

بظاهر تفاوتهائی‌که برشمردیم بسیار است اما مواردی پیش می‌آیدکه اجسام یاد شده درشرایط خاص به شکلی‌که توقع داریم ملاحظه نمی‌شوند. مثلاً مرمر سنگ معدنی سر سخت و شکننده ایست اما هرگاه تحت چندین هزارآتمسفرفشار قرارگیرد مثل آب جاری‌خواهد شد. حتی آهن نیز در فشارهای زیاد بصورت سیال در می‌آید.

دانشمندان دلیل چنین کیفیت اسرار آمیز را یافته‌اند وثابت کرده‌اند تحت فشارهای زیاد نیروئی که موجب نقل و انتقال اتمها می‌شوند از نیروئی که اتمها را در شبکه کریستال هر جسم جامد

نگهداری می‌کند تجاوز می‌نماید. ارتباطات داخل هر کریستال که جنبه الکترواستاتیك دارند نابود می‌گردند آنگاه اتمها هریك ازدیگری مستقل شده وآزاد 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 اتصالی الکترواستاتیك القا کرد وگاز را بصورت تودهٔ جامدی درآورد.

آیا هرگز جهش پرفشار آب را از لولهٔ 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 به‌این ستون آب بکوبید. نه‌جهش 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 بستونی از فولاد کوبیده‌اید. بافشار همین ستون آب بی‌قابلیت است که رزمناوها صخره های سخت را خرد می‌کنند. نصب این دستگاه روی کشتی بسیار ساده است فقط یك پمپ الکتریکی لازم است که آب را با فشار داخل لولهٔ 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 آتمسفر به‌لوله داخل می‌کند. آب پرفشار از کلاهك مخروطی خارج می‌گردد و به‌سنگ می‌خورد درست مثل کاردی که به قالب پنیر فرو میرود دل سنگ خاره را می‌شکافد. قطر سوراخ مخروط یا قطر ستون آب پانزده الی بیست سانتیمتر است. این خاره

شکن هیدرولیك توسط کارگری ماهر صخره‌ها را خرد می‌کند ، اثـر عمل این آب پرفشار کـه آنرا «آب سخت» هم مـی‌نامند تنها سنگ شکستن نیست بلکه‌کربن و مواد آهکی نیز تولید می‌کند.

البته نبایدگمان بردکه‌در یك‌اسباب ایجادآب سخت مولکولهای مایع در سازمان جدیدی وارد می‌شوند و ارتباطات آنها به‌فرم ارتباط کـریستالهای اجسام جامد در میآید. آب دراینجا بازهـم آب است و صورت سیال دارد تنها سرعت زیـاد است‌که به آن چنان خصوصیاتـی عجیب می‌بخشد. اگـر درشرایط مخصوص مـواد جامد و گاز وجـوه اشتراکی دارند بازوجوه اشتراك مایع وگازبیشتراست.

بنابراین مایعات وگازها اکثراً ازقوانین واحدی تبعیت می‌کنند و بهمین دلیل است که مکانیسمهائی کـه مایع یا گاز مصرف مـی‌کنند ساختمانی بسیار شبیه بهم دارند. دربادی امر ونظر نخست هیچ وجـه اشتراك بین زیردریائی‌که به‌آب فرومی‌رود و بالن‌که به‌هوا برمی‌خیزد وجود ندارد ولی تعمق بیشتر نشان می‌دهد حرکت هردو متکی به‌اصل ارشمیدس است: «هرجسمی کـه در ملاء سیالی فـرو رود از زیر بطور عمودی بآن فشاری وارد می‌گردد کـه مقدارش برابر وزن سیالی است که هنگام فرو رفتن جابجا کرده است.» از این قانون بسادگی میتوان دریافت‌که اگر جسمی سبکتر از مایعی باشد که جابجا کرده به سطح مایع برمی‌گردد.

به‌این ترتیب است کـه زیر دریائیها به روی‌آب می‌آیند. یعنی انبارهای مصنوعی را که از آب انباشته‌اند تخلیه مینمایند و ازهوا پر می‌سازند. بهمین سیاق بالن‌ها به‌سوی آسمان می‌روند و فرود میایند.

وبالاخره زیردریائیهای مخصوص تحقیقات علمی درزیردریاکه باتیسکاف (Bathyscaphe) نامیده می‌شوند از همین راه بالا وپائین میروند.

زیردریائیهائی که تخصیص به‌تحقیقات علمی دارند بشکل اطاقك کروی پولادین ساخته شده‌اندکه پنجره‌های ازجنس کوارتز دارند. این پنجره‌ها دربرابر فشارهای بسیارعظیم آب مقاومت دارند. اطاقك کروی یاد شده درجلدی شبیه زیردریائی قرار می‌گیرد و باین ترتیب یك باتیسکاف درست میشود درون زیر دریائی از بنزین زیاد پرشده و درزیر آن قطعات بزرگ آهن توسط مغناطیس الکتریکی نیرومند متصل گردیده که تعادل و فرو رفتن درآب را تأمین می‌کنند.

بیان ریاضی

معادلهٔ برنولی (Bernoulli) : این معادله مبین حرکت دائم و غیروابسته به‌زمان هرمادهٔ سیال‌است، اساس معادله برنولی براین اصل‌استوار است‌که مقدار مجموع انرژی برای هربخش از سیال یکی است. بشرطی‌که انرژی گم شده در اثر اصطکاك داخلی و تبادل حرارتی دربخشهای مختلف سیال درنظر گرفته نشود. انرژی از شکلی به‌شکل دیگر درمی‌آید اما حاصل جمع‌کلی آن یکی است.

هرگاه گازی درلوله‌ای جابجا شود انرژی به چه صورت درمی‌آید؟ در درجه اول بصورت انرژی حرکتی یا انرژی سینتیك‌که آنرا باحرف Ec برای واحد جرم مشخص می‌کنیم .

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

در فرمول U سرعت حرکت است.

در درجه دوم بصورت انرژی پتانسیل. اگر گاز تحت فشار باشد و یکمرتبه واتنش پیدا کند می‌تواندکارانجام دهد. این فرم انرژی را برای هر

وقتی این‌زیر دریائی داخل آب‌گردید به‌علت سنگینی وزنه‌های آهنی بسوی اعماق اقیانوس میرود. درجریان یك رکوردگیری یکی‌از این نوع زیردریائیها تا اعماق ۱۰۹۱۹ متری فرو رفت. چه وجه اشتراکی میتوان بین یك کشتی تجارتی بزرگ و یك هواپیما یافت؟ پروانه هردو یکسان می‌چرخند سکان‌کشتی و فرمان طیاره هم‌طرز کار واحدی دارند. تفاوت ظاهری آنها در اینست که کشتی بال ندارد.

با همه اینها به‌تازگی شاهد تولد کشتیهای بالدار هم شده‌ایم. وقتی‌کشتی درلنگرگاه است با سایرکشتیها هیچ تفاوت ندارد موقع حرکت بدنه‌کشتی کم‌کم بالا می‌آید و دو بال کوچك در دوطرف آن ظاهر می‌گردد.

واحد جرم‌گاز با فرمول مقابل محاسبه می‌کنیم:

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

درفرمول مزبور P عبارت ازفشار P' وزن مخصوص ماده و $K=\frac{Cp}{Cv}$ عبارت است ازحرارت اختصاصی ضرب در فشار، تقسیم به‌حرارت اختصاصی ضربدر حجم ثابت. عدد K برای هوا $K=\frac{۷}{۵}$ است. در درجهٔ سوم یك سیال همیشه مقداری‌انرژی پتانسیل مربوط به‌نیروی ثقل دارد.

وقتی گاز درلوله جابجا می‌شود وبطرف بالا می‌رود در هرنقطه‌انرژی پتانسیل مربوط به نیروی ثقل بیشتری خواهد داشت. انرژی پتانسیل گاز را برای هرگرم با فرمول مقابل تعیین می‌کنیم. $E_I = gh$

دراینجا h ارتفاع و g عدد ثابت $۹/۸\ m/s^۲$ یعنی‌سرعت ثقل برسطح‌زمین است.

در موقع جابجا شدن درآب بالهای کشتی همان نقش را ایفا می‌کنندکه بالهای هواپیماهنگام‌صعود دارند. این نقش درکشتی عبارت می‌شود ازکنده شدن بدنه‌کشتی از آب وکاهش نیروی اصطکاك کشتی و آب که بدون تردید هرچه سرعت‌کشتی زیاد شود نیروی مزبور نیز افزوده می‌گردد .

امروزه اساسی‌ترین 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 نمی‌شود. اما درحقیقت نحوهٔ عمل دریچه توربین که بخش اصلی دریافت نیروی محرکه است در توربین آبی و بخاری یکی است فقط دریچه‌را درتوربین‌گازی‌طوری درست‌کرده‌اندکه با بخارکارکند یعنی باماده‌ایکه پیوسته درحال اتساع است.

معادله برنولی ثابت می‌کند که حاصل جمع این سه‌فرم انرژی ارزش ثابت برای فلوی معینی ازگاز دارد. این مطلب را می‌توان باین شکل‌نوشت:

$$Ec + Ep + Er = \text{مقداری ثابت}$$

برای هرواحد جرم این فرمول را می‌توان چنین نوشت :

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

از مطالعهٔ این فرمول فوراً می‌توان چنین استنباط‌کرد:

اگر درلوله‌ای که در نقاط مختلف قطرش کم وزیاد می‌شود گازی در حرکت باشد چون جرم‌گاز مقدار ثابتی است $P'Uf$ نیز مقدار ثابتی‌خواهد بود (در اینجا f قطر مقطع داخلی لوله فرض شده) هرگاه حرکت گازبدون

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

آیامختصات پلاسماهم مثل مادهٔ جامد و گازاست ؟ درحقیقت با کدامیك شباهت دارد.

تغییرات حرارتی (نه‌افزایش نه‌کاهش حرارت‌گاز) 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 ابتدائی‌فشار را با P_a و مقدار اولیه وزن‌مخصوص 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 هرمحیط گـازی شکل آسان است. یعنی : $a^2=\frac{KP}{P'}$

اگرحرکت سیال افقی صورت‌گیرد h مقدارثابتی خواهد بود ومعادله بصورت بسیار ساده مقابل در می‌آید: $U^2=-\frac{2}{K-1}(\alpha_0^2-a^2)$

دراین معادله a_0 عبارت است از سرعت سیرصوت درگازی‌که درحال بی‌حرکتی است.

حالا درنظر آوریم که فلوی‌گازی مثل هوا بدوربال هواپیما درگردش است. مسلم است رشته‌های هوائی‌که بالاتر بدور بال می‌گردند سرعت بیشتری نسبت به‌طبقات زیرین خود دارند چه‌می‌بایست در زمان واحدی مسیر بیشتری طی‌کنند تامثل‌طبقات زیرخود به‌نقطه حرکت برسند. درملاء سیالی که‌بسرعت درحرکت است فشارکاهش می‌یابد لذا در طبقات بالای بال هواپیما هوای‌کم فشارتری موجوداست تا درطبقات درتماس با بال. بدیهی است همین اختلاف

فشار عامل اصلی صعود هواپیما خواهد بود.

فرمول برنولی اشکال گوناگون دارد. مثلا برای سیالهای قابل‌فشردن و سیالهای غیرقابل فشردن بدوصورت جدا درمی‌آید. برای سیالهای غیرقابل فشردن چنین می‌شود :

$$K \longrightarrow \infty \quad \text{و} \quad Ep = \frac{P}{P_{\circ}}$$

می‌توان با مقادیر فیزیکی مختلف اجزاء آنرا محاسبه کرد.

۲

پلاسما

- چهارمین شکل ماده
- تخلیه در اثر افزایش فشار درونی
- سوخت ستارگان

چهارمین شکل ماده

در شرایط کرهٔ زمین چگونه می‌توان پلاسما تهیه کرد؟ هیچ چیز ساده‌تر از این نیست. کبریتی بردارید وروشن کنید، زبانه شعله‌می‌تواند ازجنس پلاسما باشد؟ بلی ، چه همانطورکه گفته شد پلاسما مخلوطی از اتمهای یونیزه والکترون آزاد و اتمهای سالم و حتی مولکولهای سالم است.

اما اگرقضیه رابااین صورت طرح کنیم هوائی که تنفس می‌نمائیم نیزپلاسما میباشد، چه در شبهای گرم و دم کرده تابستان و در شبهای سرد و یخبندان زمستان خلاصه چه در قطب وچه در استوا همیشه و همه‌جا هوا مقداری اتمهای یونیزه دارد.

بهمین دلیل باید همیشه درمباحثات خوددرمورد پلاسما مشخص گردانیم که منظورمان ازپلاسما چیست.

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

درپلاسما اتمها حالت تحریك شده دارند . دریك محیط انباشته ازپلاسما لاینقطع تبادل الکترون واتصال وانفصال یونها صورت‌می‌گیرد. دائم بعضی یونها الکترون بخود می‌گیرند واتمهای دیگر آنرا ازدست می‌دهند . این پدیده موجب رهائی فتون می گردد و پلاسما از خود نور ساطع می‌نماید در حالیکه ماده گازی شکل خود بخود هرگز نورانی نیست .

یك لایه هوا عایق بسیار خوبی جهت الکتریسیته است یعنی مانع عبور جریان برق می شود از این خاصیت در ساختمان خازن الکتریکی بهره‌برداری می‌شود، خازنهای‌مزبوردرگیرنده‌های رادیوئی مورد مصرف فراوان دارند. اما برعکس پلاسما هادی بسیار بسیارخوبی جهت الکتریسیته می‌باشد.

نبایدگمان کرد که پلاسما اجباراً بایستی حرارت فوق‌العاده‌ای داشته‌باشد. «نورسرد» ازخصایص‌پلاسماست. اگردر یك‌لوله‌لومینوسانت (Luminescent) گاز موجود رارقیق کنیم عبور برق ایجادپلاسما خواهد کرد ولامپ با نوری سرد و درخشان روشن خواهد شد . اگر با دست لوله رالمس‌کنیم مختصرگرمائی خواهدداشت اما حرکت‌حرارتی ذرات سرسام‌آور است؛ الکترونها در داخل لوله باسرعتی برابرسرعت حرکت‌حرارتی بیش‌ازچند هزاردرجه‌دررفت‌وآمد هستند؛ البته یونها بعلت سنگینی وزن و درشتی نسبی حجم با سرعت کمتری می روند و می‌آیند با وجود این سرعت‌آنهاهم نسبت به‌یونهای دیگر آنقدرهست

که در چندین هزار درجه چنان سرعتی حاصل میشود. پس‌چرا شیشه لامپ لومینوسانت گرم نمیشود درحالیکه محتوی آن ازچنان حرارت بالائی برخوردار است . دلیل آن روشن است ؛ تراکم الکترونها و یونها درون لوله آنقدر کم است که تصادم آنها باجدار شیشه‌ای تولید انرژی حرارتی بسیار نخواهدکرد.

میزان حرارت هوا درطبقات فوقانی جوچنانکه درسالهای‌اخیر نیز توسط موشکها واقمار مصنوعی سنجیده شده‌است پانصد تا هشتصد درجه بالای صفر است. اکثراً این سئوال پیش میآیدکه چگونه سفاین وموشکها بدون صدمه از میان تودهای گاز مشتعل مزبور می‌گذرند . آیا پوشش آلومینیومی و منیزیومی سفینه در برابر حرارت مزبور مقاومت دارد ومسافرین کیهانی در حین عبور ازآن منطقه در اطاقی آهنین کباب نخواهند شد؟

جواب منفی است چه در طبقات‌بالای جوگاز مشتعل‌آنقدررقیق است‌که قادر به‌گرم‌کردن اجسام نمی‌باشد. حرارتی‌که سفاین وموشکها دریافت میکنند درمنطقه مزبور ازطریق تابش نور خورشید وزمین و ستارگان تأمین می‌شود.

حرارت شعلهٔکبریت زیاد نیست، حرارت چراغ‌گاز ازآن‌بیشتر می‌باشد. باز انفجار مواد سوختنی درون سیلندر وگاز پرفشاری که از لوله هگزز موتور های واکنشی خارج می گـردد و بالاخره حرارت انفجار دینامیت از همه آنها افزونتر است . هر چه پلاسما خالص‌تـر باشد یعنی یونیزاسیون گـاز هر چه پیشرفته تر باشد حرارت حاصله بیشتر است.

حداکثر حرارت حاصله در واکنش‌های شیمیائی بین شش تاهفت هزار درجه است در این حالت ماده به‌پلاسمای 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 ازطرقی که می‌توان بوسیله آن حرارت زیاد تولید کرد روش زیر است: اگر ازیك سیم راست ومحکم کشیده شده که به‌دوقطب 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 واتنش نیافته است چنانکه قبلا نیز گفتیم هادی بسیار خوبی برای الکتریسیته حساب می‌شود و عبور جریان ولتاژ قوی حرارت رادرابر کوچك پلاسما تاهشت هزاردرجه‌بالا می‌بردکه دوهزار درجه‌ازحرارت سطح خورشید بیشتر است البته این حرارت فقط مدت‌کوتاهی پایدار است وجزبخشی ازثانیه عمر نمی‌کند.

یکی دیگر از روشهای ایجاد حرارتهای بالا ایجاد تصادم بین امواج شوك است (Onde de choc ـ راجع به موج شوك در فصل انفجار به‌تفصیل صحبت خواهد شد) یعنی درلوله‌های‌مخصوص‌که حاوی گاز رقیق است تصادمی بین امواج شوك بوجود می‌آورند. موج شوکی که باسرعتی ده برابر سرعت صوت حرکت می‌کند می‌تواند گازی راکه سه هزار درجه حرارت دارد جابجا نماید. هر چه سرعت بیشتر باشد حرارت حاصله بیشتر است. خلاصه دانشمندان ازاین طریق درلحظات

کوتاه توفیق یافته‌اند حرارتی بیش ازبیست‌هزار درجه ایجاد نمایند.

امکانات فنی وتکنیکی در تهیهٔ پلاسمای‌گرمتر ازچند ده‌هزار درجه بهمین محدود می‌شود که‌گفته شد. اما وضع پلاسما درحرارتهای چند صدهزار درجه روشن‌نیست وبه‌مرحله تجربه‌نرسیده است. اخیراً دانشمندان شوروی‌برای زمانی‌بسیار بسیارکوتاه موفق به‌تولیدحرارت چند میلیون درجه هم شده‌اند که درصفحات بعد مفصل‌تر از آن صحبت خواهد شد در اینجا بهمین قناعت می‌کنیم که بگوئیم حصول چنین پیروزی در دانش برپایه اندیشهٔ دوعضو فرهنگستان علوم‌اتحادشوروی بنامهای A . Sakharov و I. Tamm پی‌ریزی گردیده اما در ورای این حرارت دنیای ناشناخته‌ای قرار دارد.

حرارتهای مطالعه نشده در طبیعت بسیار است . سطح ستارگان بین شش هزار تابیست هزار درجه حرارت دارند (گاهی گرمای سطح خورشیدها ازآنهم بیشتر است) . انفجار هسته‌ای چند میلیون درجه حرارت تولیدمی‌کند، حرارت اقشار زیرین خورشید ازچندمیلیون‌هم می‌گذرد گاهی به‌ده میلیون بالغ می‌گردد. درستارگان گرم‌که ازدور با نورآبی می‌درخشند ازچندین میلیاردفراترمی‌رود ، تصورچنین درجات حرارت برای ما دشوار است. در چنین حرارتهاست که طبق محاسبه دانشمندان هسته عناصری چون آهن، نیکل وکبالب وروی و منیزیوم ومس متولد می‌گردند. اما حدت و شدت حرارت در اعماق ستارگان بما امکان این را نمی دهد که وضع ماده را در آنجا بدانیم و مطالعه کنیم .

اکنون توجه بسیاری ازدانشمندان به‌پلاسما وخواص‌آن‌معطوف

است یعنی وضع ماده را درحرارتهای‌دهها هزارتا دهها میلیون بررسی می‌کنند .

اکنون ببینیم چگونه دستگاهی برای گرفتن فورانی از پلاسما می‌سازند یعنی بچه‌وسیله پلاسما راصید ونگهداری می‌نمایند.

ابزار مزبور عبارت است از استوانه‌ای میان تهی باابعادکوچك. دریك سر استوانه ذغالی قرار داردکه دروسط آن سوراخ‌گردی تعبیه کرده‌اند. در انتهای دیگر استوانه یك الکترود ذغالی نصب شده، قطب مثبت برق را به‌الکترود ذغالی وصل می نمایند قطب منفی به‌انتهای سوراخ دار استوانه وصل می‌گردد . هنگامیکه برق از دستگاه عبور می‌کند درون لوله یك قوس الکتریکی ساخته می‌شود واز سوراخ ته استوانه ماده بصورت پلاسما تا نیم متری فوران می‌کند . این اساس دستگاه مولد پلاسما می‌باشد.

هنگامیکه دردوقطب دستگاه‌اختلاف‌پتانسیلی بوجودمی‌آوریم، بین دوقطب حوزه الکتریکی بوجود می‌آید. الکترونهای آزادی که تصادفاً در لوله وجود دارند به‌سمت قطب مثبت هجوم‌می‌آورند، بدیهی است در حین هجوم الکترونها به‌سوی قطب مثبت تصادمهائی بین‌آنها و اتمها ومولکولها ایجاد می‌شود. ضربه الکترون به‌یك مولکول هوا موجب تجزیه آن به‌دو یون می‌شود، بعلاوه در اثر شدت ضربه چند الکترون دیگر نیز از مولکول رها می‌گردد ؛ آنها هم به سهم خود به‌سوی قطب مثبت حمله می برند و بنوبه خود با اتمها و مولکولهای دیگر تصادم می‌نمایند.

هوای آرام قبل از حادثه درون لوله‌که از مولکولهای در حال

آرامش تشکیل شده است آهسته آهسته جابجا می‌شود و به پلاسما مبدل می‌گردد. جنجال و آشوب جهنمی الکترونهاست، سر بدرون مولکولها ویونها برده آنها راتجزیه می‌نماید. اما این آشوب‌وجنجال فقط ظاهری است چه می‌توان به‌سادگی متوجه شدکه فلوی الکترون به‌سوی قطب مثبت و فلوی یونها با سرعت کمتر به‌سوی قطب منفی در حرکت‌اند.

تصادمات لحظه به‌لحظه افزایش می‌یابد. هرلحظه‌تعداد ذراتی‌که بهم تنه می‌زنند افزوده می‌گردد تدریجاً حرارت بالا می رود و پلاسما نور افشانی آغاز می‌کند. هنگامیکه درجه حرارت پلاسما نسبتاً زیاد است، چون سطح قطب مثبت ذرات باردار مثبت آزاد می‌کند آنوقت است‌که قوس الکتریك ظاهر می‌شود و حرارت شعله‌آن به‌چهار هزار درجه سانتیگراد می‌رسد.

بدون تردید جدار استوانه قادر به ایستادگی در برابر چنین حرارتی نیست لذا برای حراست جدار ظرف بدرون آن هوای سرد تزریق می‌کنند در این حال پلاسما چون رشته باریکی از میان‌هوای سرد می‌گذرد ویقیناً جریان برق از میان این رشته باریك بشدت‌عبور می‌کند و خود شدت جریان الکتریسیته موجب بالا رفتن حرارت پلاسما می‌گردد.

تنها عامل جمع وجور شدن رشته پلاسما هوای سردنیست بلکه حوزه مغناطیسی مخصوصی نیز درآن مدخلیت دارد. این حوزه فاصله بفاصله مثل حلقه‌های لاستیك نامرئی بدور رشته پلاسما وجود دارد و منظرهٔ ظاهری آنرابندبند کرده است.

درچنین احوالی گازیونیزه مشتعل از سوراخ تهاستوانه **فوران** می‌کند. نگریستن به‌این تیغهٔ سفید و خیره کننده که چون شمشیر لمعان دارد دیدگان را آزرده مـی‌سازد. این تیغه یك مشت پلاسمای خالص است کـه در آن تقریباً هیچ اتم و مولکول غیریونیزه موجود نیست و ساختمان آن تـا حد زیادی به حوزه الکتریکی مولـدش بستگی دارد.

آیا پلاسما مـورد مصرف عملی هم دارد یا تولید آن فقط یك فانتزی علمی است؟ بله موارد مصرف بسیار دارد. لبهٔ تیزاین شمشیر فوق‌العاده گرم ودرخشان می‌تواند در استخراج فلزات، ساختمانهـای فلزی وصنایع معدن و بسیاری امور بما خدمت‌کند. ورقه ضخیم فولاد را چنان می‌بردکه گوئی کاردی را ازآب جوش خارج‌کرده میان‌قالب کره فرو می‌بریم. سرسخت‌ترین صخره‌ها را سریعتر ازهرالماس باآن می‌توان سفت و بیاری آن دیر گدازترین فلزات یعنی تنکستن را که تاکنون کسی بحال مایع ندیده می توان در یك آن بصورت مـذاب درآورد. مورد مصرف وسیع تیغه پلاسما در دستورالعمـل آیندهٔ دور قرارندارد، هم‌اکنون کوره‌های ذوب فلزکه باکمك پلاسماگرم‌می‌شوند در مؤسسهٔ بایکوف (A.Baĭkov) بکار مشغول‌اند. این کورهها بر اساس همان تشکیلات ساده که ذکر کردیم بنا شده‌اند ونیازمند به‌هیچ سازمان مکمل اختصاصی نیستند؛ باکمك تیغه‌های پلاسما بخوبی کار می‌کنند و بازدهی عالی دارند.

یك‌فلوی مجزا ازپلاسما یعنی یك لحظه تابش این تیغهٔ آتشین کافیست تاورقه پولاد آب دیده‌ای را که پانزده میلیمتر قطر دارد و با

جوش اکسیژن بزحمت بریده می‌شود براحتی بدو پاره کند . ضخامت محل برش از سه میلیمتر متجاوز نیست و لبه‌های برش فوق‌العاده نرم می‌باشند .

از سوی دیگر پلاسما قادر است ورقه‌های بسیار ظریف و نازك فولادرابهم جوش دهد وکیفیت مکانیکی محل‌التصاق راخیلی بدشواری می‌توان از خـود فلز تمیزداد.

این شعله قادر است فلزات را رنده کند. سطح مورد نظرراصاف نماید یا برآن خطوطی ظریف حك کند که در همه جا لبه مـوازی و یکنواخت دارند.

ازپلاسما می‌توان جهت ایجاد یك پوشش مادی به‌اجسام مختلف کمك‌گرفت. برای حصول این مقصود هم میتوان ماده پوشش دهنده را بصورت پودرپاشی بافوران گازانجام داد هم می‌توان ماده‌پوشش‌دهنده‌را بصورت شمش درمعرض پلاسما قرارداد تا آنرا بخارکرده باخود بروی جسم مورد نظر ببرد .

تیغهٔمافوق‌سوزان‌پلاسماهم‌اکنون‌دوشادوش‌سایرابزارهامثل‌وسیله برش، مته، وحتی دستگاههای الکتروارروزیون(Electro-erosion) بکار می‌رود. هرروزکه می‌گذرد توجه دانشمندان‌به‌این چهارمین‌عنصر یاچهارمین صورت ماده افزایش می‌یابد.

در اواخـر جنگ جهانی دوم یك دانشمند روسی به نام بابات (G.Babat) دست به‌تجربیاتی جهت ایجاد فوران حلقوی پلاسمازد. بعقیدهٔ این دانشمند بین یك فوران حلقوی پلاسما وآذرخش‌گلوله‌ای

شکل ارتباط وجود دارد[1] تجربیات نامبرده با موفقیت همراه بود نامبرده بعد از جنگ تحقیقات خود را باتفاق دانشمندان آمریکائی دنبال کرد.

امروزه دانشمندان موفق شده‌اند بیاری دستگاهی به‌بزرگی یك انگشتانه توده‌ای پلاسمای حلقوی تولید و رها سازند. دوقطب برق‌که به‌دوسوی این انگشتانه‌متصل‌است ازجنس‌تیتان اشباع شده‌ازهیدروژن ساخته شده.

هنگام عبور جریان برق یك‌قوس بین دوقطب پدید می‌آیدویك توده پلاسمای نیمه حلقوی از دستگاه خارج می‌گردد، بلافاصله شکل حلقه کامل بخود می‌گیرد و با سرعتی برابر دویست هزار کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کند.

این حلقه پلاسما که چنان سرعت حیرت انگیز دارد خواص عجیبی نیز ازخود ظاهر می‌سازد. از جمله بسهولت تام از میان حوزه مغناطیسی می‌گذرد، انگارحوزه رابرآن اثری نیست.

کمتر اتفاق می‌افتدکه دوگلوله‌پلاسمائی مزبور دریگدیگرادغام شوند بلکه اکثراً هریك جدا از دیگری مثل توپهای لاستیکی‌جست وخیز می‌نمایند . اما هرگاه حلقه یا گلوله پلاسمائی خردشود ، ذرات

۱ــ آذرخش که در اثر تخلیه الکتریکی دو قطعه ابر بابارالکتریکی مختلف و پتانسیل زیاد در جو حاصل می‌شود می‌تواند صور گوناگون داشته باشد . شایع‌ترین اشکال آن همان نوع شاخه شکسته یا درخت واژگون است وی انواع نادر دیگری مثل لوله‌ای ، حلقوی و گلوله شکل هم دارد : مترجم .

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

اعمال اثر متقابل چندین حلقه پلاسما اشکال جالبی دارد. مثل اعمال اثرمتقابل کهکشانهای مارپیچ وکهکشانهای بشکل S . امااین حلقه‌های‌پلاسماثابت وابدی‌نیستند، وقتی تجزیه‌شدند دوباره‌موجودیت بخشیدن به‌آنها ازلحاظ تجربی امری دشوار است.

آنچه باید بطور قطع ویقین بدانیم اینست‌که پلاسمائی که در آزمایشگاه تولید وبررسی می‌شود ودر ذهن به‌تجسم درمیاید خیلی با پلاسمای حاصله در چند میلیون درجه حرارت فرق دارد ؛ همچون آذرخش که پلاسمائی است با حرارت در حدود یك میلیون درجه حرارت .

تخلیه در اثر افزایش فشار درونی:

ـ نخستین‌کلام درباره دانش،شکافتن جبههٔ مجهولات است . . . باوسعت بخشیدن به‌این شکاف می‌توان به‌نتایج عالی رسید.

این‌کلامی است‌که ازدهان‌دانشمندان‌خارج می‌شود، دانشمندانی که خود جبههٔ مجهول را میشکافند. جبههٔ مجهول چیزی خیالی‌نیست بلکه واقعیتی است عینی . اولین رشته های علوم‌جدیدالاکتشاف از آزمایشگاهها و مراکز تحقیق می‌گذرند و درمؤسسات تجربی مستقر می‌گردند.

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 زیرصفر در آنجا حکومت می‌کند. باد سوزناکی می‌وزد، درست در همین نقطه تسخیر ناپذیر اطاقك‌هـای پلاستیکـی ایستگاه تحقیقات قطبی مستقراند. سربازان روشنگر چهرهٔ دانش در حالیکـه میان لباسهای مخصوص خود فرو رفته‌اند و این لباسها بـا جریان‌برق‌گرم‌می‌شود وماسکی بصورت دارند برای‌بازدید دستگاههای علمی که در نقاط مختلف نصب کرده‌اند و همچنین برای جمع آوری اطلاعات لازم اطاقکهای پلاستیکی را ترك می‌کنند. اهمیت اخباری‌که برای بولتن‌های خبری درمورد یك تکه‌سنگ آسمانی‌مخابره می‌شود هرگزکمتر از اهمیت خبر عقب نشینی دشمن در جبههٔ جنگ نیست.

درگوشهٔ دیگر عالم گروهی محقق بگرد میزی جمع شده‌اند. نظافت حیرت انگیز لابراتوار مزبورآدمی را خیره می‌کند. روی‌میز گیلاسهائی بلورین چیده شده که سرآنها را باچوب پنبه بسته‌اند‌درون این‌گیلاسها چیست؟ سرم ضد یك بیماری‌که تا آنروز غیر قابل درمان بود. سرم کلیهٔ مـراحل آزمایش را بطور قطعی با موفقیت پشت سر گذارده. اما آخرین آزمایش که پایان این مرحله تحقیق وجستجو و زحمت است باقی است! آزمایش روی انسان!

چه‌کسی اولین بیماری خواهد بود که با این سرم مداوا شود؟ این یك قمار خطرناك است. احتمال مرگ‌آن شخص‌کم نیست. درست باین می‌ماندکه گروهی سرباز درمحاصره دشمن باشند وآتش نوپخانهٔ خودرا بروی خودبازکنند.

در علم‌نیز همه چیز ممکن‌است‌پیش‌آید. دربرابر قلاع‌مستحکم دشمن بایستی از توپهای کالیبر بزرگ استفاده کرد. در برابر دژهای غیر قابل عبور طبیعت نیز مجبوریم گاهی از تلسکوپهای بزرگ یـا میکرسکپ‌های مافوق حساس سودبجوئیم.

بسیاراتفاق می‌افتد که یك‌کشف علمی دررشتهٔ‌معینی بخدمت‌کلیهٔ رشته‌های علمی درمی‌آید وطبیعت رابا ضربه‌ای محکم پس می‌زند مثلا کشف اتمهای مارك‌دار (مواد رادیوآکتیو) که‌توسط فیزیسین‌هاصورت گرفت، درزمین شناسی، معدن شناسی، گیاه شناسی، پزشکی و بسیاری موارد دیگر بکاررفت. درست‌همین‌وضع هنگامی‌که دانشمندان‌ازپشت سر یك دژ محکم طبیعت رامحاصره می‌کنند پدید می‌آید.

این همان مانوری است که دانشمندان شوروی هنگام مطالعهٔ پلاسما درحرارتهای مافوق زیاداعمال می‌نمایند.

دست یافتن به‌حرارتهای زیاد همانقدر تدریجی صورت می‌گیرد که درجه به‌درجه بسوی صفر مطلق نزول می‌کنیم. تا تولید چندهزار درجه حرارت اشکالی درپیش نیست. چنده هزار و بعدصدهزاردرجه و آنگاه نوبت تولید چند میلیون درجه حرارت است . قبلا اشاره شد اندیشه و راه تولید حرارت چند میلیون درجـه توسط ساخارف و تام پیشنهاد شد و نامبردگان موفق شدند طرحی نیزبرای ظرف نگهداری پلاسمای باچند میلیون درجه حرارت ارائه‌دهند.

آب را می‌توان در یك بطری، دریك چلیك چوبی یایك سطل حلبی نگهداشت اما نگهداری کردن آب در ظرفی ازکریستال نمك (نمك ترکی) به ذهن متواتر نخواهد شد چه آب تدریجاً دیواره‌های

ظرف را در خود حل کرده از آن به‌بیرون راه‌خواهد یافت.

بـرای نگهداری مایعات از ظروف ساخته شده از جنس هـای مختلف استفاده می‌کنند مثلا اسیدفلوئیدریک بایستی در بشکه‌ای‌از طلای سفید ذخیره شود چه اسید مزبور شیشه و آهن و سایر فلزات را رامی‌خورد، برعکس هیدروژن مایع‌را نمی‌توان درپلاتین‌نگهداری‌کرد چه به‌فلز نفوذ کـرده و در حرارت مختصری بالاتر از معمول از آن فرار می‌کند لذا پلاتین برای هیدروژن مایع مثل پنجرهٔ سیمی است. چدن مذاب را درون بشکه‌هائی می‌ریزندکه درونش آجر پخته را بـا طرزخاص چیده‌اند تاحرارت رامنعکس نماید.

اما پلاسمای با حرارت چندین هزار و چند میلیون درجـه را درچه‌ظرفی‌بایدریخت؟ ابرپلاسمائی کوچکی‌که‌ازتبخیرسیم‌فلزی بعلت عبور ناگهانی برق با ولتاژ زیاد حاصل می‌شود در یک چشم بهم زدن ناپدید می‌گردد، هیچ ظرفی قادر به‌نگهداری آن نیست. دشواری کار برای پلاسمای چند میلیون درجه‌ای باز بیشتر از آنست، هیچ عنصر شیمیائی و آلیاژی نداریم که در برابر چنان حـرارت استقامت داشته باشد. مشکل دیگر اینست‌که نمی‌توان چنان پلاسمای گرمی راباماده سردتری مواجه کرد بعبارت دیگر آنرا به‌ماده سردترتزریق نمودچه فی‌الفور 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 کیلـومتر دستگاه تلفن دو دوست را بهم متصل کـرده است. فرض کنیم قابلیت هدایت

حرارت در این سیم باندازهٔ پلاسماست اگر یکسر سیم آتش بگیرد بلافاصله خانه‌ای‌که صدکیلومتردورترقراردارد دستخوش حریق‌خواهد شد چه فوری این سر سیم نیز همان حرارت انتهای مشتعل را خواهد داشت البته شعله نیم ساعت بعدازطریق سیم به‌محل‌حریق خواهدرسید اما حرارتش آنی رسیده است . بدیهی است در این مثال تخیلی ما حرارت ازدست رفته در محیط اطراف سیم‌را حساب نکرده‌ایم.

بنابراین جدارهای ظرف پلاسما باچنان قابلیت هدایت‌حرارتی نمی‌تواند عنصر شیمیائی باشد. بهمین جهت دانشمندان شوروی بفکر ساختن ظرفی از « حوزه نیرو » افتادند . بعبارت ساده تر ظرفی با دیوار های حوزه مغناطیسی . در اواخر سال ۱۹۵۰ چنین توفیقی دست داد .

درون لوله‌ای با جدار های بسیار ضخیم اندکی گاز دوتریوم (Deuterium) که رادیو ایزوتوپ هیدروژن است وارد می کنند . حتماً گاز بایستی بسیار رقیق‌باشد. هسته هیدروژن‌فقط از یک‌پروتون ساخته شده اما هستهٔ دوتریوم مرکب از یک نوترون و یک پروتون است .

دو سر لوله فوق‌الذکررا به‌قطبین مثبت ومنفی متصل می‌نمایند. در باطریهای خازنی مخصوص قبلا مقادیر معتنابهی الکتریسیته القائی ذخیره شده است. دریک لحظه کلید زده می‌شودودرلوله تخلیه‌شدید الکتریکی ایجاد می‌گردد. جریانی بشدت چند میلیون آمپر ازداخل لوله می‌گذرد در واقع آبشار نیاگارای الکتریکی درلوله سرایز شده. توانائی ونیرومندی این جریان فقط در اولین لحظه استقرار بیش از

نیروی بزرگترین مرکز برق‌آبی جهان یعنی مرکز برق‌آبی لنین بر روی رودخانه ولگاست.

دراینحال دردوتریوم‌چه‌می‌گذرد؟ حوزه شدید الکترومغناطیسی سلطه خودرا برلوله ومحتویات‌آن‌گسترده‌است. دوتریوم بامکانیسمی که قبلاشرح دادیم مبدل به‌پلاسما می‌گردد . ذرات باردار پلاسما تحت تأثیر حوزه الکترو مغناطیسی به‌وسط لوله رانده می‌شوند ویك طناب باریك می‌سازند . این همان چیزی است که دانشمندان انتظار آن را می‌کشند .

ذرات بـار دار قادر به استخلاص از حوزه الکترو مغناطیسی نمی‌باشند ، بر عکس در اثر شدت حوزه سرعت هجوم ذرات به سمت مرکز لوله افزوده می‌گردد و فشار داخل پلاسما چند میلیون بار بالا می رود .

این را می دانیم که با افزایش فشار بر گازها حرارت آنها بالا می‌رود. اگر بخواهیم گازی بشدت گرم شود کافیست آنرا در لوله‌ای ریخته سرلوله‌رابا پیستونی مسدودکنیم. هرگاه پیستون بحرکت‌درآید گاز فشرده بشدت گرم خواهد شد . دراینجا گرمی حاصل از اصطکاك سیلندر وپیستون نیست بلکه حاصل فشار برگاز است.

پلاسما هم از این قانون تبعیت می‌کند. باافزایش فشار درطناب پلاسما می‌توان حرارت آنرا چند میلیون درجه بالا برد.

بدبختانه این‌پدیده‌دوامی اندك داردوجز بخشی ازثانیه‌نمی‌پاید. چه طناب پلاسما دراثر فشار داخلی شروع به اتساع می‌نماید . در اثر اینرسی این اتساع ازنقطه تعادل بین فشار درونی پلاسما ونیروی فشار

جدار مغناطیسی درمی‌گذرد. آنگاه ابرمتسع پلاسما که هنگام واتنش سردشده بازفشرده می‌شود وبصورت طناب باریك اولی در می‌آید ، این نبضان پیوسته تکرار می‌شود .

پلاسمای مذکور با پلاسمای سردتفاوت بسیاردارد. البته یادآور می‌شویم منظور ازپلاسمای سرد پلاسمائی است‌که چند ده هزار درجه بیشترگرم نیست ، این پلاسما بی‌رنگ و شفاف می‌باشد درخشش خیره کننده‌ندارد. اماپلاسمای‌گرم روشنائی‌کورکننده دارد وهنگامیکه‌طناب پلاسمائی بحد اکثر فشردگی می رسد دسته های ابر نوترون و امـواج اشعهٔ ایکس از آن ساطع می‌گـردد در حالی که پلاسمای سرد چنین خاصیتی ندارد.

محققین هنگام مطالعه‌روی طناب‌پلاسمائی پدیدهٔ جالب‌دیگری نیز کشف کرده‌اند که در پلاسمای سرد ملاحظه نمـی‌شود . این پدیده عبارت است ازعریض شدن فاق‌های طیفی دوتریوم در اسپکترسکپ . این گسترش فاق در طیف جذبی بحدی است کـه فوراً نظر بیننده را بخودجلب می‌کند.

آیا با روش فوق می توان حرارتهای باز هم بیشتری در پلاسما تولید کرد؟ یعنی باافزایش شدت تخلیه الکتریکی حرارت پلاسما را بالاتر برد. . . بلی اما باید دانست تفرقه وفقدان انرژی بصورت‌تشعشع چنان زیاد خواهد شدکه از افزایش حرارت درخواهدگذشت، دیواره‌های ظرف مغناطیسی که تا این لحظه برای نوترونها غیرقابل عبوربود شفاف می‌شود از سوی دیگرنفوذ پذیری این جدار مغناطیسی بـرای اشعهٔ مـرئی ، اشعهٔ ایکس و اشعهٔ رادیو الکتریك افزوده می‌گردد ،

بنا براین فرارنوترونهائی‌که تاآن وقت در زندان بودند وگریزانرژی بصور تشعشعی حرارت پلاسما را پائین می‌آورد.

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

سوخت ستارگان

از دهها سال پیش دانشمندان ذخیره احتمالـی نفت و روغـن مدفون‌دربطن‌زمین راتخمین‌زده‌اند وازآنروز تاکنون‌منحنی‌استخراج این مواد مرتباً سیر صعودی دارد.

نخستین چاههای نفت که حفر شدند چند سال بیشتر محصول نمی‌دادند، اما امروزه بابکاربستن روشهای نوین یعنی تزریق بخارآب بسیارگرم درچاه یاباگرم کردن آبهای زیرزمینی توسط جریان برق‌تا آخرین قطره های نفت موجود در هر معدن استخراج می گردد ، اما آدمی چنین توفیقی راآسان بدست نیاورده است. اگر سوخت ذخیره در لکـوموتیوها ، کشتی ها و هواپیما ها تمـام شود از حرکت بـاز خواهند ماند .

یقین است که مخازن مـواد نفتی روزی بپایان خواهند رسید. انسان که امروزه موادی را استخراج ومصرف می‌کند که آسان‌تر از معدن بیرون کشیده می‌شوند و ارزش انرژی بخشی آنها بیشتر است روزی مجبور خـواهد شد از موادی استفاده نماید که استخراج آنها

دشوارتر و ارزش سوختی آنها کمتر است . اما اینها هم سرانجام تمام خواهند شد. بکمك آب معادن نفت‌پاك‌تخلیه خواهندگردید. روزگاری فراخواهد رسیدکه مقادیر اندك مواد نفتی درردیف‌فسیل‌های ماموت و ماستودونت بعنوان شواهد و مدارك تاریخی در موزههای علوم طبیعی قرارخواهند گرفت. در این روز ماشین‌های بخار و ژنراتـور توربین‌های بخاری از حرکت باز می‌مانند ؟ هنوز خیر چه مواد سوختی کم ارزش‌تر و نامرغوب‌تر مثل شیست (Schiste) و ذغال تورب در زمین باقی است درآن عهد هر چه ارزش سوختی دارد در کوره‌ها سرازیـر خواهد شد. اما سرانجام اینها هم خاتمه می‌یابند پس‌زمین بصورت‌یك کارخانه انرژتیك عظیم ومتروك وسرد درمی‌آید ؟ زندگی و تمدنی که برپایه انرژتیك مواد سوختنی معدنی بنا شده خاموش خواهد شد؟

از روزگاریکـه برای نخستین بار آدمی با بینش محدود خـود چنین پیش آگهی بدی را احساس‌کرد سالیان دراز می‌گذرد ؛ بدلیل همین پیش آگهی قاعدتاً می‌بایست نبردی آشکار وپنهان برای‌تصاحب منابع نفت براه بیفتد، چنین نیز شد. اما ازآن ایام تااین ساعت‌هنوز هواپیماها درآسمان می‌غرند و ردیف روزافزون اتومبیلها درخیابانها درحرکت‌اند ، کشتی‌های بارکش‌عظیم بارنگ سفید خودسینهٔ نیلگون اقیانوسها را می‌شکافند.

مسئلهٔ هیجان انگیزتر اینست که گرچه مصرف مواد سوختنی قوی صعودی سریع دارد امااستخراج این‌مواد آنقدرها زیادنشده‌است ووسعت اکتشاف خیلی‌خیلی سریع‌تر ازمیزان استخراج رشد می‌کند. پایان این دریای‌گوهر روز به‌روز نزدیك‌تر می‌شود وازهزاران

سال پیش بینی شدهٔ قبلی به‌چند صدسال نزول کرده. با وجود این باید گفت ذخیرهٔ مواد انرژی زای زمین بی‌پایان است . صحبت از اتمام معادن نفت فقط داستانی است که کودکان ساده دل را می‌ترسانند.

با آنچه در بالا گفته شد دوسئوال پیش می‌آید که باید به‌هرکدام جداگانه پاسخ داده شود.

نخست آنکه باید اذعان کرد ذخایر مواد سوختنی در زمین بی‌نهایت نیستند و برطبق 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 پایان‌خواهدرسید.

دیگر آنکه قحطی مواد انرژی زا آدمی را تهدید نمی‌کند . مواد معدنی سوختنی جز در یك مرحله از تکامل جوامع بشری نقش اساسی بعنوان منبع اصلی انرژی بازی نکرده است. طی قرون واعصار بسیار انسان بدون کشف و مصرف نفت به موجودیت خود ادامه داده و پیشرفت کرده است . در این تردید نداریم که درآتیه نزدیك نه‌نفت و نه‌ذغال هیچکدام مولد اصلی انرژی نخواهندبود و درآتیه قابل پیش بینی جای‌آنها راانرژی هسته‌ای خواهدگرفت.

چراصحبت ازانرژی هسته‌ای بمیان‌آوردیم وسخن از انرژی‌باد نگفتیم؛ نیروی حاصله ازجزر ومد دریاها را از یاد بردیم، در طبقات زمین ودر آبشار بی‌قرار اشعهٔ خورشید و بسیاری از این قبیل منابع بسیار نیرومند انرژی وجود دارد که هنوز آدمی از آنها استفاده نکرده است ، در آینده متخصصین انرژتیك آنهارابر خواهند شمرد.

یك‌مترمربع ازیك چرخ موتوربادی (Eolienne) اگرسرعت

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

اما یك کیلو اورانیوم یعنی سوخت هسته‌ای بیست و دو میلیون وسیصد هزارکیلووات ساعت انرژی ایجاد می‌نماید . هیدروژن سوخت اتمی نیرومندتری است چه‌یك کیلوگرم از آن یکصد و هفتاد و هفت میلیون وپانصد هزارکیلووات‌ساعت انرژی تولید می‌کند.

طبق گزارش یکی‌ازمؤلفین‌کتاب حاضریکی‌ازاعضای‌فرهنگستان علوم اتحاد شوروی بنام آرتسی مـوویچ (L. Artsimovitch) در یادداشتهای خود رئوس مقدماتی ونقشه ابتدائی‌یك‌مرکز ترموالکتریك رابرقم کشیده، طراحی و محاسبه‌کرده است. این مرکزکه یك میلیون کیلووات برق تولید می‌کند فقط دوازده متر مربع سطح زیر بنا دارد وساختمانی یك طبقه است، هر متر مکعب مفید این ساختمان دویست هزار کیلو وات برق تولید می‌کند . حال این طرح را با توربین‌هـای عظیم مراکـز هیدرو الکتریك (مراکـز برق آبـی) مقایسه نمائید که گاهی طول سد آنها به یك کیلو متر می‌رسد و ساختمانی نه طبقه دارنـد .

نخستین مرکـز برق اتمی جهان در سال ۱۹۵۴ بقدرت تـولید ششصد هزارکیلووات دراتحادشوروی بکارافتاد، امروزه چنین‌مراکزی

به‌تعداد 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 کرده‌اند ولی آینده تنها در دست این مراکز نیست ؛ فی‌الواقع درقرن بیست ویکم انرژی اصلی مورد نیاز بشر ازطریق مخازن عظیم انرژی ترمونوکلئر (حرارتی هسته‌ای) تأمین خواهدشد.

ذخایر اورانیوم وتوریم (Thorium) یعنی سوخت اصلی مراکز برق اتمی عملا درجهان پایان ناپذیر نیست وسرانجام خاتمه خواهند یافت درحالیکه موجودی هیدروژن عملا در عالم بی‌نهایت است : مثلا فقط در هر مولکول آب که هفتاد درصد سطح زمین را پوشانیده دواتم هیدروژن موجود است.

رشتهٔ پلاسمائی که قبلا از تولید و نگهداری آن صحبت شد در گاز دوتریوم تولید می‌شود نه هیدروژن ، بنا براین دوتریوم سوخت مراکز ترمونوکلئر آینده خواهد بود . درکرهٔ ارض مقدار معتنابهی ازاین ایزوتوپ هیدروژن وجود دارد یعنی در برابر هر شش هزار اتم هیدروژن عادی یك اتم هیدروژن رادیو آکتیو موجود است نسبت هیدروژن موجود در مولکولهای آب نیز همین است یعنی دربرابرهر شش هزار مولکول آب یعنی ترکیب هیدروژن واکسیژن یك مولکول آب سنگین یعنی ترکیب دوتریوم واکسیژن وجود دارد. انرژی قابل استخراج از یك 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 وموارد دیگر بکار می‌برند. اما اگر دوتریوم رابعنوان سوخت مصرف نمائیم انرژی حاصله ازهرجهت رام‌ترومفیدتر از انرژی مراکز انرژی آبی (هیدرولیك) است. درآینده بهای هرکیلو وات ساعت انرژی ترمونوکلئر صدبار کمتر از یك 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 یك پروتون دارد، دومی دوتریوم که در هسته یك پروتون ویك نوترون دارد، سوم تری تیوم (Tritium) که در هسته یك پروتون و دو نوترون دارد. اختلاط و ترکیب دو هسته دوتریوم یا یك هسته هیدروژن ویك هسته تری‌تیوم یا یك هسته دوتریوم ویك هسته تری‌تیوم امکان پذیر است درهرحال حاصل ترکیب‌های یادشده ایجاد یك هسته هلیوم ومقدار معتنابهی انرژی آزاد است.

اما باید دید اختلاط و ترکیب یا ادغام دوهسته دوتریوم چگونه صورت می‌گیرد؟ تصورکنید در میکرسکپی خیالی که قادر بدنشان‌دادن ذرات ابتدائی ماده است. می‌نگریم. زیر چشم، مقداری مولکول گاز دیده می‌شود، این مولکولها دائماً مثل توپهای پلاستیکی کوچك در جست وخیز و برخورد به‌یکدیگرند. درشت نمائی میکرسکپ خیالی را افزوده و حرارت گاز را بالا می بریم یعنی مولکولهای گاز را با شعلهٔ باریکی که قادر بتنظیم حرارتش بین چندصد تاچند میلیارددرجه می‌باشیم مواجه می‌نمائیم.

در این‌حال ملاحظه میشودکه الکترونهای آزاد با سرعتی بسیار زیاد در میان مولکولهائی که سرعت کمی دارند در حرکت می‌باشند. در این گیر و دار یکی از الکترونها تصادفاً مثل گلوله تـوپ ناگهان به‌مولکول برخورد می‌کند؛ درنتیجه مولکول دوپاره می‌شود مثل‌اینکه کلوخی دراثر فرودآمدن بیل دوپاره گردد. غیراز دوپاره اصلی یایون مقدار زیادی‌نیز الکترون جدیدآزاد می‌شود.

حرارت شعله را افـزایش می‌دهیم. ادغام ذرات بیش از پیش افزایش می‌یابند هرلحظه مقدار مولکولهائی‌که ازنظر بار الکتریکی خنثی باشند کاهش می‌یابد وهردم به‌سرعت حرکت یونها و الکترونها افزوده می‌گردد، سرانجام حتی یك‌مولکول‌دست نخورده باقی‌نمی‌ماند.

نکته بسیارجالب وتماشائی اینست‌که‌سرعت هسته‌های‌هیدروژن، دوتریوم وتری‌تیوم هرقدر زیادباشد در یکدیگر ادغام نمی‌شوند و در هرآن‌که روبروی هم می‌رسند تغییر مسیر می‌دهند مثل‌اینکه هرکدام سعی می‌کند راهی برای دیگری بازکند. فهمیدن دلیل چنین‌واقعه‌ای دشوارنیست‌چه‌هسته‌های‌یادشده مرکب از پروتون بابارالکتریکی‌مثبت ونوترون می‌باشندکه نوترونهافاقدبارالکتریکی می‌باشندلذاپروتونهای باردار با یکدیگر مواجه می‌شوندکه بارمتناظر دارند ودوقطب‌متناظر یکدیگر را می‌رانند و همین نیروی رماننده مانع ادغام ذرات مزبور در یکدیگر است. لذا ذرات راهاله‌ای نامرئی در برگرفته که دیـده نمی‌شود ولی‌احساس می‌گردد. این هاله‌همان چیزی است که حـوزه **الکتریکی** نامیده می‌شود. دوهاله الکتریکی باهم برخورد می‌کنند و **مثل‌توپهای پلاستیکی** هرذره باهاله مخصوصش به‌سوی دیگرمی‌جهد.

اگر حرارت راباز هم بالاتر ببریم ذرات با سرعت بیشتر جابجا می‌شوند . در اینجا از خود سئوال می‌کنیم که در عالم سرعتهائی کـه به‌کابوس شبیه‌اند تصادم و ادغام هسته امکان وقوع دارد؟

برای یافتن پاسخ کافیست باز حرارت رابالا ببریم. باین ترتیب سرعت ذرات‌بحدی‌می‌رسدکه اینرسی‌حرکتی‌ذرات در مواجه‌بایکدیگر حوزه الکتریکی را خرد می‌کند و دو هسته با بار الکتریکـی واحد در یکدیگر ادغام می‌شوند. در چنین حال در یك لمحهٔ بسیار کوتاه‌از لحظه دو هسته اتمی در برابر یکدیگر ازحرکت‌باز می‌مانند وخطوط نیروی الکترو مغناطیسی آنها مثل فنری کـه کشیده شده باشد سعی می‌کند آنهارا ازیکدیگر دورکند ولی سرعت‌فزایندهٔ هسته‌هابه‌نیروی الکترو مغناطیسی غالب می‌آید و دو هسته نیز چون دو قطره جیوه‌که روی میزی سرگردان هستند ویکدیگر را می‌یابند و مخلوط می‌شوند درهم فرو رفته هسته جدیدی می‌سازند.

لحظهٔ ادغام دو هستهٔ اتم همانند انفجار اتمی است . کوانتاهای (Quanta) با طول موج‌های مختلف در همه جهات منتشر می‌شوند . اما هسته جدیدالولاده دیگر نه دوتریوم است نه تری‌تیوم بلکه هسته عنصر دیگری است که هلیوم نام دارد و بنفسه با سرعت سرسام‌آوری حرکت می‌کند ، ماحصل این ادغام غیر از تولید عنصر جدید رهائـی مقدارمعتنابهی انرژی است.

هر چه درجه حرارت را بالاتـر ببریم تصادم و ادغام هسته‌های اتمی را افزایش می‌دهیم و بیش ازپیش‌انرژی ترمونوکلئرآزادمیشود. بالاخره بجائی می‌رسدکه خود انرژی آزادشده شروع به‌افزودن درجه

حرارت پلاسما می‌کند وتصادم وادغام هسته‌ها را می‌آفریند.

آیا محتاطانه‌تر نخواهد بود کـه از میکروسکپ‌های خود دور شویم؟ آیا احتمال یك انفجار اتمی در بین نیست؟ بلی این احتمال وجود دارد. کافیست حرارت دوتریوم بحد معینی برسد تا مقادیـر فوق‌العاده زیاد انرژی رها شود، این همان اساس بمب‌های هیدروژنی است.

امروزه دیگر دانشمندان مراکز برق ترمونو کلئر را بشکـل لولهٔ مستقیمی کـه دو سرش به‌دو قطب برق وصل باشد طرح ریـزی نمی‌کنند بلکه برای این منظور لوله‌ای بطول ده متر و قطر یك متر خمیده بشکل تاج را ترجیح می‌دهند. بهرحال دوسرلوله مسدود است و این‌شکل راتور (Tore) می نامند. در کنار تور ضمائمی چون پمپ مخصوص تخلیه و ابزارهای‌کنترل جریان‌برق وغیره وجوددارد.

ماده سوخت درون توریعنی مولدانرژی‌ترمونوکلئرمخلوطی از دوتریوم و تری تیوم است که با کمك حوزه الکترو مغناطیسی فشرده شده. لولهٔ تور از بیرون با چندین ورقه پوشش مخصوص‌پوشیده شده، بعضی از این لایه‌ها برای ایجاد بطری‌های مغناطیسی تعبیه‌گردیده‌اند ونقش بعضی دیگرکنترل طناب پلاسمای‌حاصله وبالاخره وظیفه‌پاره‌ای دیگر ایجاد جریان برق است.

معنای آنچه گفته شد اینست که یك مرکز برق تـرمونوکلئر به تنهائـی هم دیك بخار است هم توربین است، هم خازن است، هم مخزن سوخت است هم الترناتور (متناوب کننده جریان برق).

در نتیجه رشته پلاسمائی بنفسه ناقل الکتریسیته است‌که حوزهٔ

الکترو مغناطیسی بوجود می آورد . تغییرات رشته پلاسمائی موجب القای تغییر در جریان الکتریسیته و لذا منجر به‌تغییر حوزه الکترو مغناطیسی می‌شود. اگرجسم هادی برق درحوزه متغیرالکترومغناطیسی قرارگیرد درآن الکتریسیته القائی تولید می‌شود. این همان جریان برقی است‌که از مرکز برق اتمی به‌شبکه شهرها و کارخانجات توزیع می‌گردد . لذا برای تولید چنین برق نیرومندی نه نیاز به‌توربین‌های جسیم است نه‌خازنهای بزرگ.

از طرفی در میان ضمائم این مرکز برق ترمونوکلئر (حرارتی هسته‌ای) می‌توان توربین، خازن وآلترناتور معمولی مشاهده کرد . از طرفی در بالا گفته شد که از رشته پلاسما انرژی عظیمی بصورت تشعشات مختلف ساطع می‌شود. این اشعه موجب گرم شدن شدیدجدار تور (Tore) می‌گردد برای سرد کردن جدار در این دیواره آب سرد در جریانست . آب مزبور مبدل به بخار گرم می‌شود و از همین بخار می توان برای براه انداختن تشکیلات ضمیمه مرکز برق اتمی سود جست .

این پروژه‌ایست که آقای آرتسی موویچ عضو فرهنگستان‌علوم در یادداشتهای خود طرح ریزی‌کرده است. نامبرده درهمین یادداشتها دشواریهائی را که احتمالا محققین با آنها روبرو خواهند شد نیز برشمرده است.

اولین مشکل و بزرگترین‌آنها درساختن‌بطری خاص‌نگهداری پلاسما نهفته است بطوریکه مدت نسبتاً طولانی حرارتش محفوظ باشد وسریعاً سرد نگردد.

ظرف یا بطری مخصوص را کـه جهت نگهداری پلاسما بکار می برند اصطلاحاً « تلهٔ پلاسما » می نامند . امروزه دو فرم تله جهت پلاسما رایج است .

نوع اول همانست‌که در بالا ذکرش بمیان‌آمد ولوله‌ایست‌تاجی شکل میان‌تهی (Tore) درون آن گاز دوتریوم وجود دارد . در اثـر اختلاف سطح الکتریکی در داخل لوله رشته‌ای پلاسما بشکل تاج یا توروئیدال (Toroïdal) ایجاد می‌گردد. حرارت پلاسما در اثر عبور جریان برق از آن تدریجاً بالا می‌رود ، در عین حال عبور جریان در اطراف لوله حوزه مغناطیسی ایجاد می‌کند که پلاسما را بصورت رشته در آورده مانع تماس آن با جدار شیشه‌ای می‌شود . برای اینکه رشته پلاسما پایدارتر گردد دورلوله با نصب سیم‌پیچ‌هائی (Bobine) حوزه مغناطیسی مکمل ایجاد می‌نمایند. البته هنوز خیلی زود است که ادعا کنیم با مکـانیسم های فوق‌الذکر استحکام و بقای قطعی به پـلاسما بخشیده‌ایم .

نوع دوم توسط بودکر(G. Boudker) پیشنهاد شده و آنرا «تلهٔعایق» می‌نامند. در این فرم لازم نیست‌لوله Sakharo-Tamm را بشکل تاج همانطورکه‌آرتسی موویچ عنوان می‌کند خم‌نمائیم بلکه کافیست با ایجاد دو حوزه مغناطیسی فوق العاده نیرومند در دو دهانهٔ لوله آنرا برای پلاسما مسدود نمائیم درست مثل اینکه دو چوب پنبه به‌دو سر لوله فروکرده‌ایم. محاسباتی‌که بودکر انجام داده ثابت می‌کند که پلاسما در چنین لوله‌ای پیوسته در حرکت رفت وآمدی است؛ مثل ساچمه‌های‌فولادی‌که‌روی سنگ گرانیت‌می‌افتندالکترونهاویونهادائماً

بین‌دوچوب پنبه مغناطیسی این‌طرف و آن‌طرف می‌روند.

با وجود این تله عایق نیز براطلاق وبطور قطع قادر به‌نگهداری پلاسما نیست ذرات یونیزه قادرند از درون لوله بگریزند ومقداری‌از انرژی پلاسما راهمراه ببرند .

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

دانشمندان منحنی نمایش انرژی معدوم شده از طریق چوب ـ پنبه‌های الکترو مغناطیسی را درتله عایق ترسیم ومقدار آنرا محاسبه کرده‌اند. البته می‌دانیم‌هرچه حرارت‌بالاتر برودتصادم وادغام هسته‌های اتم بیشتر خواهدشد لذا انرژی آزاد شده افزایش خواهد یافت. ثابت شده است‌که هرچه حرارت بالاتر برود انرژی مفقود شده در تله عایق کاهش می‌یابد. روی منحنی نمایش نقطه تلاقی دو خط نمودار افزایش حرارت وکاهش انرژی مفقودشده را تعادل حرارتی می‌نامند . در این نقطه پلاسما همانقدر حرارت ازدست می‌دهدکه روند سنتز هسته‌هلیوم حرارت تولید می‌نماید.

اکنون ازخود می‌پرسیم درچه درجه حرارتی این تعادل‌که‌تعادل حرارتی نام دارد برقرار می‌شود؟

ثابت‌شده است برای‌ادغام هسته‌های دوتریوم وتری‌تیوم درحدود یك‌میلیارد درجه حرارت لازم است. برای ادغام دو هسته دوتریوم در یکدیگر به‌ده میلیارد درجه حرارت نیازمندیم.

بنابراین ما هنوز از عمومی شدن مراکز ترمونوکلئر خیلی دور می‌باشیم. اماپیشرفت دانش‌هرگز بسرعت‌امروزی نبوده است.دانشمندان

باقدمهای آهسته ومحکم‌برای افزایش‌حرارت در«لوله‌تور» و«تله‌عایق» اقدام می‌کنند ابتدا بسوی صدها میلیون درجه حرارت و سپس بسوی میلیاردها درجه پیش خواهند رفت. گرچه موانع ومشکلات عدیده‌ای درپیش است ولی امکانات ماهم محدود نیست. بسیار محتمل است یك اقدام علمی ناگهانی وغیر منتظرهٔ دانشمندان فی‌البداهه ما را در برابر حرارتهای چند میلیاردی قراردهددرحالیکه مسئله حرارتهای چندصد میلیونی هنوز حل نشده باشد.

متخصصین فیزیك نجومی معتقدند حرارت جادوئی خورشید از منبع لایزال انرژی ترمونوکلئر (حرارتی هسته‌ای) تأمین می‌شود .

قرین افتخار باد دانشمندان این‌پرومته[1]هائیکه آن‌آتش‌راازدل آسمان می‌ربایند ودراینجا درروی زمین برمی‌افروزند .

۱ــ پرومته Prométhé : رب‌النوع آتش دراساطیر یونان باستان

۳

حوزه‌های نیرو

ـ مادهٔ نامرئی

ـ نیروئی که در همه‌جا هست

ـ انقلابی که توسط پرفسور انشتین تحقق یافت

ـ عالم درحال انبساط

ـ ذرات نیروی جاذبه

ـ در قلب اتم

ـ کارخانه ماده سازی

ـ قاره‌هائی که در انتظار کریستف کلمب هستند

مادهٔ نامرئی

هربرت ولز (Herbert Wells) کتابی بنام «کشور نابینایان» برشته تحریر درآورده است. قهرمان این کتاب درحین مسافرت خود به‌دره‌ای میرسد که‌کلیه ساکنین این دره نابینایند وکوری آنها مادرزادی است، از اجداد خود خاطره‌ای جزاین ندارندکه آنها نیزهمیشه کور بوده‌اند.

جنبه فلسفی داستان راکنارمی‌گذاریم‌که‌طی آن‌نویسنده‌خواسته است‌کوری معنوی عالم بشری رابیان‌کند و بظاهر قضیه نگاه می‌کنیم راستی اگر آدمی فقط شامه ولامسه وسامعه وذائقه داشته باشد یعنی از نعمت چشم بی‌بهره باشد می‌تواند به‌شناخت عالم نایل گردد؟ مخصوصاً قادرخواهد بودبفهمد که دردنیا نور ورنگی هست؟

بلی بدون هیچ تردید جواب مثبت است. اما برای نیل به‌ادراك

عالم پیشرفتی بطئی‌خواهد داشت چه طبق محاسبه متخصصین فن ۸۰٪ **اطلاعات** مکتسبه یااز طریق بینائی‌است‌یا با بینائی ارتباط غیرمستقیم دارد. اگر آدمی چشم نداشت بالاخره این راه راطی می‌کرد و به‌مفهوم رنگ وروشنائی دست می‌یافت.

کور ماد رزاد نور خورشید را در درجهٔ نخست از حرارت آن حس خواهد کرد و سپس با وسایل بسیار ابتدائی وساده مثلا حرارت سنجی‌که مرکب از دونوار فلزی است و روی چهار چوبه‌ای نسبت به درجه حرارت‌جابجا می‌شودخواهد سنجید. همین شخص‌تدریجاً قوانین انکسار نور را درخواهد یافت، مفهوم طیف خورشید بـرای او معلوم خواهد شد ولی‌بدیهی است‌که بین دو دامنهٔ نامرئی طیف (مافوق بنفش و مادون قرمز) شکافی حس نخواهد کرد چه برای هر طول موجی نابیناست .

کمی دیرتر چنین آدمی به‌وجود ماه‌واقف خواهدشد، ستارگان را درخواهد یافت، ثوابت رابا اثر جزر ومدی که القا می‌کنند تـوسط ترمومتر (زوج ترمو الکتریك) بسیار حساس خواهد شناخت . چنین موجودی هر تغییر مادی قابل تفکیك توسط ذائقه ، سامعه ، لامسه و شامه را سریعاً درخـواهد یافت . یك چنین موجود خیالـی هرآینه فیزیکدان عصر پیشرفته دانش باشد بما خواهد گفت رنگ قرمز یعنی ارتعاشات الکترو مغناطیسی باطول موج درحدود هفتصد و پنجاه میلی میکرون، طول موج ارتعاشات رنگ سبز پانصد وپنجاه میلی میکرن و از آن بنفش قریب چهارصد میلی میکرن. هر فیزیکدان چشم‌دارنیز چنین بیانی راتصدیق خواهدکرد.

می‌توان دامنهٔ تصور را توسعه داد وبعکس بالا موجودی درنظر آوردکه توانائی رویت انواع واقسام امواج رادیو الکتریك مثل اشعهٔ ایکس را داشته باشد. یابتواند کلیهٔ امواج طیف الکترو مغناطیسی را برأی‌العین ملاحظه کند . بنظر چنین شخصی آنتن‌های رادیوئی با درخششی خیره‌کننده خواهند درخشید،کابلهای قطار الکتریکی‌نوری چشم‌گیر خواهند داشت. سیم‌های برق راهاله‌ای لرزان در برخواهد گرفت. بدن گرم‌انسان و رادیانورهای شوفاژ سانترال اشعه مرئی خواهند داشت. برای چنین شخصی‌ماچون موش کور نابینائی به‌حساب خواهیم آمد.

اگر چنین موجودی رابه‌چشم ببینیم باو خواهیم‌گفت که ما در عجبیم که شما چطور امواج رادیو الکتریك باطول‌سه سانتیمتر تاچند مترررا مشاهده می‌کنید. بسیار خوب اگر ما قادر به‌درك هیچیك از آن طول موجها با اندامهای حواس‌خودنمی‌باشیم درعوض می‌توانیم‌بارادیو وتلویزیون و سایر وسایل دامنهٔ وسیع امواج الکترو مغناطیس راحس کنیم ومطالعه نمائیم.

یك منشور بلوری بردارید بیك سویش اشعهٔ سفیدی بتابانیداز طرف دیگر ناظر رنگهای متعددی خواهید بود.

بخش آخر رنگ قرمز خیلی بدشواری، قابل رویت است اما دیدنش آنقدرها برای تشخیص کیفیت وجودیش اهمیت‌ندارد. دورای نور قرمز دریائی ازطول موجهای نامرئی‌موجوداست. بخش مرئی‌طیف از قرمز تا بنفش رنگهای مختلفی دارد که در همان هم فاق و شکاف و گسل بسیار است درآنسوی مرز بنفش دنیای امواج رادیوالکتریك

قرار دارند. این دنیا اوایل نه جذبهٔ علمی داشت نه مصرف عملی اما تعرض آدمی به‌این عالم سرانجام تحقق یافت . روزی که کاملا از آن بهره‌برداری شود رویای نویسندگانیکه داستان‌های علمی می‌نویسند صورت واقعی بخود خواهد گرفت وهرکس خواهد توانست فرستنده و گیرنده‌ای باطول موج مخصوص بخود داشته باشد. مورد مصرف امواج خیلی‌کوتاه‌بسیارزیاد است، تلویزیونها وفرستنده‌های اشعهٔ مافوق‌کوتاه ازآن جمله‌اند. امواج الکترو رادیوئی با طول موج کوتاه و متوسط وبلند بدقت مطالعه و ارزیابی شده‌اند، هرفیزیکدان مطلعی بسادگی بما خواهد گفت‌که برای استقرار تماس بایك سفینه کیهانی‌که به‌سمت مریخ می‌رود بهتر است باچه طول موج‌کارکنیم؛ برای برقراری‌رابطه بین ایستگاههای تحقیقاتی زمین کدام طول موج مناسبتراست. همین فیزیکدان قادر خواهد بود فرستنده‌ها وگیرنده‌های‌بسیار حساسی‌روی همان طول موجها بسازد.

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

پس ازاشعهٔ ایکس نوبت اشعهٔ گاماست که قابلیت نفوذ بیشتری دارد. ورقه‌ای بقطر بیست سانتیمتر از آلومینیوم خالص فقط ۵۰٪ از فلوی‌اشعهٔ‌گاما می‌کاهد. بعضی از فعل و انفعالات داخل هسته‌ای ممکن است منجر به‌ساطع شدن اشعهٔ گاماگردد.

ماکلیهٔ انواع امواج الکترو مغناطیسی رامی‌شناسیم. هر بخشی ازآن غیر ازسایر بخشهاست لذا بهم شباهت ندارند. مثلا اشعهٔ مادون قرمز یا اشعهٔ حرارتی قادر به‌نفوذ در نازکترین قشر فلز نمی‌باشداگر از ملائی به‌ملاء دیگر وارد گردد بسهولت منکسر می‌شود، درحالیکه اشعهٔ گاماکه آنرا اشعهٔ سخت‌هم‌می‌نامند از اقشار ضخیم فلز می‌گذرد. تنها در خلاء است که تمام امواج الکترو مغناطیسی صرفنظر از طول موج ومحل استقرار درطیفی‌که بآن تعلق دارند و گذشته ازمنبعی که آنها را ساطع می‌نماید کاملا بهم شبیه بوده از قوانین واحدی پیروی می‌نمایند. جنس همهٔ آنها یکی است یعنی همگی‌حاصل ارتعاش‌حوزه می‌باشند. امااختلاف بین امواج متفاوت نتیجهٔ منطقی اجتماع‌تغییرات 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 موجد حوزه الکترو مغناطیسی‌است. هنگامی‌که جریان‌الکتریسیته‌درهادی برقرار می‌شود در اطرافش‌حوزه الکترو مغناطیسی پدید می‌آید. قبلا اشاره کردیم که حوزه الکترو ـ مغناطیسی بـا سرعتی بسیار ولـی محدود بحد معینی پخش می‌شود. این سرعت در خلاءِ نزدیك سیصد هزار کیلو متر در ثانیه است. اگر شدت جـریان تغییر نماید شدت حـوزه الکترو مغناطیسی نیز تغییر خواهدکرد.

نـوسانات الکتریکی در آنتن های فرستندهٔ رادیوئی مـوجب

پیدایش یك حوزه الکترو مغناطیسی می‌گرددکه در تمام جهات پخش می‌شوند . اگر این حوزه الکترو 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 می شود واز بلند گوی گیرنده پخش می‌گردد.

درهمان زمان‌که رادیو گوش می‌کنیم وزوز، خرخر، کرت کرت وقار وقورنیزشنیده می‌شود . اینها چه‌هستند؟ اینها را امواج پارازیت می‌نامند وحاصل اختلالی است‌که در اثر طبیعت در کارگیرنده حاصل می‌شود. سرمنشأ آنها درکدام گوشهٔ عالم است؟ طبیعت درکجا صدها و هزاران آنتن ولامپ الکترونیك پنهان کرده است؟

طبیعت نه چنان آنتن‌هائی دارد ونه چنان دستگاههائی. امواج هرتز (امواج رادیوئی) درآغوش آذرخش‌های شدید، لرزش آرام‌شفق قطبی‌وادغام‌الکترونها باهسته‌هادرمیان‌گردوگازهای‌کیهانی‌بی‌نهایت دور زاده‌می‌شوند. تمام‌اینهاحاصل تولید پلاسماست. چنین اثری‌را در طیف امواج رادیو الکتریك مشاهده کرده‌ایم .

هنوزگفتگوی بسیاری دربارهٔ حوزهٔ الکترومغناطیسی داریم‌اما قبل از همه باید باخاصیت دو وجهی آن آشنا شویم . برای درك بهتر این خاصیت ناگزیریم بدانیم نفس حوزه الکترو مغناطیسی چیست . بسیار خوب. برای فهم مطلب ازنورمرئی شروع می‌کنیم .

نور چیست؟

ـ پاره‌ای از دانشمندان اظهار می‌دارند نور عبارت از فلوی پاره‌ای ذرات باردار است.

ـ عده‌ای دیگر می‌گویند نور عبارت است‌از نوسان‌موجی‌شکل اثیر(Eher). از اثیر چیزی جز این نمی‌دانیم‌که محیطی است‌که نور رااز خود عبور می‌دهد.

ـ اما نظر دوم غلط است چه نور مرکب از ذراتی است که فوج فوج پخش می‌شود ودر میان هر دو فوج متوالی فاصله‌ای خالی وجود دارد . این را به‌چشم می‌توان دید . برای اثبات این نظریه کافیست شخصی را که دید خوبی دارد نیم ساعت دراطاقی کاملا تاریك حبس نمائیم تا چشمش به‌تاریکی عادت‌کند وقادر به‌درك کمترین مقداررروشنی باشد. آنگاه ازروزنهٔ بسیار کوچکی که در برابر صفحهٔ دواری قرار دارد وبرروی‌آن سوراخهای ریزی تعبیه شده رشته باریك نوری‌به‌چشم محبوس اتاق تاریك بتابانیم. چون صفحه درحال گردش است نور فقط درلحظاتی بداخل نفوذ می‌کند که سوراخ صفحه و روزنهٔ دیوار با هم منطبق شوند . در مدت زمان معینی دفعات دخول نور در اطاق تاریك مشخص است ولی زندانی تیزبین، بدفعات انطباق‌سوراخ صفحه وروزنهٔ 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 فلوی نور پیوسته بود نه منقطع چشم بینندهٔ مزبورهر بار که دو سوراخ منطبق می‌شد روشنی می‌دید ، اما نور متشکل از ذرات مجزائی است که اصطلاحاً فتون نامیده می‌شوند . چشم ابزار حساسی

است‌که تقریباً در برابر هرفتون عکس‌العملی نشان می‌دهد، حتی اگر مقدار فتون بسیار کم باشد. اگر ازروزنهٔ یاد شده در بالا دودسته فتون عبورکندکه تفاوت اندکی داشته باشد چشم‌قادربه‌درك تفاوت آنهاخواهد بود. دلیل چنین حساسیت سلولهای عصبی چشم اینست‌که هررشته نور ازافواج فتونهای جداتشکیل می‌شود که بدنبال هم درحرکت‌اند نه‌یك رشته پیوسته همانند.

ـ طرفداران فرضیهٔ موجی نور باکمی اندیشه خواهندگفت حق باشماست. دلایل وبراهین‌بسیاری بنفع‌نظریهٔ ذره‌ای نورمی‌توان عرضه کرد اما دست ماهم خالی نیست، کافیست پلکهای چشم خودرا نیم‌بسته کرده به‌فانوسی‌که دور ازپنجره آویخته است نگاه کنید، اکنون ناظر یك‌نقطه نورانی هستید که اطراف‌آنرا دوایرتاریك وروشن‌گرفته است یا روی یك مقوای سیاه با سنجاق سوراخ ریزی درست کنید و آن را دربرابرنورشدید بگیرید. ازپشت سوراخ‌فقط یك‌نقطه روشن نخواهید دید بلکه دورتادور این نقطه حلقه‌های تاریك وروشن دیده خواهدشد. اگرنور از ذرات جداجدا تشکیل می‌شد چنین پدیده‌ای اتفاق نمی‌افتاد فقط موج می‌تواند دیواره های سوراخ را دور بزند و موجب پیدایش این پدیده گرددکه آن را انحراف نور می‌نامیم . بنابراین نورطبیعتی موجی دارد.

با ارائه انواع شواهد ودلایل این مباحثه را می‌توان تابی‌نهایت ادامه داد. باید اذعان کردکه بدقت پدیده‌ها وشواهد بسیاری می‌توان یافت‌که نور تشعشع الکترو مغناطیسی خاصی است‌که ازذرات جداجدا تشکیل‌شده ونیزمی‌توان‌شواهدی‌ارائه‌دادکه‌این‌تشعشع‌الکترومغناطیسی

طبیعتی موجی دارد.

پس حقیقت چیست ؟ علیرغم عقیده والری بریوسوف (Valeri Briussov) که دراین بیت شعرش منعکس است: «درعالم حقایق بسیاری هست که غالباً یکی برضد دیگری است.» در مورد نور «حقایق برله» یکدیگرند نه برعلیه. نورعبارت ازحوزه الکترومغناطیسی دوجنبتین است. میتوان چنین انگاشت که فلوی فتونی است که ذرات بعلت انرژی موجود دربطن خود ازیکدیگر فاصله دارند ونیزمی‌توان نوررا حوزه الکترو مغناطیسی دانست که مرکب از فلوی امواج است که نسبت بطول موج یکی بادیگری فرق دارد.

هر چه طول امواج الکترو مغناطیسی بیشتر باشد اکتشاف اختصاصات فلوی ذرات دشوارتر است بعکس هرچه این طول موج کوتاهترشودکیفیت تموجی آنها درك نمی‌شود وکیفیت ذره‌ای بیشتر بروز می‌کند. بهمین دلیل است که اشعهٔ گاما تقریباً هیچ خاصیت تموجی ندارد وباز بهمین علت گاهی آنرا کوانتای گاما نیز می‌نامند و عده‌ای نیزفقط بابکار بردن ذرات گاما از آنها یاد می‌کنند.

یکبار دیگر تکرار می‌کنیم امواج هرتز (رادیو الکتریك) ، اشعهٔ مرئی، اشعهٔ ایکس وکوانتای گاما ازیك قماش‌اند وفقط چهره‌های متفاوت حوزهٔ الکترومغناطیسی به‌شمار می‌روند.

ذرات بسیار ریز نور مرئی را اصطلاحاً فتون می‌نامند که خود نوعی کوانتاست علیهذا نام کلی ذرات حوزهٔ الکترو مغناطیسی کوانتا (Quanta) است. یك کوانتوم (Quantum) ذرهٔ بسیار کوچك حوزهٔ الکترو مغناطیسی است وبه‌تنهائی یك کوانتوم مثل الکترون و پروتون

ونوترون‌که ذرهٔ ابتدائی‌ماده به‌حساب می‌آیندذرهٔ ابتدائی‌صورت‌دیگر ماده یعنی حوزه الکترومغناطیسی‌است.کیفیت وخواص حوزهٔ الکترو- مغناطیسی ازطریق تجربی نیزکشف شده است.

درکیفیت‌کوانتائی حوزه الکترو مغناطیسی‌همانطورکه دروجود الکترون تردید نیست جای شبهه نمی‌باشد.

حوزه الکترو مغناطیس آیا از جنس ماده است؟ بله ماده‌ایست درحال فعل وانفعال متقابل؛ انرژی دارد و می‌توانند آنرا منتقل کند. جرم هم دارد. هـر گاه ماده حوزه الکترو مغناطیس ایجاد نماید مقداری ازجرم وانرژی خود را از دست می‌دهد. مقدار فقدان جرم‌در جسمی‌که بدست‌مابرافروخته می‌شود ونورمی‌دهد فی‌الواقع بسیارناچیز است اما جرمی‌که خورشید دراثر تشعشع دائم ازدست می‌دهد و در اثر آن نور وحرارت وکلیه امواج طیف الکترو مغناطیس از امواج هرتز گرفته تاذرات گاما تولید می‌گردد قابل‌چشم پوشی نیست. طبق‌برآورد دانشمندان خورشید روزانه میلیاردهاتن ماده ازدست می‌دهد. ازچنین اسراف وتبذیری نباید هراسان شد، خورشیدآنقدرها اندوخته داردکه میلیاردها سال چنین خرجی را تحمل کند. در پاره‌ای شرایط واکنش معکوس یعنی تبدیل حوزه الکترو مغناطیسی به ماده ملموس مقدور است.

درعلم وتکنیک‌امواج الکترومغناطیسی با طول‌موجهای مختلف مورد استفاده قرارمی‌گیرد. اگرروی کاغذی طیف‌وسیع امواج‌الکترو- مغناطیسی ترسیم گردد می‌توان کار برد هـرکدام را بدقت در برابرش نوشت و نشان داد کـه از میان آنها پاره‌ای بیشتر و پـاره‌ای کمتر

بخدمت‌ما درآمده‌اند 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 هرطول موج می‌باشیم. با وجود این دانش انسان بحدی رسیده است‌که ادعاکند که‌هرطول موج‌رابخوبی می‌شناسد. اضافه‌کنیم که حوزه مغناطیسی خالص نیز یکی از صور حوزه الکترو مغناطیسی است .

اماآیا قادریم منحنی نمایش حوزه‌های دیگر مثل حوزه ثقل‌را ترسیم نمائیم یاگرافیك حوزهٔ هسته‌ای را به‌روی‌کاغذ آوریم؟

خیر ، آدمی هنوز در برابر اینها به‌فتوحات بسیار دست نیافته است. اطلاعات مادراین موارد بسیار کمتر از حوزه الکترو مغناطیسی است . اینها سرزمینهای نا شناختهٔ دانش‌اند و انتظار کریستف کلمب

بیان ریاضی : فشاریك‌حوزه :

درفضای بین ستارگان تراکم ماده بسیار اندك است واز $۱۰^{-۲۴}$ گرم در سانتیمتر مکعب تجاوز نمی‌کند و این رقم معادل یك اتم هیدروژن در هر یك سانتیمتر مکعب از فضاست .

فضا معبر حوزه‌های گوناگون است : حوزه الکترو مغناطیسی (خاصه حوزه نورانی) وحوزه ثقل، این حوزه‌ها فرضیه‌نسبیت‌انشتین رااثبات‌می‌کنند بعبارتی وزن دارند وبه‌اعتباری جرم.

نورنیز 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 همهٔ این باید دید فعلا دراین دو زمینه چه می‌دانیم ؟ اکنون به‌نیروی جاذبه می‌پردازیم نیروئی‌که درهمه جا هست.

نیروئی که در همه جا هست

این نیرو در همه جا با سرسختی لجوجانه‌ای حاضر است . در روی کرهٔ ارض نقطه‌ای نمی‌توان یافت که وجودش احساس نشود . در هر نقطه کیهان نیز جاذبه این قانون و نیروی ابدی ماده وجود دارد . هیچ رادع وحاجبی از نفوذ این نیروی شگرف جلوگیری نمی‌کند.از چنگال آن به‌هیچ جا نمی‌توان پناه برد. بابعد فاصله ازشدتش کاسته می‌گردد ولی هرگز بکلی نابود نمی‌شود. این‌نیروی در همه جا حاضر جاذبه عمومی نام دارد وسابقاً آنرانیروی ثقل می‌خواندند.

ودرسال ۱۹۰۱ عملا توسط دانشمند روس لبدوف (Lebedev) ثابت شد.

اثر پیش راننده نور با فرمول مقابل $I=\frac{E}{C}$ سنجیده می‌شود . در این فرمول I عبارت است نیروی پیش راننده یا فشار نور، Eعبارت است از انرژی آن و C عبارت است از سرعت نور (سیصدهزار کیلومتر درثانیه)

انرژی نور وابسته به‌فرکانس نوسانات آنست ، بعبارت دیگر وابسته بطول موج آنست.

$$E=hv=\frac{hc}{\lambda}$$

دراینجا $h=۶۶۲\times۱۰^{-۲۷}$ ارگ برثانیه که‌آنرا قدرثابت‌پلانك هم

در روی زمین رودخانه های بزرگی در جـریانست . همیشه از کوه‌های مرتفع سرچشمه گرفته به‌سوی دریاها ودریاچه‌ها واقیانوسها می‌روند. مثالی درمیان همهٔ اقوام هست که مضمونش اینست : هرگـز رودخانه‌به‌سوی سرچشمهٔ خودباز نمی‌گردد.آب‌هیچوقت سربالانمی‌رود چه حرکتش دراثر نیروی جاذبهٔ زمین تأمین می‌گردد .

همین نیرو آدمی رابه‌زمین میخکوب کرده است . برای اینکه جسمی بصورت قمر مصنوعی زمین در آید سرعتی حداقل برابر هشت کیلومتر درثانیه‌لازم‌دارد. برای‌رهائی ازحوزهٔ جاذبهٔ زمین‌بایدسرعتش به۱۱/۲ کیلومتر در ثانیه برسد و برای استخلاص از نیروی جاذبـهٔ خورشید باید سرعت به۱۶/۷ کیلومتر درثانیه بالغ‌گردد.

آدمی اززمانهای خیلی قدیم این نیرو راشناخته وبا جاذبه انس والفت داشته است. اماخیلی زمان نیست‌که ازسرعت لازم جهت رهائی ازجاذبهٔ زمین بهره برداری می‌کند.

ایساك_نیوتون نخستین کسی‌بودکه بمفهوم علمی جاذبه‌رادریافت وقوانین آنراگشود. داستانی‌که نیوتون بامشاهدهٔ سقوط سیب از درخت

می‌گویند. و v عبارت است ازفرکانس نوسانات λ عبارت است‌ازطول موج .

عمل فشار پیش راننده نور باین ترتیب به نحو زیـر تفسیر می‌شود :

$I = \frac{h}{\lambda}$ بنابراین فشار نورمتناسب است بامعکوس طول موج .

فشار نور عبارت است از :

$$P = \frac{S(I+R)}{C} \times \frac{\text{ارگ ثانیه}}{\text{سانتیمتر مربع}}$$

دراین فرمول S مساحت و R ضریب انکسار محیط است .

متوجه نیروی ثقل شد شهرهٔ آفاقاست. می‌گویند خود دانشمندچنین داستانی راساز کرده تاخویش را ازچنگال اشخاص کنجکاوی که‌دائماً از او می‌پرسیدند چگونه به‌این ناموس‌بزرگ طبیعت دست‌یافت‌برهاند. القصه داستانی که امروز ازنظر هرشاگرد دبستانی جزو بدیهیات است آدمی را وامی‌دارد که از خود بپرسد چرا قبل از نیوتون کسی آنرا ندید یادید ونفهمید. اما بدیهی بودن جاذبه فقط جنبه ظاهری دارد. برای‌کشف 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 رادر فنومنهای مختلف آزمایش کرد. او دامنهٔ عمل را به‌تمام عالم شناخته شده آنروز گسترش داد. مشاهده کرد این‌قانون درهمه جا چه‌درزمین وچه درفضای کیهانی صادق‌است.

شصت یاهفتاد سال قبل ازنیوتون دانشمند بزرگ آلمانی کپلر قانون اصلی‌گردش سیارات رابدور خورشید کشف‌کرده‌بود. این‌قوانین 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 چراو چگونه.

نیوتون نشان داد حرکات مذکور تابع قانون جاذبهٔ عمومی است و نامبرده‌کلیه قوانین‌کپلررا ازروی قانون جاذبهٔ‌عمومی‌استخراج وتائید کرد.

کشف نپتون سیارهٔ دور منظومهٔ شمسی‌یکی از درخشانترین

پیروزیهای قانون جاذبهٔ عمومی است . چه دانشمندان از مدتها پیش مشاهده کرده بودند که سیارهٔ 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 اواخرقرن هجدهم با تفکر در این پدیده باین نتیجه رسید که در وراء اورانوس سیارهٔ 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 به‌محاسبات وریه سیاره جدید کشف شد. لذا نوك قلم قبل ازتلکسوپ سیاره‌ای را یافت.

بیان ریاضی

قوانین نیوتون وکولومب (Coulomb):

چنانکه نیوتون ثابت‌کرده است بین دوجسم نیروی جاذبه‌ای برابر F وجوددارد. این نیرو باحاصل ضرب جرم دوجسم M_1 وM_2 نسبت مستقیم‌و یا مجذورفاصله آنها r نسبت معکوس دارد. فرمول‌جاذبهٔ نیوتونی چنین‌است

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

در این فرمول G مقدار ثابتی است درسیستم C.G.S که واحد طول سانیمتر، واحد وزن گرم وواحد زمان ثانیه می‌باشد ضریب‌ثابت فرمول‌جاذبه برابر است با:

$$G=6/67\times 10^{-8}\ \frac{\text{سانتمتر مکعب}}{\text{g.s}^2}$$

قدرمطلق ضریب مزبور ازراه تجربه‌بدست‌آمده‌است .

مقدار $g=\frac{GM_1}{r^2}=\frac{F}{M_2}$ سرعتی‌است‌که جسمی باجرم M_2 دراثر نیروی جاذبهٔ جسم دیگری بجرم M_1 بسوی M_1 کشیده میشود.

این کشف پیروزی بزرگی جهت دانش بشری بود و پس از دهها سال ثابت شد فرضیهٔ کلاسیك جاذبهٔ عمومی نیوتون شکست ناپذیر است. با اینهمه با پیشرفت زمان پدیده‌های جدیدی مشاهده می‌شوند که تنها بافرضیهٔ جاذبهٔ عمومی قابل تفسیر نیستند. از جمله باید قضیهٔ تضاد و تناقص سلیگر (Seeliger) رابطور مثال عنوان کرد.

کیهان بی‌انتهاست و چهره‌های گوناگون دارد. عمر آن محدود نیست ومحدود نمی‌شود. وسعت عالم نامتناهی است وهر نقطه کم وبیش امتلاء مادی دارد. بنا بر این برای عالم می توان 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 به‌نسبت مستقیم حاصل ضرب بار الکتریکی‌شان وبه‌نسبت معکوس مجذور فاصله‌شان یکدیگر راجذب می‌نمایند. اگر بار الکتریکی آنها هم‌نام باشد طبق همین رابطه یکدیگر را می رانند . اگر نیروی مزبور را f فرض نمائیم $f = A \times \frac{e_1 \times e_2}{r^2}$ در این رابطه e_2وe_1 بار الکتریکی دوذره باردار و A ضریب نسبیت است. اگر درسیستم C G.S بارالکتریکی‌یك الکترون راواحد فرض‌کنیم از رابطه زیر استخراج و درفرمول قرار میگیرد

$$e = ۴/۸ \times ۱۰^{-۸} \times \frac{g^{\frac{۱}{۲}} \times cm^{\frac{۳}{۲}}}{s}$$

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

البته این راهم باید دانست که نیروی جاذبه یا رماننده دردنیای ذرات کوچك نسبت به نیروهای‌از منشأ الکترواستاتیك بسیار ناچیز است.

سلیگر باتوجه به جاذبهٔ عمومی تصمیم‌گرفت نیروی جاذبه عالم نامتناهی رادر نقطه معینی تخمین بزند.

با احتساب فرمول جاذبه وبااعمال تغییرات لازم در آن نامبرده باین نتیجه رسید که اگر تراکم ماده را در عالم عدد ثابتی فرض کنیم نیروی جاذبه متناسب باشعاع عالم است. اما چون عالم انتها نداردواین شعاع نیز بی‌نهایت است، لذا نیروی جاذبه در هر نقطه مفروض برابر بی‌نهایت‌است باوجوداین درعمل چنین‌چیزی مشاهده نمی‌شود. پس‌باید پرسید که‌آیا قانون جاذبه عمومی درمقیاس عالم اعتباری ندارد؟

نظریات بسیاری برای حل این تضاد وتناقض پیشنهاد شده‌است. ساده‌ترین فرض اینست‌که تراکم ماده هرچه‌به‌پیش‌رویم کاهش می‌یابد؛ لذا سرانجام به‌نقطه‌ای از عالم خواهیم رسیدکه اصلاماده وجودندارد. اگر چنین فرضی صحیح باشد باید وجود فضای تهی ازماده را بپذیریم اما این‌فرضیه جزتئوری پوچی نیست چه نمی‌توان گوشه‌ای از فضا را یافت که تهی از ماده باشد یا اصلاغیر مادی باشد پس‌چنین‌فرضی تضاد و تناقض سلیگر را حل نمی کند بلکه خود در برابر واقعیت ذوب می‌شود .

خود سلیگر معتقد است‌که نیروی جاذبه بامجذور فاصلهٔ نسبت عکس ندارد یعنی اگر دوجسم از هم دور شوند نیروی جاذبه بین‌آنها به‌نسبت مجذور فاصله آن دو کاهش نمی‌یابد بلکه بیش از آن کاسته می‌شود. این فرض‌گرچه‌تاحدی‌مشکل راحل‌می‌کندولی‌صحت‌فرمولهای نیوتون را به‌خطر می‌اندازد.

غیر از تضاد و تناقض سلیگر پدیده‌های دیگری نیز توسط

دانشمندان کشف شده‌اند که عملا و تجربتاً قانون جاذبه عمومی بطور دقیق قادر به‌تفسیر آنها نیست.

سیارات روی مداری بیضی شکل بدور خورشید می‌گردند و خورشید دریکی ازکانونهای این بیضی قرار دارد. قانون مزبورراکپلر کشف‌کرد ونیوتون هم به‌آن صحه‌گذارد. محاسبات دقیق ثابت‌کرده‌اند که نزدیك‌ترین نقطه این مدار بیضی به‌خورشید بایستی طی مرورزمان درجهت حرکت سیاره روی‌مدارجابجا شود. مثلا برای عطارد این‌تغییر مکان در طی یکصد سال طبق محاسبه باید برابر ۵۵۵۸ ثانیه باشد (منظور اجزاءِ زاویه است) درحالیکه عملا ۵۶۰۰ ثانیه می‌باشد. این زاویهٔ ۴۲ ثانیه‌ای اضافه ازکجاآمده است؟

مدتها دانشمندان ازحل این معما عاجز بودند. می‌بایست درعلم انسان انقلابی رخ‌دهد تاجواب‌این معمابدست‌آید. سرانجام این‌انقلاب دردانش بشری توسط نابغهٔ آلمانی آلبرت انشتین صورت گرفت.

انقلابی که توسط پرفسور انشتین تحقق یافت

بشر ازدیر بازمی‌دانست که صوت با سرعت کمی پخش می‌شود. اگر در فاصلهٔ دوری از یك توپ آتشبار مستقر گردیم و توپ را آتش کنند فوراً نورآتشبار را خواهیم دید ولی زمانی کم وبیش طولانی باید صبرکرد تاصدای‌آنهم گوشمان رانوازش دهد. بادانستن فاصله توپ تا محل استقراربادقت نزدیك به‌واقع می‌توان سرعت صوت‌رادرهواراندازه گرفت. سرعت صوت درهوای جونزدیك سطح زمین سیصد وسی‌متر در

ثانیه است.

اما سنجش سرعت نور دشوارتر می‌باشد. با روشهای جدید آنرا نزدیك سیصدهزار کیلومتر درثانیه برآورد کرده‌اند. برای اولین بار سرعت سیر نور را از روی خسوفهای مشتری توسط اقمارش با مقایسه تفاوت زمانی خسوفها درمقارنه و مقابله زمین ومشتری حساب‌کردند. چون قطر بیضی مدار زمین معلوم بود می‌بایست اختلاف زمانی‌مزبور مربوط به‌طی این مسافت توسط نور باشد. درزمان ماسرعت سیرنوردر آزمایشگاهها توسط آئینه‌های گردان انجام می‌گیرد.

اندازه گیری مناطق مختلف طیف الکترو مغناطیسی از نظر سرعت سیر نیز مثل نورمرئی‌انجام شده اما سرعت انتشار حوزه‌جاذبه چقدر است؟ این دیگر باچه سرعتی پخش می‌شود. آیا مثل صوت در جو با سیصد وسی‌متر درثانیه پیش می‌رود و یا مثل نور با سیصد هزار کیلومتر یا اصلا سرعتی مختص بخود دارد.

سابقاً گمان می‌رفت اجرام بدون اینکه محیط واسط نقشی درمیانه ایفاکنند یکدیگر راجذب می‌کنند اما ازنقطه نظر مادی نمی‌توان فعل وانفعالی نشان داد که از درون هیچ بگذرد امروزه علم ثابت‌کرده است‌که انتقال هیچ پدیدهٔ فیزیکی بدون واسطه مقدورنیست مگر از ذره‌ای مادی به‌ذره مادی مجاور و مجاور و مجاور و مجاور برسد، بالاخره یك سلسله زنجیر اعمال اثر متقابل در زمان و مکان صورت‌گیرد. وقتی فشنگی از لوله اسلحه خارج شد به‌هدف می‌رسد، صدای ضربه وآتش آن قابل درك است البته همهٔ اینها بشرطی‌است‌که ماشه رابچکانند وگلوله حرکت خودراآغاز کند وقس علیهذا.

از توالی جریان جاذبه می توان دریافت که آنی و خلق‌الساعه نیست بلکه باسرعت سیر نوربرابر است.

فرضیهٔ جدیدی این پدیده‌ها را تفسیر خواهد کرد. اساس این فرضیه ازسال ۱۹۰۵ تا۱۹۱۵توسط آلبرت انشتین باطرح مسئله‌نسبیت محدود ونسبیت عمومی ریخته شد. او تحقیقات و محاسبات خود را روی هندسه لوباجوسکی (Lobatchevski) وریمان(Riemann) پایه‌گذاری کرد.

یکی ازنتایج اساسی فرضیهٔ نسبیت محدود (Restreint) که ارتباط زمان ومکان را شرح می‌دهد، بیان رابطهٔ جرم و انرژی است. بنابراین فرضیه هرجسم در حال حرکت دارای ذخیرهٔ انرژی سینتیك می باشد و جرم چنین جسمی بزرگتر از جرم همان جسم در حال سکون است.

هر چه انرژی جسمی بیشتر باشد جرمش‌بزرگتراست. جرم‌یك فنجان حاوی چای گرم بیش از جرم همان فنجان در حالی است که چای‌آن سرد باشد.

از رابطهٔ جرم و انرژی بیان شده توسط انشتین می‌توان نتیجه گرفت یك کیلو گرم جرم معادل $۹/۱۸\times۱۰^{۱۵}$ کیلو گرم متر انرژی است .

پس جرم چیست؟ برای تعریف جرم بهتر است از بیان مکانیك فیزیك کمك‌گرفته شود . لذا جرم عبارت است از اندازهٔ اینرسی یك جسم. **درنتیجه جرم هرجسم** معادل مقدار نیرو یاشتابی است‌که‌نیروی مزبور هنگام اعمال اثر برجسم ایجاد می‌نماید. درعلم‌فیزیك جرمی‌که

باین روش سنجیده شودجرم خنثی نامدارد.

از طرف دیگر می‌توان با توجه به قانون جاذبه عمومی نیوتون برای جرم تعریفی یافت. دراین تعریف اجرام دوجسم یاچند جسم در برابر یکدیگر بی‌حرکت وساکن جلوه خواهند کرد . جرمی که باین ترتیب شرح داده شد جرم جاذبه‌ای یا جرم وزنی نام دارد . کیفیت و طبیعت جرم خنثی وجرم وزنی با هم تفاوت دارند ولی قدر مطلق آنها بهرطریقی‌که سنجیده شود برابر است.

دربالاگفته شدقدرمطلق جرم خنثی‌دراثر سرعت افزایش‌می‌یابد؛ انشتین عقیده دارد جرم وزنی هم‌باتغییر سرعت‌عوض می‌شود.بنابراین می‌توان نتیجه‌گرفت‌که اینرسی و جاذبه منشأ واحدی دارند.

ماکسول بااتکا به برابری سرعت سیرنور وامواج‌دیگر الکترو مغناطیسی نتیجه‌گرفت‌که نورهم جزئی از همین تموجات است. از این مطلب قبلانیزصحبت شد . کشف همین امر موجب پیشرفت عظیمی در دانش بشری گردید و برابری «اینرسی وجاذبه» انشتین روی‌پایهٔ جرم خنثی وجرم جاذبه‌ای برهمین اصل پایه‌ریزی شده است .

نامبرده در سال ۱۹۱۵ فرضیه نسبیت عمومی را عرضه کرد که بیان دیگری از جاذبهٔ عمومی است این تئوری بیش از جاذبهٔ نیوتونی مختصات وجزئیات اجرام سماوی را دربرمی‌گیرد. باین‌ترتیب بسیاری ازپدیده‌های اسرار آمیزکه قبلا توجیحی نداشتندحل شدند.

بدیهی است دراین‌کتاب جائی برای شرح‌تفصیلی فرضیهٔ نسبیت عمومی انشتین وجود ندارد چه سراسرفرمولهای ریاضی است‌امامفاهیم فیزیکی آن بسیار ساده و قابل فهم است در عوض اثبات آنها نیاز

به‌اطلاعات ریاضی فوق عالی دارد.

در تجربیات و مشاهدات دانشمندان با توجه به فرضیه نسبیت انشتین تحولی بزرگ پدید آمده ، مثلا یك موج نورانی هنگامی‌که در حوزهٔ قوی جاذبه قرارگیرد بطرف منبع جاذبه‌کشیده می‌شوددرست مثل سنگی‌که بموازات‌سطح زمین پرتاب‌گردد پس ازطی مسیری‌بطور منحنی به‌سطح خاك برمی‌گردد علت انحراف نور به‌سوی منبع جاذبه جرم آنست.

البته جرم یك شعاع نور بسیار اندك و سرعت حرکتش بسیار زیاد است بنابراین برای ایجاد تغییر درمسیر حرکتش بایستی حوزهٔ جاذبه بسیار نیرومند باشد ؛ چنین منابع جاذبه‌ای در طبیعت بسیار فراوانست مثلا خورشید خودمان.

برای نخستین باردر سال ۱۹۱۹ برای اثبات این نظریهٔ انشتین آزمایشی صورت‌گرفت درکسوف خورشیدکه درروز بیست ونهم ماهمه ۱۹۱۹ اتفاق افتاد دانشمندان ازستارگان مستقردرجوار خورشیدعکس گرفتند یکبار دیگر ازهمان نقطه آسمان هنگامی که خورشید بحد کافی ازآنجا دور بود عکس برداری شد. دو عکس را رویهم گذاشتند وملاحظه شد دوعکس باهم منطبق نیستند. در فاصله دوعکس برداری ستارگان جابجا نشده بودند بلکه درکلیشه‌اولی‌تحت‌تأثیر نیروی‌جاذبه بسیار توانای خورشید انواری که به‌چشم ما میرسید یا توسط دستگاه عکاسی اخذ می‌گردید از مسیر اصلی منحرف شده بودند و تصویر ستارگان درجای غیرحقیقی آنها افتاده بود. قدر مطلق این‌تغییر مسیر درهشت ارزیابی جداجداکه ازسال ۱۹۱۹ تا ۱۹۵۲ صورت‌گرفت‌دقیقاً

بامحاسبه‌ایکه طبق فرمولهای انشتین بعمل‌آمده و۱۲٪ استخراج‌شده بود تطبیق می‌کرد.

(برحسب فرضیهٔ نسبیت عمومی نوری که از ستاره‌ای دور دست می‌آید هنگام عبور ازکنار خورشید ۱/۷۵ ثانیه ازمسیر اصلی‌منحرف می‌شود. فتوگرافی‌های انجام شده درموارد مختلف نیز زاویه انحراف مزبور رابین ۱/۶۱ و۱/۹۸ ثانیه نشان داده) و همه اینها هماهنگی فرضیه وتجربه رانشان می‌دهد وصحت فرضیه رابثبوت می‌رساند.

فرضیهٔ نسبیت عمومی بسیاری از مسائل لاینحل نجوم کلاسیك مثل جابجا شدن اضافی نزدیك ترین نقطه سیاره روی مدار بیضی خود بدور خورشید را که فیزیك نیوتونی قادر به‌حل آنها نبود حل کرد و ۴۲ ثانیه اختلافی راکه در محاسبه ومشاهده برای‌عطارد ملاحظه می‌شد تفسیر نمود.

بیان ریاضی - فرضیهٔ جاذبه انشتین:

فرضیهٔ نسبیت عمومی عبارت است ازتئوری رابطه ماده و نیروی جاذبه که عالم را انباشته است.

اگر بجسمی به‌جرم M نیروئی برابر F وارد کنیم. این‌جسم سرعتی برابر g بدست میاورد. بنابرین $F=Mg$ است. اگرجسمی در حوزه ثقل همان سرعت رابدست آوردباز $F=Mg$ می‌شود در مورداول‌جرم خنثی‌مورد نظر است (با توجه به‌اینکه نیروئی لازم است که اینرسی جسم را دفع کند) لذا جرم خنثی برابر جرم جاذبه‌ای‌است.

درهمین جاست‌که یکی ازاصول مهم فرضیه نسبیت به‌چشم میخوردیعنی اصل برابری جرم خنثی وجرم‌جاذبه‌ای‌یاجرم ثقلی.

اکنون باید از خود پرسید آیا با در نظر گرفتن کلیه نتایج حاصله ازفرضیه نسبیت عمومی می‌توان آنرا به‌تمام‌عالم بیکران تعمیم داد یا خیر.

معادلات بدست آمده در محاسبات نسبیت عمومی فوق‌العاده پیچیده و درهم است این معادلات جزو معادلاتِ دیفرانسیل غیر خطی می‌باشند و ریاضی معاصر با روابطی که در آن می‌شناسیم قادر به‌حل هیچیك‌ازفرمولهای‌نسبیت‌نمی‌باشد. بعنوان‌مثال می‌توان‌گفت‌دانشمندان یك دستگاه توپ آتشبار بسیار عالی و دقیق در اختیار دارند ولی‌برای گشودن‌آتش نیازمند به‌نشانه‌گیری‌هستند وطرزکار با ابزارهای‌نشانه‌گیری رانمی‌دانند.

برای بکاربردن این معادلات وحل آنها باید حتی‌المقدور آنها را ساده‌کرد یامسائل کوچکتر و ساده‌تری را به‌دهان این ماشین غول پیکر داد. انشتین با این روش فرمولهای خودرا برای مطالعه عالم‌بکار می‌برد. در اینجا بازمی‌توان همان توپ آتشبار رادر نظرگرفت، یعنی کلیه وسایل جنبی و ابزارهای نشانه روی دقیق آنرا حذف کرده‌ایم، فقط لوله توپ رابسوی هدف برگردانده‌ایم.

قبل‌ازکشف فرضیهٔ نسبیت‌یك‌محاسبه جالب‌معمول‌بود. اگرفرض شودکه اشعهٔ نورانی تحت تأثیر حوزه جاذبه اجرام سماوی قرار می‌گیرند می‌توان مسیر نوری راکه ازکنار خورشید خودمان عبور می‌کند محاسبه وترسیم‌کرد. در این محاسبه اگر از فرضیهٔ مکانیك نیوتونی استفاده شود جرمی را که با سرعت برابرC(سرعت سیرنور) ازحوزه جاذبه خورشید می‌گذرد وبمامی‌رسد ۰/۸۳ تا ۰/۸۵. ثانیه منحرف می‌شود. اما عکس برداریهائی که در کسوف

بله فرمولها را ساده کرده‌ایم و این اختصار شامل حذف اعضای درجه دوم و سوم معادلات است که در بادی نظر اثر قابل توجهی در نتیجهٔ آن ندارند. باین ترتیب معادلات اساسی وابسته به‌این عناصر خواهند بود که شرح می‌دهیم: اعمال اثر متقابل حوزه الکترومغناطیسی یك شعاع نورانی ، نیروی جاذبه اجرامی که برسر راه نور قرار دارند و نیز اثر حوزه جاذبه برروی خودش . در معادلات ساده شده اعمال اثر متقابل عناصر مذکور در نظر گرفته نشده. اکنون باید پرسید آیا باحذف این عناصر ازمعادله خطای حاصل ازمحاسبه قابل توجه است؟

درشرایط کرهٔ زمین ومقادیر قابل سنجش باقطر مدار بیضی زمین بدور خورشید این خطا اندك و قابل چشم پوشی است . اما در مسافات بعید انرژی یك اشعهٔ نورانی حتی یك فلوی فوتون قابل توجه و اندازه‌گیری است. درچنین احوال اختلاف محاسبه طی یك فرمول ساده شده ویك فرمول واقعی بسیار است.

ازآنچه گفته شد چه نتیجهٔ کلی بدست می‌آید؟

کامل انجام می‌گرفت بااین محاسبه منطبق نبود بلکه قریب دوبرابر آن یعنی ۱/۷۵ ثانیه نشان می‌داد.

این اختلاف جز با فرضیه نسبیت عمومی قابل تفهیم نبود . بنابراین ماده‌ایکه فضارا آکنده نه‌تنها آنرا تغییر شکل می‌دهد بلکه آنراخم می‌کند. هرچه تراکم نقطه‌ای معین بیشتر باشد فضا درآن نقطه انحنای بیشتری‌دارد. حرکت اجسام روی خط منحنی با مسیر منحنی موجب ایجاد پدیدهٔ جاذبه می‌شود همچنانکه حرکت قطار در یك مسیر پیچ و خم‌دار موجب پیدایش نیروی گریز از مرکز می‌شود، این‌همان نیروی اینرسی است .

می‌توان چنین استنباط کردکه فرضیهٔ جاذبه انشتین بامقیاسات ریاضی متداول فعلی خیلی خیلی دقیق‌تر ازقانون جاذبهٔ عمومی‌نیوتون است . با نظریهٔ انشتین می‌توان قسمت بزرگی از عالم را مورد مطالعه قرار داد درحالیکه دامنهٔ بردفرضیه نیوتون محدودمی‌شود. اما فرضیه نسبیت‌انشتین رانمی‌توان به‌تمام عالم وجود تعمیم داد. با این همه تضاد وتناقض (Paradox) سلیگر با این تئوری تفسیر می‌شود و بخش بزرگی از جهان در برابر دیدگان ما گسترده می شود و آنچه در آن می‌گذرد مفهومی علمی می‌یابد .

عالم در حال انبساط

داستان «جهان‌پیوسته درحال گسترش» یکی از نتایج گمراه‌کننده‌ایست که از تعمیم فرمولهای نسبیت عمومی به‌تمام عالم حاصل می‌گردد .

در فضای منحنی خط مستقیم کوتاه ترین فاصله‌ای نیست که دو نقطه مفروض را بهم متصل می‌کند مثلا در روی یك‌کره نزدیك‌ترین فاصله دو نقطه قوسی است از دایرهٔ بزرگ‌آن‌کره (دایره بزرگ‌هر کره عبارت‌است‌ازمقطعی ازکره‌که ازمرکز آن بگذرد).

بیان ریاضی حرکت روی چنان مسیر منحنی فوق‌العاده پیچیده است . دراینجا حتی ساده ترین فرمول آنرا هم نمی‌توان ارائه داد . نیروی جاذبه نه‌تنها مربوط به‌انحنای فضاست بلکه باسرعت حرکت اجسام رابطه دارد.

تحت تأثیر نیروی ثقل یك شعاع نورانی بایستی بطرف اجرام وزین منحرف گردد و البته باید طول موج آنهم تغییر کند . اگر از منبع نوری

یکی از طرق حل معادلات این فرضیه توسط دانشمند شوروی بنام فریدمان (A. Friedman) پیشنهاد شده و به‌این منجرمی‌شود که عالم را درحال انبساط بدانیم. لهذا تراکم ماده درعالم تابعی است‌از متغیر سرعت گریز وفاصله کهکشانهای دور دست از یکدیگر هر چه سرعت فرارکهکشانها بیشتر شود تراکم ماده کمتر می‌شود.

لذا هرچه کهکشانها از ما دورتر باشند سرعت تغییر مکانشان بیشتر است وهریك در جهت دیگری درپرواز.

برای اثبات این امر سفری بسیار سریع درفضای بین کهکشانها انجام می‌دهیم. در اطاقك سفینهٔ خیالی خود سوار می‌شویم. موتورهای موشك بکار می‌افتند ... در اطرافمان ازهرسو درخشش خیره کنندهٔ کهکشانهای بیشماری به‌چشم می‌خورد. فواصلی‌که دوتودهٔ درخشان را ازیکدیگر جدا می‌کند دهها بار بیش از ابعاد هرکهکشان‌است. آنچه می‌جوئیم سرعت حرکت آنهاست نه‌فواصلشان. برای مثال ده کهکشان نزدیك بخود را برمی‌گزینیم بطوری‌که کلیه جزئیات آنها دیده شود. بقیه‌که دورتراندچون‌لکه‌های بی‌رنگی‌درپهنهٔ سیاه‌فضا به‌چشم‌می‌آیند، هرچه موشك پیش می‌رودآنها تدریجاً محوتر ومحوتر می‌شوندتابکلی ازدیدگان ما پنهان شوند.

طول موج λ ساطع‌شود هرگاه ازآن‌منبع‌دورشویم‌برطول موج (λ) افزوده می گردد و جسم نورانی بطرف قرمز متمایل می شود. اگر به سوی جسم نورانی برویم از طول موجش‌کاسته می‌گردد بنابراین آبی رنگ بنظر می‌رسد.

این پدیده‌را می‌توان با معادلهٔ فوق‌العاده ساده‌ای بیان‌کرد:

بچه طریق سرعت کهکشانها را می سنجیم ؟ کنترل ما در این مورد چیست؟ دانشمندان برای آنهم راه حلی یافته‌اند . به‌این منظور ازپدیدهٔ دوپلر (Doppler) کمك می‌گیرند.

آیا هرگز صدای سوت‌گوشخراش قطاری‌راکه به‌ایستگاه نزدیك می شود شنیده‌اید ؟ اگر شدت صدای سوت مزبور را در وقتی که قطار ایستاده است وهمچنین وقتی‌که درحرکت است بدانیم از اختلاف شدت سوت می‌توانیم سرعت حرکت قطار را محاسبه نمائیم ، اما این کار در مورد قطار ضرورتی ندارد چه بادهها روش آسان‌تر می‌توان‌سرعت‌آنرا سنجید. اما برای اندازه‌گیری سرعت حرکت کهکشانها روش دیگری در دست نداریم ، البته در این مورد از تغییر صدا استفاده نمی شود بلکه از تغییر مکان فاقهای طیفی عناصر در طیف الکترو مغناطیسی سود می جویند . بعبارت دیگر تغییر فرکانس امواج نورانی است (دوفنومن مذکور درفوق‌درپاره‌ای جهت بهم شبیه‌اند) که‌سرعت‌حرکت کهکشانها راتعیین می‌کند بشرطی‌که تغییر مکان‌آنها شعاعی‌باشدیعنی بمانزدیك شوند یاازما دورشوند.

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

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 لمس‌است ودرمورد ستارگان‌بسیار بزرگ بوضوح‌دیده می‌شود. تعیین تغییرات طول موج دومین نتیجهٔ فرضیه نسبت عمومی است که با فرمول مقابل مشخص می‌شود $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = ۲\times۱۰^{-۶}$. قبلا نیز در مورد

طیف بیست‌کهکشان راگرفته باهم مقایسه می‌نمائیم. خوشبختانه سفینه خیالی ما دارای کلیه وسایل علمی ضروری است.

چه پدیدهٔ بدیعی! کلیهٔ فاقهای طیف موردنظر بسوی‌قرمزجابجا می‌شوند. بعبارت دیگر چنین بنظر می‌رسد که طول موج آنها زیاد می‌شود. معنای دیگر آن اینست‌که کهکشانها ازما دور می‌شوند.

باین ترتیب ما بیك 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 ارقام‌کیهانی در حرکت‌اند. سرعت گریز بعضی از آنها به ۶۰/۰۰۰ کیلومتر درثانیه می‌رسد.

سومین نتیجهٔ این فرضیه یعنی انحراف نور ازمسیر اصلی هنگام عبوراز کنار اجرام سماوی صحبت کردیم و وجه افتراق آن را با جاذبهٔ نیوتونی بیان نمودیم.

با توجه به‌این امرکه نیروی جاذبه نیروئی است قابل جذب وباعطف نظر باینکه زوجها وذرات پیوسته پدیدمی‌آیندقانون جاذبه رابرای‌حوزههای ضعیف می‌توان برطبق این فرمول نوشت:

$$F=\frac{GM_1M_2}{r^2}\times e^{2}$$

در اینجا R عبارت است از قدر مطلقی که طول مسیر جاذبه را نشان می‌دهد (مسیری‌که در آن به‌هیچ سو جذب نمی‌شود). این قدر مطلق‌عبارت است از $Cm\times 10^{27}$ تا $Cm\times 10^{30}$ و $e=2/72$ پایه لگاریتم طبیعی می‌باشد.

اکنون کهکشان‌ها در جهات مختلف از یکدیگر دور می‌شوند پس می‌بایست روزگاری آنها خیلی بهم نزدیك‌بوده باشند. دانشمندان طبق محاسبات ریاضی باین نتیجه رسیده‌اند کـه میلیاردها سال پیش کلیه کهکشان‌ها در منطقهٔ نسبتاً کوچکی از فضا که زمین هم در آنجا قرار دارد مجتمع بوده‌اند. دانشمندانی‌که در رشتهٔ ژئوفیزیك تخصص دارند با روش اندازه‌گیری سن متوسط موادرادیو آکتیو سن‌عمیق‌ترین اقشار جامد زمین و نیز سنگهای سماوی یعنی سهل الوصول تریـن اجرامی‌راکه از کیهان بسوی ما می‌آیند برآورد وبا یکدیگرمقایسه کرده‌اند . درست همان ارقامی بدست آمده‌که ستاره شناسان استخراج کرده‌اند .

ماده‌ایکه زمین را ساخته یا سنگهای سماوی را بوجود آورده است پنج یاشش میلیارد سال پیش شکل‌گرفته.

براساس این استدراکات پاره‌ای ازدانشمندان راعقیده براینست که میلیاردها سال پیش تمام ماده‌ای‌که درعالم می‌شناسیم توده‌ای‌فشرده از «اتم ابتدائی» بوده‌که منفجرگردیده و در اثر این انفجار مهیب‌مواد مختلف پدید آمده و هر تودهٔ مادی با سرعتی عظیم در جهتی بحرکت درآمده است. در همان زمان در منطقه‌ایکه چنین استحاله پدیدآمده تودههای متراکم‌مادی‌ای پدیدارگشته که آنهارا بصورت کهکشان‌ها یا تودههای گرد وگاز کیهانی ملاحظه می‌نمائیم . دربطن همین تودههای مادی است که خورشید ها و منظومه های شمسی متولد گـردیده‌اند . خارج از حوزه اثرات استحاله‌ای که نام بردیم هیچ چیز وجود ندارد حتی فضا هم نیست.

پاره‌ای در باره صحت چنین استنتاجی دچار تـردید می‌شوند . اما از نقطه نظر ما فرضیهٔ جهان درحال گسترش بحدکافی متکی بدلیل است. نمی‌توان پاره‌ای از پدیدهها از جمله میل طول موج نور مرئی را بسمت قرمز که نشانهٔ گریز کهکشان‌هاست یا کشفیات دانش ژئوفیزیك راکه سن زمین وسنگهای سماوی رابا روش سنجش رادیو آکتیو تخمین می‌زند نادیده گرفت.

برای درك بهتر موضوع مثال زیر را در نظر می‌گیریم . گمان کنیم ذرات یك گاز نامشخص هرچه که می‌خواهد باشد در لحظهٔ معینی از هرسو به‌سمت مرکز هجوم کنند. لحظه‌ای فراخواهد رسید که کلیهٔ ذرات بهم خـواهند چسبید ؛ نقطهٔ التصاق کلیهٔ ذرات را منطقه ثبوت (Region de stabilité) می‌نامند در این نقطه انرژی حرکتی (انرژی سینتیك) ذرات بصورت متراکـم و فشرده در خواهد آمد ؛ سپس این انرژی فشرده واتنش خواهد یافت و ذرات گاز از هـم دور خواهند شد . موج شوك از مرکز گلوله بهم فشرده به اطراف حرکت خواهدکرد و همینـکه به‌سطح آن رسید پدیدهٔ جاری شدن درگاز ظاهر خواهد گشت (راجع به‌موج شوك واثرات و قوانین آن در فصل مربوط به‌انفجار مفصلا بحث خواهدشد). ذراتی که درسطح گلوله گازی قراردارند با حداکثر سرعت حرکت خواهندکرد. سرعت ذراتی که در وسط قرار گرفته‌اند خیلی کمتر از آن خواهد بود. با تجربهٔ زیر میتوان آن را بوضوح دید، در روی یك میز بیلیارد چندین گلوله را ردیف پشت سر هم قرار دهید بطوریکه بهم چسبیده باشند. سپس با نوك چوب ضربه‌ای به‌اولی وارد نمائید ملاحظه می‌شود آنکه دورتر از همه است در اثـر

موج شوك فاصله بیشتری را طی می‌کند گلوله‌های بعدی کمتر وکمتر باین ترتیب دیده می‌شود یکی دوگلولهٔ اول تقریباً ازجای‌خودحرکت نکرده‌اند.

این را هم باید افزود که ذرات گاز نسبت بهم جاذبه‌ای دارند و ذرات مرکزی در گاز درحال انبساط دوباره متمرکزخواهند شد وهسته بحال نبضان خواهد افتاد ، پدیدهٔ مشابهی نیز در رشته پلاسما مشاهده کرده‌ایم .

اگر به مدل انتخاب شده ابعاد عظیم به بخشیم ، می‌توانیم گمان کنیم‌که مادهٔ موجود در عالم تحت تأثیر نیروی‌جاذبه متقابل‌بدورمرکز جمع‌آمده، فشارهای خارق‌العاده وشدیدی‌که احتمالا در اینجا از نوع واکنش های هسته‌ای بوده موجب آزاد شدن مقدار زیادی انـرژی و رانده شدن قطعات مادی عظیم چون کهکشان‌ها گردیـده ، محتمل است که ما اکنون اثرات چنان انفجار هولناکی را مشاهده می‌نمائیم و ساعت این انفجار درست باخود انفجارکوك شده یعنی هستهٔ اورانیومی که پدیدآمده وما نیمه عمر آنرا می‌دانیم.

اکنون قادر به شرح جـزئیات چنان انفجاری نمی باشیم ، حتی نمی‌دانیم ماده قبل از انفجار و در حین انفجار چه شکلی داشته است. چه ماده جاودانی است‌تنهاصورت عوض می‌کند، ازلباسی به‌لباس دیگر درمی‌آید .

اما با اعتمادکامل این‌را می‌توان‌گفت‌که انفجار یادشده سرآغاز «آفرینش جهان» و تولد عالم نیست . فاجعهٔ انفجاری که ازبطن آن دنیاها وکهکشان‌هائی‌که می‌شناسیم بیرون آمده فصل جدیدتاریخ‌تکامل

ابدی ماده درگوشهٔ کوچکی ازعالم بی‌انتهاست.

کوششی که پاره‌ای دانشمندان با تکیه به‌معادلات انشتین برای محدود کردن عالم به‌همین جهان در حال گسترش مبذول می‌دارند نیز پایه‌های سستی دارد. عالم درزمان ومکان لایتناهی است ومنطقه‌ای که ازآن‌می‌شناسیم‌وحدودی‌که بانیروی‌تصوراندیشه برایش قائل می‌شویم نمی‌تواند مبین واقعیت عالم باشد همچنان‌که بادیدن مبلمان یك اطاق واقع درساختمانی نه‌طبقه فی‌المثل قادربه‌قضاوت دربارهٔ اموری‌نمی‌باشیم که درکلیهٔ آپارتمانهای شهربزرگی جاری است.

فرضیهٔ یك‌گوشه در حال گسترش عالم بخوبی شکل مارپیچی یا گردبادی کهکشان‌ها خاصه‌کهکشان ما رابیان می‌کند. درنتیجه درعقب جلوترین منطقه موج شوك یا در پس پیشانی موج شوك باید حرکات گردبادی پدید آید. ممکن است قسمت جلوئی موج موشك حاصل از انفجار جهان ما رابا سرعت سیرنور انبساط دهد وهرلحظه ازمادورتر شود وازحدود اندازه‌گیری ما فراتر رود اما بهر تقدیر فعلا درباره‌آن هیچ چیز نمی‌دانیم. ولی کهکشان‌های مارپیچی یا گردبادی بعلت جرم زیاد ونیروی جاذبه عمومی سازمانهای پایداری می‌باشند. در بطن این قبیل تشکیلات مدون ونیز درآغوش تودههای‌گردوگازکیهانی‌هرلحظه خورشیدی ومنظومهٔ خورشیدی جدیدی زاده می‌شود.

گرداب را نگاه کنید. گردابهائی راکه بلاانقطاع بدنبال کشتی سریع‌السیر پدید می‌آیند، هرچه این‌گردابها به‌عقب کشتی نزدیك‌تر باشند با سرعت بیشتری دنبال‌آن می‌روند، هرچه ازکشتی عقب‌می‌مانند سرعتشان کاسته می گردد. برای ناظری کـه در قسمت خلفی کشتی

سریع‌السیر ایستاده وگردابها را می‌نگرد سرعت‌گردابها هرچه دورتر شوند بیشترمی‌شود. پیشانی یاقسمت قدامی موج‌شوك همانندعقب‌کشتی نیست‌که موقع حرکت در مادهٔ موجود درعالم گردبادها یا مارپیچهای کهکشانی راپدید آورده باشد؟

می‌توان گمان کردکه پدیدهٔ گسترش جهان قابل رؤیت موضعی و فصلی است یعنی امری است تابع زمان و مکان . در مجموع عالم لایتناهی گوشه‌های بی‌شماری می‌توان یافت‌که درحال‌گسترش یادرحال فشرده شدن باشند.

اکنون ما قادر نمی‌باشیم سفینهٔ خویش را با چنان سرعتی پیش برانیم‌که از قسمت جلوئی موج انفجار جهان درحال گسترش ما پیشی بگیرد یابعبارت دیگر به‌جهان درحال انقباض واردگردد. خارج شدن ازجهان درحال گسترش نیازمند به‌سرعتی بیش ازسرعت سیر نور است، بدست آوردن آن هم خواب وخیالی بیش‌نیست.

ذرات نیروی جاذبه

کلیهٔ مسائلی راکه دانش امروز دربارهٔ نیروی‌جاذبه برای‌گفتن دارد بطور خلاصه ذکر کردیم و بی پرده اعتراف می کنیم این چیز مختصری است.

ازهمه گذشته نه جاذبهٔ عمومی نیوتون نه‌نسبیت عمومی انشتین بیان‌کننده این نیستندکه چرا اجرام یکدیگررا جذب می‌کنند بلکه فقط قوانین حاکم براین جذبه را شرح می‌دهند.

انشتین در زمان خود باین مطلب واقف شده بودکه‌شعاع‌نورانی رشتهٔ پیوسته‌ای نیست بلکه سلسله‌ای مرکب از افواجی است که مثل دانه‌های تسبیح بدنبال هم فرا می‌رسند. هرفوج را یك کوانتای‌نورانی (Quanta) می‌نامید . امروزه این ذرات را فوتون می‌نامیم ، وجـود کوانتا یا فوتون در تجـربیات متعددی از دانشمندان از جمله یوفـه (yoffé) و دوبرنراوف (Dobronravov) فزیکدانان‌شوروی‌اثبات شده است. لذا در طراحی فرضیهٔ کوانتائی نور دانشمندان بسیاری‌دست اندرکار بوده‌اند.

اکنون که تئوری کوانتائی حوزه الکترو مغناطیسی رشدبسیار یافته وبا نتایج تجربی تطبیق نموده می‌توان برای جاذبه نیز فرضیه‌ای کوانتائی عرضه کرد . قبل از همه چیز باید گفت آنچه در این مـورد ارائه می شود فرضیه‌ای نیست که توسط کلیه جوامع علمـی پذیرفته شده باشد .

اکنون فرض کنیم ذراتی ابتدائی بنام گراویتون (Graviton) خودبخود از تمام اجسام ساطع می‌شود. قبول‌کنیم‌که شدت‌تشعشع‌ذرات جاذبه هرچه حرارت هسته‌ای زیادتر باشد بیشتراست (حرارت‌هسته‌ای عبارت است از انرژی نهفته در داخل هسته اتم) یعنی با شدت تشعشع کوانتای نورانـی بعبارت ساده‌تر با شدت نورانی جسم یا میزان درجه حرارت‌آن ارتباط دارد. با وجوداین انرژی تشعشعی جاذبه‌بایدوابسته به‌حرارت هسته‌ای باشد. برای یك‌قسمت جزئی هم‌که شده نتوانسته‌اند تاکنون این وابستگی رانشان دهند.

باین ترتیب شدت ساطع شدن گراویتون وابسته به‌حرارت‌است؛

البته نه حرارت ظاهری جسم بلکه حرارت داخلی ذرات ابتدائی که آن را تشکیل می‌دهند یعنی درجه ومیزان حرکت حرارتی آنها. گرچه ذرات ابتدائی اجسام حتی در حرارت صفر یعنی حالت استراحت نیز نوساناتی دارند و این نوسانات بافرکانس $۱۰^{۲۲}$ تا $۱۰^{۲۴}$ هرتز (یك‌هرتز برابر یك پریود درثانیه است) می‌باشد واین نوسانات در خلاءِ صورت نمی‌گیرد چه خلائی وجود ندارد لذا نوسانات درملائی از حوزه واقع می‌شود، یعنی محیطی که ذرات مجبور به‌اعمال فشار متقابل‌اند ، لذا می‌توان چنین‌گمان‌کردکه درهر نوسان ذرهٔ ابتدائی مقداربسیار ناچیزی انرژی در محیط اطراف خود رها می‌سازد مامعادل مادی انرژی‌مزبور راگراویتون می‌نامیم وبه‌انرژی ساطع شده از یك 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 دردرجه معینی‌از حرکت حرارتی‌متناسب با جرم (جرم گراویتون یا انرژی) ذراتی است که این گراویتون‌ها را رها می‌سازند.

طرح هیدرو دینامیك (ماکت هیدرو دینامیك) زیر را در نظر بگیریم: دولوله‌که دوسرش باز است طوری قرار دهیم که دهانه آنها قدری فاصله‌داشته باشند. درون هردولوله مادهٔ منفجرشونده‌ای راآتش کنیم، گازهای حاصل از احتراق از دو سر لوله‌ها بیرون می‌جهند . در چنین وضعی توقع داریم لوله‌ها از یکدیگر جدا شوند و حال آن که بعکس انتظار ما لوله‌ها بیکدیگر نزدیك می‌شوند. چرا ؟! دلیل این پدیدهٔ حیرت انگیز چیست ؟ دلیل اینست که در اثر خروج گاز از

دوسر نزدیك بهم لوله بدنبال احتراق موادمنفجره یك منطقه پرفشار دربین دولوله ایجاد می‌شودکه در اثر آن نیروی دورکننده لوله‌ها از هم تفریق می‌شوند. ازطرف دیگر دراثر جهش‌گاز از سردیگرلوله‌ها مثل حرکت موشك لوله‌ها بسوی یکدیگر رانده می‌شوند.

اکنون دو جسم درنظر آوریم‌که درتمام جهات ذرات جاذبه یا گراویتون پخش می‌کنند بدیهی است‌شدت حوزه جاذبه بین‌آندوخیلی بیشتر ازنقاط دیگر اطراف آنهاست وشدت ساطع شدن گراویتون در جهات خطوط حوزه بین دوجسم بیش‌از آنی است‌که روی خطوط‌نیرو در جهات دیگر منتشر می‌گردد . باین ترتیب جمع جبری نیروی گراویتون‌هائی‌که درجهت مخالف انتشار می‌یابند موجب راندن‌دوجسم بسوی یکدیگر می‌شوند (در اینجا این نیرو را نیروی رجعت دهنده می‌نامیم)

درآزمایشی‌که با دو لوله انجام شد غیر از نیروی رجعت‌دهنده نیروی رماننده دیگری‌که محصول‌فشار فوق‌العاده‌زیاد بین‌دوسر نزدیك بهم لوله‌هاست دست اندرکار است.

همان نیروی رماننده درحوزه جاذبهٔ قوی نیز وجود دارد حتی وقتی دو جسم بهم نزدیك می‌شوند نیز وجود آن کاملا محسوس است. اما نیروی رماننده در برابر نیروی جاذبه بقدری ناچیز است که مثل ارقام اعشاری بسیارکوچك قابل صرفنظر کردن در محاسبات می‌باشد . باوجود این اگرماده‌ای پیداکنیم‌که‌وزن مخصوص فوق‌العاده زیادداشته باشد که البته چنین ماده‌ای درطبیعت وجودندارد بفرض‌وزن مخصوص آن 10^{16} باشد یعنی یك سانتیمترمکعب‌آن ده میلیارد تن وزن‌داشته

باشد، شدت فشار حوزه ثقل در اطراف‌چنین جسمی آنقدر زیادخواهد بودکه‌نیروی‌جاذبه راخنثی‌کرده‌ازآن درگذرد، دوقطعه ازچنین‌ماده‌ای بجای آنکه یکدیگر راجذب‌کنند همدیگر را دفع خواهند کرد. اما محال است ماده‌ای باچنان وزن مخصوص بیابیم چه درهمان‌لحظه‌ایکه آنرا می‌یابیم ذراتش یکدیگر را از خود دور کرد بصورت دیگری درخواهند آمد.

اگرحوزه جاذبه دارای انرژی علیهذاصاحب جرم‌است‌پس‌اجسام پیوسته گراویتون یعنی جرم وانرژی ازدست می‌دهند. برای نخستین بار پرفسور ایوانکو (Ivanenko) نشان دادکه اگر دو گراویتون مفروض بهم تصادم‌نمایند وادغام شوند یك زوج ذرهٔ ابتدائی‌مادی مثلا یك الکترون ویك پوزیتون (Positon) حاصل می‌شود و اینهابنفسه می‌توانند مبدل به‌گراویتون شوند. بااینهمه‌برای‌این‌که دوذره ابتدائی به‌دویا چندگراویتون مبدل شود یابعکس‌گراویتون به‌جرم‌مادی‌شناخته شده‌ای بدل گردد بمقدار متناهی انرژی نیازمندیم که حتی در اشعهٔ کیهانی نیز موجودنیست‌بنابراین احتمال‌چنان‌کنش وواکنشی‌فوق‌العاده کم می‌شود.

درست‌بعکس آن‌احتمال آزاد شدن خودبخود الکترون‌فوق‌العاده زیاد می‌باشد.

چون هردانهٔ گراویتون مقداری از جرم ذرهٔ ابتدائی‌راکه ازآن آزاد شده بهمراه دارد باداشتن انرژی گراویتون می‌توان محاسبه کرد چقدر زمان لازم است که هرذره ابتدائی به‌نصف تقلیل یابد ، بعبارت دیگر می توان نیمه عمر ماده‌ای را که به حوزه جاذبه مبدل می شود

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

محاسبات نشان داده‌اندکه جرم‌گراویتون‌ناچیزاست و قدرمطلق آنرا می‌توان بارقم ۵×۱۰^{-۶۶} گرم نشان داد.

انرژی هرگراویتون ۵×۱۰^{-۴۵} ارگ‌است. چون جرم پروتون مساوی $۱/۷\times۱۰^{-۲۴}$ گرم می باشد (الکترون ۱۸۴۰ بار سبکتر از آنست) وفرکانس نوسانات آن $۱۰^{۲۳}$ هرتزاست‌لذا چند ده میلیاردسال لازم‌است‌که جرم‌پروتون به‌نصف‌کاهش‌یابد. این‌مدت رانیمه‌عمرپروتون می‌نامند (به‌تقلید ازنیمه عمر مواد رادیوآکتیو).

اگر قبول نمائیم تراکم گراویتون وابسته به پروتون است یعنی برابر $۱۰^{۱۴}$ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد، شعاع‌گراویتون حاصل‌از پروتون خیلی ناچیز و برابر رقمی مثل ۲×۱۰^{-۲۷} بر سانتیمتر مربع خواهد بود وحال آنکه شعاع پروتون $۱/۵\times۱۰^{-۱۳}$ برسانتیمترمربع است . باین ترتیب درمقام مقایسه باپروتون گراویتون را می‌توان غبار بی‌قدری دربرابرکرهٔ زمین دانست.

خیلی محتمل است که تبدیل ماده به‌گراویتون بستگی به یك سلسله شرایط فیزیکی علی‌الخصوص؛ چگالی و حرکت حرارتی ذرات ابتدائی و شکـل هسته عنصر شیمیائی داشته باشد . فیزیك‌دانـان در حـرارتهای زیاد منتظر بروز انرژی نهفته بصورت ذخیره در هسته عناصراند . بنظر می‌رسد در حرارتهائی که خیلی بالا نیستند سرعـت تبدیل ماده به‌گراویتون کمتر ازآنست که در شرایط حرارتی‌معمولی ملاحظه می‌کنیم . اگر جسمی کمتر از معمول گـراویتون رها سازد

اعمال اثر متقابل آن با اجسام مجاور کاهش خواهد یافت ووزنش نیز کم می‌شود. هرآینه مقدار گراویتون رها شده از جسم مزبور افزایش یابد وزنش افزوده شده مافوق سنگین می‌شود. اکنون باید پرسید که آیا در فضای نامتناهی اجسام مافوق سنگین و ماورای سبك یافت می‌شود؟ آیا سفینهٔ خیالی مادر پژوهش چنین‌اجرام سماوی ما راياری خواهدکرد یاخیر؟

قمریکی ازاسرارآمیزترین ستارگان یعنی‌سیریوس (Sirius) رادر نظر می‌گیریم. این ستاره‌کوچك و کم‌نورجزو ستارگانی است که منجمین اصطلاحاً آنها را کوتوله‌های سفید می‌نامند. بلی کوتوله‌است چه ازخورشید ما بسیار کوچکتر می‌باشد. ابعاد آنرا هنگام تماشا از پنجرهٔ سفینهٔ خیالی خود تخمین زده‌ایم. بااینهمه اشعه‌ای سوزان‌دارد وحرارت سطحش به‌پانزده هزار درجه بالغ می‌شودیعنی قریب‌دوبرابر ونیم حرارت خورشید خودمان. این‌کوتوله سفید سفینهٔ مارابا‌جاذبه‌ای هولناك بسوی خود می‌کشد. این قضیه ازیك جهت قابل فهم است دانشمندان وزن مخصوص آنرا تخمین زده‌اند و دریافته‌اندکه چگالی آن یك میلیارد بار بیشتر از سنگترین اجسامی است که روی زمین خودداریم. برحسب برآورد صاحبان فن یك سانتیمتر مکعب از جرم این ستاره یك‌هزار تن وزن دارد. یك‌نخود ازاین ماده ناشناخته یایك دکمه لباس ازآن جنس هم‌وزن یك‌قطار است.

اکنون به‌اثبات این‌گفته می‌پردازیم. ازسفینهٔ‌کیهانی‌خودموشکی خودکار بطرف قمر سیریوس می فرستیم. موشك از طبقات فوقانی و پلاسمائی جو و سپس اقشار زیرین اتمسفرکوتوله سفید نمونه برداری

کرده برای ما ارسال می‌کند.

هم اکنون چنین می‌انگاریم که مواد مزبور در آزمایشگاه در دسترمان قرار دارد. آنرا بدقت بررسی می‌کنیم. جرم خنثی در مواد مزبور آنقدرها زیادنیست، پس مفهوم جاذبه عظیم این ستاره چیست ؟ برای چه مواد مزبور درستاره وزنی شگرف دارند؟

زیرااین مواد درستاره مقدار زیادی گراویتون ساطع می‌کنند. سرعت تجزیهٔ مواد موجود در کوتوله سفید و تبدیل آن به گراویتون بی‌نهایت سریع‌تر ازچنین تبدیلی درحوزهٔ جاذبه زمینی است.

آیا موادی‌که کوتوله‌های سفید را می‌سازندفقط ازهسته‌متراکم اتم ساخته نشده‌اندکه قشر الکترونیك خودرا ازدست داده‌باشند؟ چرا اکثر دانشمندان براین عقیده‌اند.

گرچه دشوار است ولی‌امتحان زیرکاملاعملی‌است: آزمایش‌زیر را در نظرآورید؛ دو جسم راکه فاصله اندکی دارند درنظر می‌گیریم. بین آندو یك‌ناحیهٔ مشخص جاذبه‌بوجود می‌آید. بطورناگهانی‌وسریعاً یکی از دوجسم رادور می‌کنیم. علامت این‌حرکت روی جسم دیگر با سرعت سیرنور منعکس می‌شود . در همان زمان یك « موج ضد فشار جاذبه» حوزه جاذبه را طی خواهدکرد. سرعت سیراین موج ۱/۷ بار کمتر از سیر جاذبه است وموقعی قابل درك است‌که به‌جسم دوم برسد یعنی به‌جسمی‌که اولی ازآن دور می‌شود.

باچه روشی‌می‌توان تجربه‌ای‌بکار بردکه‌این فرضیه را ثابت‌کند. آیاروشهای تجربی مدرن آنقدرکامل هست‌که آنرانشان دهد؟

دانستن اینکه به‌چه‌نحواجسام ذرات‌گراویتون راجذب‌می‌نمایند

نیز بنفسه موضوع جالبی است . می توان هنگام کسوف کامل یعنی زمانیکه ماه بین زمین وجرم عظیم خورشید قرارمی‌گیرد به‌تجربه‌ای دست زد . آیا قدرت جاذبه خورشید روی اجسامی که در مرکز سایه ماه قرار می‌گیرندکاهش می‌یابد ؟ اصولا باید ماده گراویتون را جذب‌کند ولی درعمل نمی‌دانیم میزان شفافیت اجسام برای‌گراویتون چقدر است با توجه به پدیدهٔ دوپلر (Doppler) در حوزه جاذبه می‌توان تجربه‌ای‌ترتیب‌داد؟.

در این مورد تئوری هیدرو دینامیك جاذبه عمومی می‌تواند پاسخی باین سئوال بدهد که چرا سرعت کاهش وزن با افزایش فاصله خیلی بیش از آنست که قانون جاذبه عمومی نیوتون پیش‌بینی می‌کند (کاهش وزن رابطه مستقیم باعکس مجذور فاصله دارد) .

دلیل‌آن اینست‌که‌گراویتون درطی مسیر تدریجاً به‌ذرات‌ابتدائی دیگر مبدل می‌شود وبهمین ترتیب‌تفسیری‌برای تناقض وتضاد سلیگر می‌توان یافت‌که اینقدر دانشمندان راسرگردان کرده بود .

تئوری هیدرو دینامیك جاذبه برای جایگزینی فرضیه جاذبهٔ انشتین پیشنهاد نمی شود چه بر نسبیت عمومی انشتین پدیده های بی شماری متکی است اما تئوری هیدرو دینامیك موجب میشود ایده دقیق‌تری از جاذبه داشته باشیم خاصه نیروی رماننده اجسام راباروشن بینی خاص درك وجذب‌کنیم.

در قلب اتم

بنظر می رسد حوزهٔ جاذبه حوزه‌ای است فوق‌العاده نیرومند. همین نیروست‌که هماهنگی دنیا را تأمین می‌کند. اماحوزه حکمرانی آن جائی است‌که نیروی دیگری در برابرش قد علم نکند مثل دنیای سیارات واقمار واجسام اما درقلب‌اتم داستان دیگری‌است نیروی‌جاذبه دربرابرنیروی هسته‌ای قدرت عرض‌اندام نداردیعنی 10^{36} بارضعیف‌تر از نیروی نهفته در درون هسته است و این نیرو همان است که حوزه هسته نام دارد. اگرنیروی حوزهٔ هسته راهنگامی که ذرات هسته وارد اعمال اثر متقابل شده‌اند واحد بگیریم نیروی جاذبه‌بین ذرات‌مزبور برابر رقمی اعشاری خواهدشدکه بعد ازممیز سی‌وشش صفر بگذاریم ورقم سی وهفتمی یك باشد.

بعکس نیروی جاذبهٔ حوزه الکترو مغناطیسی در قلب اتم‌نسبتاً قابل توجه است. با اینهمه نیروی آنهم یکصد بارکمتر ازنیروی‌حوزه هسته است.

لذا قبل ازهر نکته دیگرعظمت وسترگی‌انرژی حوزهٔ هستهٔاتم را خاطرنشان می‌سازیم. اما برد حوزه هسته‌ای‌یا منطقه‌عمل‌آن‌مسافات بسیارکوچك است فی‌المثل دربعد یك میلیاردیم میکرون. اعمال اثر متقابل دوذرهٔ ابتدائی حتی دریك اتم ازنظر فعال و انفعال حوزه هسته برابر صفر است چه ابعاد یك اتم فقط هزار بار بزرگتر از میلیاردیم میکرون می‌باشد. لذا برای ظهور اثر حوزه هسته فواصل و مسافات فوق‌العاده‌کوچك حتی‌کوچکتر ازقطراتم ضروری است.

دانشمندان چند خاصیت دیگر حوزه هسته‌ای را نیز کشف و برملا کرده‌اند. همچنین آنان موفق شده‌اندکشف‌کنند که در هسته‌اتم ذرات ابتدائی مجاور هم برروی یکدیگر اثر مخصوص دارند و این منحصر به‌دو ذره مجاورست نه ذره دورتر ازلحاظ فیزیکی این پدیده را «اشباع حوزه هسته‌ای» می‌نامند. دانشمندان هنوز موفق به‌تفسیر و بیان‌آن نشده‌اند. شاید این پدیده مبین اثررمانندگی دو ذره ابتدائی هنگام نزدیك شدن آنها بهم باشد گر چه فاصله آنها در این حرکات بسیار ناچیز واندك است.

دانشمندان یك‌پدیده بسیار جالب دیگری‌نیز درحوزهٔ هسته‌ای کشف‌کرده‌اند، پدیده مزبور اینست‌که اعمال اثر متقابل ذرات ابتدائی منحصراً بستگی بفاصله آنها ندارد بلکه به‌جهت استقرار خارروی‌این ذرات نیز مربوط است.

خاری‌که از آن یاد شد چیست ؟ این اصطلاح در فیزیك ذرات ابتدائی مشخص‌کننده حالت ذره ابتدائی است. زمانیکه این‌واژه وضع شد ذرات ابتدائی را چون گلوله‌های گردکوچکی فرض می‌کردند،یك مشت فنومن ثابت می کند که این گلوله های گـرد دائم به دور خود می‌گردند . گشت آور دورانی (Moment cinetique) مخصوص الکترون یا هر ذره ابتدائی دیگر که از چرخش بدور خـود هر ذره حاصل می‌شود خار ذره نام دارد.

بعدها معلوم شد که محال است ذرات ابتدائی را چون‌گلوله‌های جامدی انگاریم. اما در اندیشهٔ خار ذره گرچه مفهوم فیزیکی آن‌نیز عوض شد محفوظ ماند. باوجود این برای آسان کردن فهم اعمال اثـ

متقابـل ذرات ابتدائی در لحظه معین آنها را چون گویهائی فـرض می‌کنیم که بدور خود در گردش‌اند. اعمال اثر متقابل این‌گویهابه‌این امر نیز بستگی دارد که قطبین یا استوای آنها در برابر یکدیگـر واقع شوند.

قبلا از هیدروژن سنگین صحبت کردیم و گفته شدکه هسته‌آن از یك پروتون و یك نوترون ساخته شده ، ادغام مزبور هرگز مقدور نیست مگر درلحظه‌ای‌که خار پروتون و نوترون درجهت 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 دوعقربه آهن ربا در نظر مجسم‌می‌شود. زیرا در اینجا نیز نیرو واتخاذ جهت متقابل وعمل متقابل وابسته‌باین است که قطبین همنام یا غیر همنام روبروی یکدیگر قرار گیرند در صورت اول آنها یکدیگر راخواهند راند ودرصورت دوم یکدیگر را جذب خواهندکرد.

وبدون‌تردید آخرین خاصیت عمومی اعمال اثر متقابل‌هسته‌ای اینست‌که این عمل بستگی به نوع بار الکتریکی ذرات ندارد . حوزهٔ هسته‌ای همانگونه‌که یك نوترون و یك پروتون را بهم متصل می‌کند دوپروتون یا دونوترون‌رابهم ربط می‌دهد، هرچندکه اینها تحت تأثیر نیروی الکترو مغناطیسی بفواصل دوررانده می‌شوند.

اما حوزهٔ درونی هسته چیست ؟

این سئوال هنوز پاسخی ندارد. فقط چند فرضیه برای‌آن بیان

شده که کم و بیش قابل قبول‌اند . مشهور ترین فرضیات فرضیهٔ مزیك است (Mesique ـجرم کوچك مادی بنام Meson).

حوزه الکترو مغناطیسی از کوانتا ساخته شده . حوزه ثقل یا جاذبه ازگراویتون‌ایجادگردیده، می‌توان کوشید فرضیهٔ حوزه‌هسته‌ای را براساس ذرات فرضی بنام مزون (Meson) بناکرد . ذرات مزون جرمی برابر سیصد الکترون خواهند داشت و بهمین دلیل آنرا گاهی حوزهٔ مزیك می‌نامیم . ذرات ابتدائی هنگام اعمال اثر متقابل ذرات مزون مبادله می‌کنند (فرضیهٔ یوکاوا ـ تام. YukawaTamm).

این‌همان‌مختصری است‌که‌امروزه دربارهٔ حوزهٔ هسته‌ای‌می‌دانیم. حوزه‌ایکه موجودیت ماده بدان وابسته‌است و چون ملاتی‌سیمانی‌ذرات ابتدائی هسته اتم رابیکدیگر می‌چسباند.

اما هر روز اطلاعات جدید تری از هسته اتم بدست ما می رسد چه حملات هدایت شده برعلیه‌آن یکی از اساسی‌ترین جهات‌پیشرفت 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 ـ مغناطیسی معمول است‌ازهسته‌اتم نیز بهره‌مند خواهد شد وآنرادربست به‌انقیاد خواهد کشاند.

کارخانه ماده سازی

تبدیل مواد به‌یکدیگر (Transmutation) یافعل وانفعال

دو جانبه تبدیل مواد بهم نامیده می‌شود. چه بسا کیمیاگران در قرون وسطی درون مخفی گاهها بروی قرع و انبیق‌های خود که درونشان موادی درحال ترکیب یا جوشیدن بود خم‌شدند، چه بسیارعناصرومواد را تجزیه وترکیب‌کردند تا ازمس (باعتباری‌از جیوه) طلای‌ناب‌بسازند که بهای‌گرانتری دارد.

کیمیاگران باچه ناامیدی‌های تلخ مواجه شدند. اندیشهٔ بی‌ثمر وبیهودهٔ موتوری که بدون سوخت علی‌الابدکارکند چقدرنیروی تفکر وتحقیق وعمر آدمیان رابی‌مصرف گذارد.

موتوری که بدون سوخت‌گیری جاودانه کار کند هرگز ساخته نشد چون ازمحالات است درحالی‌که تبدیل عناصربه‌یکدیگر امروزه توسط فیزیکدانان بطور روزمره در آزمایشگاهها عملی می‌شود. این مسئله‌ایست که از بنیاد حل شده. در این زمینه آدمی از طبیعت هم پافراتر نهاده است طبیعت در سیارهٔ ما فقط ۹۲ عنصر بودیعه نهاده در حالیکه آدمی از عناصر منعکس در جدول مندلیف‌که ازیکصدتجاوز می کند عناصر شماره ۹۴ و ۹۵ و ۹۶ را بدست خود در زمین ساخته است. اکنون همت دانشمندان مصروف براین است‌که ازعناصر وافر و ارزان عالم عناصر نادر وگران 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 هم‌چشمی‌کند؟ آیا فقط درلحظه انفجار مهیب وفرضی‌فوق‌الذکرکه منجربه‌تکوین‌سیارات وخورشیدوکهکشانها و توده های گرد و گاز کیهانی شده کلیه عناصر عالم را که می‌شناسیم

یاخواهیم شناخت یکبار زاده شده‌اند ؟

تبدیل عناصر به‌یکدیگر یا ترانس موتاسیون چیزی جز تغییر ترکیب فیزیکی هسته آنها نمی‌باشد . اما نفوذ به‌هسته اتم کار ساده‌ای نمی باشد ، چه اولا این هسته از یك حوزه الکترو مغناطیسی بسیار نیرومند احاطه شده و آنگاه پوششهای الکترونی در لایه های متعدد بگرد آن درگردش‌اند. برای عبور از این موانع عامل نفوذکننده باید نیروی عظیمی داشته باشد.

هستهٔ اتمهارا باذرات ابتدائی واکثراً با هسته‌هیدروژن بمباردمان می‌کنند. برای این‌که به‌ذرات نامبرده نیرو وتوان لازم را ببخشند که قدرت عبور از موانع عظیم جهت دخول درقلب هستهٔ اتم راکسب‌کنند آنها را ازدستگاههای غول پیکری بنام‌تسریع‌کننده الکترومغناطیسی (Accélerateur Electromagnétique) عبور می‌دهند ، در چنین وضعی‌ذرات ابتدائی سرعتی نزدیك‌سرعت‌سیر نور کسب‌می‌نمایند. امروزه یکی از معظم‌ترین تسریع‌کننده‌های‌الکترومغناطیسی‌درشهری واقع است‌که خیلی ازمسکو دور نیست ودوبنا (Doubna) نام‌دارد. این ایستگاه که آنرا سنکروف استرون (Synchrophastron) نیز می نامند به ذرات ابتدائی انرژئی نزدیك ده میلیارد الکترون ولت می‌دهد. البته تأسیسات عظیم‌تر ازآن هم‌هست؛ خاصه درشوروی‌مشغول ساختمان یك تسریع‌کننده می‌باشندکه به‌ذرات انرژئی برابرپنجاه الی هفتاد میلیارد الکترون ولت خواهدبخشید.

وقتی ذره‌ای توفیق یافت‌که درهستهٔ اتم نفوذکند همانجاخواهد ماند وهسته یادشده را به‌عنصر جدیدی مبدل خواهد کرد یا هسته را

متلاشی ساخته از هرپاره آن هسته نوی می‌سازد.

برای عبور ازحصارهای حصین اتم ورسیدن به‌هسته راه‌دیگری هم‌هست وآن افزایش حرکت حرارتی اتم باگرم‌کردن فوق‌العاده زیاد یك تکه ماده است. تسریع حرکت حرارتی اتمهای آن ماده موجب تصادم و ادغام هسته‌ها دریکدیگر است.

امروزه دانشمندان برای حصول چنین حرارتی فقط یك راه می‌شناسند و آنهم انفجار بمب اورانیوم است.

ونیز می‌توان بکمك نوترون راهی تا قلب اتم بازکرد. نوترون هیچ بار الکتریکی ندارد و درست بهمین دلیل است که حتی‌باسرعتی نسبتاً کم نیز از حصارهای هسته می‌گذرد وقتی به‌هسته رسید می‌تواند موجبات تغییر ماهیت عنصر شیمیائی رافراهم آورد .

در طبیعت جاهائی را می‌شناسیم که واکنش مذکور رادر آنجاها می‌توان برأی‌العین دید. اینها درسالهای اخیرکشف شده‌اند.

اشعهٔ کیهانی که فلوی نیرومند ذرات ابتدائی است سرعتی سرسام‌آور دارد، آیا درتولید عناصر جدید سهیم نیست ؟ این اشعه وقتی به سطح زمین می‌رسد فلوی بسیار ضعیفی دارد اما مواقعی هم هست که هجوم آن سیل آساست . این پدیده قاعدتاً کمی بعد از اینکه 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 اشعهٔ کیهانی بر سطح خورشید می‌لرزد و جو متراکم آنرا سوراخ می‌کند درآنجا بایونهای مختلف ادغام می‌گردد و به‌عناصر جدید موجودیت می‌بخشد.

تقریباً بیست سال است که بدقت زیاد محاسبه ومعلوم گردیده‌که حرارت درمرکز ستارگان بایستی‌بین ده تا بیست‌میلیون باشد. درچنان شرایطی سنتز هلیوم ازهسته اتم هیدروژن مقدور است . اما برای تولید هسته عناصرسنگین حرارت مذکورهرگزکافی نیست.

درسالهای اخیر ثابت شده است حرارت درون ستاره بیش از بیست میلیون درجه هم امکان پذیر است . وقتی در مرکز ستاره‌ای حرارت‌بحدی باشدکه‌ازهیدروژن هسته هلیوم ساخته‌شود بنظرمی‌رسد خورشید مطبق باشد یعنی هسته‌ای بسیار سوزان داردکه‌رویش پیوسته هیدروژن چون مواد سوختنی مصرف می‌گردد و به‌هلیوم بدل می‌شود. بدور آن پوششی نسبتاً سردتر و خیلی واتنش یافته قرار دارد . همچنین در اندرون هسته سوزان ستارگان پرحرارت چنانکه محاسبه نشان می‌دهد، حرارت یکصد وپنجاه میلیون درجه هم امکان وجودی دارد. درچنین حرارتی اکسیژن ونئون وکلسیم وپاره‌ای 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؟ ممکن‌است حرارت مزبور هنگام انفجار ستارگان مشهور به «جدیدالولاده» (Novae) و «مافوق‌جدیدالولاده» (Supernovae) ایجاد شود. درگردبادانفجار مذکور عناصر جدول دوره‌ای مندلیف زاده می‌شوند . ما در فصول بعد راجع به‌انفجار این ستارگان گفتگو خواهیم‌کرد.

باین ترتیب سه‌طرز مختلف برای تولید عناصر جدید را بشرح زیر بررسی کردیم: اول سرعت بخشیدن به‌ذرات ابتدائی توسط

حوزه الکترو مغناطیسی . دوم افزایش حرکت حرارتی هسته اتمهای موجود دریك گاز وبالاخره آخرین راه یعنی دخول نوترون درهسته اتم. آخرین طریق بطورقطع ویقین نقش عظیمی درکار پیدایش عناصر مختلف درمرکز ستارگان بسیار گرم دارد . فرضیهٔ این پدیده توسط کامرون (Cameron) در کانادا و گره اپستین (Greepstien) در شوروی ارائه شده است.

تمام اینها در فرضیه‌ای بنام‌سپتیك (Sceptique) جمع‌آمده است. اما آیا شواهد مستقیمی دال برتشکیل عناصر در هسته ستارگان وجود دارد؟

بلی منجم و فیزیکدان شوروی شائین (Chaïne) دلیل آنرا یافته است . او کشف‌کرده که در طیف ستارگان خاصی فاق‌جذبی یکی از ایزوتوپهای کربن درحال رشد است واین جزبا واکنش تولیدمستمر آن ماده ممکن نیست.

دومین‌دلیل رابا مطالعه روی‌تکنتیوم (Technétium)میتوان ارائه داد. تکنتیوم‌درروی‌زمین وجود ندارد. عنصری است رادیو آکتیو ونیمه عمر آن چندهزار سال است. اگرهم این ماده درابتدا روی‌زمین می‌بوده بعلت کوتاهی عمر ازدیرباز تجزیه شده و از بین رفته است . آدمی برای نخستین بار در آزمایشگاه آنرا ساخت بهمین دلیل نام آنرا تکنتیوم گذاردند . نخستین کسانیکه بچنین کشف عظیمی نائل آمدند دو دانشمند ایتالیائی باسامی سگر (E. Segre) و پریه (K. perrier) بودند که در آزمایشگاه های ایالات متحده کار می‌کردند .

تکنتیوم در جریان تجزیهٔ طبیعی کـه پیوسته دستخوش آنست دوباره تولید نمی‌شود، لذا این عنصر فقط درجائی می‌تواند موجودباشد که پیوسته درجریان کنش وواکنش‌های هسته‌ای تولیدگردد.

درمطالعهٔ طیف بسیاری از ستارگان فاقهای درخشان تکنتیوم‌را ملاحظه می‌نمائیم. این دلیل‌خوبی براین مدعاست‌که درمرکزپرحرارت ستارگـان پیوسته هسته های اتمی از انـواع مختلف زاده مـی شود همچنانکه خروج دودازلوله بخاری نشانه آنست‌که درون‌بخاری‌چیزی می‌سوزد .

قاره‌هائی که درانتظار کریستف کلمب هستند

آیا با همان قاطعیت که اعلام می‌کنیم روی کره زمین هیچ‌قاره نامکشوف وجود ندارد می‌توانیم اظهارکنیم‌که‌کلیه اشکال ماده وانواع حوزه‌ها را می‌شناسیم ؟

یکی‌از دانشمندان‌بنام شوروی موسوم به‌ورنتسوف‌ـ ولیامینوف (B. Vorontsov _ Veliaminov) پس ازمطالعه عکس‌هائی‌که بانیرومندترین تلسکوپهای جهان ازکهکشانهای دور برداشته شده‌اند باین‌نتیجه رسیده است‌که اشکال آنهانمی‌تواند تحت تأثیرحوزه‌هائی‌که می‌شناسیم بوجود آمده باشد. او فرضیه‌ای پیشنهاد می‌کند مبنی براینکه نوعـی حوزه رماننده درمقیاسهای بین‌کهکشانی وجـوددارد.

مؤلفین کتاب حاضر مدافع فرضیهٔ ورنتسوف‌ـ ولیامینوف‌نیستند بلکه بنظر آنان دو حوزه الکترو مغناطیسی و حوزه ثقل مـی‌توانند

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

ما هنوز حالت پلاسما را درحرارتهای خیلی بالا نمی‌دانیم. شعله یك‌کبریت، ابر یك انفجار هسته‌ای، یا مواد مشکلهٔ ستارگانی را که پیوسته درآنها انفجار صورت می‌گیرد و میلیاردها درجه حرارت تولید می‌کند پلاسما می‌نامیم زیرا پلاسما ماده‌ای همانند نمی باشد. هر چه حرارت پلاسما بیشترباشد، حاملین انرژی درآن‌بیشتر است یعنی‌فتون وذرات باردارفراوانترمی‌باشد. ممکن است دریك‌مرحله ازجمع‌جبری تغییرات‌کمیتی (حرارت) یك جهش درکیفیت حاصل‌گردد یعنی پلاسما بصورتی درآید که فعلا برایمان ناشناخته است.

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

«گاهی از خودمی‌پرسیم چگونه می‌توان حرارت نامحدودداشت در حالیکه سرعت‌های شناخته شده همگی محدوداند و سرعت چیزی جز حرکت ذرات نیست. جواب آن ساده است زمانی‌که سرعت حرکت ذرات به سرعت نور برسد حداکثر حرارت ممکن حاصل شده است و بیش‌ازآن 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. هرچه سرعت ذره بیشتر باشد جرمش فزون تر است ،

هنگامی که سرعت یك ذره ابتدائی به مرز سرعت نـور نزدیك شود جرمش بی‌نهایت افزوده می‌گردد، بهمین دلیل‌هیچ ذره مادی به‌سرعت نور دست نمی‌یابد.

اما بدیهی است ماده‌ای‌که ذرات اولیه‌اش سرعتی‌نزدیك به‌سرعت نور دارند و جرم آنها فوق‌العاده افزایش یافته بدون تردید مختصات جدیدی داردلذا صورت جدیدی‌از ماده است. درعالم بی‌انتهاسازمانهای بسیاری مثل خورشیدها و تودههای گرد وگازکیهانی می‌توان یافت که ازچنان ماده‌ای ساخته شده‌اند.

ضد ماده هم صورت دیگری ازماده است یعنی بجای ذرات‌اولیه در اتم آن ضد ذرات اولیه موجود است . فیزیکدان انگلیسی دایـرك (Paul Dirac) وجودآنراپیش بینی‌کرده بودودرسالهای‌اخیرموجودیت ضدالکترون (الکترون بابار مثبت) ثابت شدوباکمك تسریع‌کننده‌های عظیم ضد الکترون تولید گردید اما بمحض تولید با الکترون داخـل فعل و انفعال می گردیدوعمر آن از چند میلیونیم ثانیه نمی گذشت (در سال ۱۹۷۲ در اتحاد شوروی اسباب‌نگهداری ضد الکترون‌تاچند 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 علی‌الاصول همیشه بصورتی باشد که نمی‌دانیم چیست . بهرحال دریچهٔ ضدعالم بروی ماگشاده شده عالمی‌که درآن بجای ماده ضدماده موجود است؛ یقین است درضد عالم نیروهائی نهفته می‌باشدکه توسط محققین آینده‌کشف خواهند شد.

فشار نیز مثل حرارت مرزهای نامحدودی دارد. بهمین دلیل‌در مرکز ستارگان‌بزرگ وغول پیکرماده رابامقیاس زمینی درزیرفشارهای بیکران می‌توان دید.

می توان وضع اتم را که در معرض فشار فزاینده‌ای قرار گیرد حدس زد . البته اقشار الکترونـی اتم نابود خواهد شد . این اقشار الکترونیکی همان چیز هائی هستند کـه برای اتم ظرفیت و قابلیت ترکیب شیمیائی پدید می‌آورند . ایجاد چنان تغییراتی در اتم نیازمند به فشار های عظیم می باشد که از چند صد هزار اتمسفر در می‌گذرد . مدتهاست که در آزمایشگاههـا آدمی توفیق ایجاد چنان فشاری را بدست آورده است با وجود این‌حتی درچنان وضعی‌خصوصیت شیمیائی عناصر که هر کدام مختص به عنصر معینی است محفوظ می ماند . اما همین که فشار به یك میلیون اتمسفر می رسد کیفیت شیمیائی عناصر نیز زایل می گردد . در این میزان فشار یا فشار های بیشتر اتم کلیه عناصر خاصیت فلزی پیدا می‌کنند. ماده درطبقات عمیق سیارات‌نیز از جمله سیارهٔما زمین‌چنین حالتی‌دارد.

مطالعه انتشار موج شوك حاصل از لرزش های طبیعی زمین و لرزش هائی که به طور مصنوعی در اثر انفجار های زیر زمینی حاصل می شود نشان می دهد که ماده موجود در اعماق زمین توسط دو مرز کاملا مشخص از یکدیگر جدا می‌شوند. مرز نخستین از عمق پانزده کیلو متری سطح زمین شروع و در عمق هفتاد و پنج کیلو متری ختم می‌گردد. ضخامت طبقه دوم دو هزار و نهصد کیلومتر است . در طبقه نخستین مـاده حالت جامد معمولـی را دارد . طبقه دوم که تا عمـق

دو هزار و نهصد کیلو متری می رسد دارای فشاری بین پنجاه هزار تا یکصد هزار اتمسفر است در عمق بیشتر از آن قاعدتاً فشار از یك میلیون اتمسفرهم بیشتر است. حدود طبقات مذکور با تغییرات کیفیتی درماده ظاهرمی‌شود.

هسته مرکزی زمین که از عمق دو هزار و نهصد کیلو متری شروع می شود امواج شوك عرضی را منتقل نمی کند لذا شبیه مایع است : اما مشکل بتوان تصور کرد این هسته مایع باشد ، فقط می‌توان گفت در اثرفشارهای فوق‌العاده زیادی‌که درآنجا موجود است‌استقرار اتمها بوضعی‌که شبیه فلزات باشد عملی بنظرنمی‌رسد. بدون تردیداین حالت جدیدی ازماده است.

فشار درونی ماه بدون تردید از پنج هزار اتمسفر تجاوز نمی کند . بهمین دلیل ماه هسته‌ای با خاصیت فلزی ندارد ؛ و این احتمالا یکی از دلایل مهم فقدان حوزه مغناطیسی ملموس دراین‌جرم سماوی است.

نه تنها هنوز تمام نیروهای طبیعی بخدمت‌آدمی در نیامده‌است یا اصولا اطلاع ما در بارهٔ نیرو های شناخته شده اندك است ، بسیاری از نیروهای طبیعت را هنوز نمی‌شناسیم . در آینده شاهدکشف بسیاری از این نیروها خواهیم بود.

ـ یکی از زیبا ترین و عمیق ترین هیجاناتی‌که با آن آشنائیم کشف اسرار طبیعت است کسی که این هیجان مقدس را درك نکندیادر برابرکشف جدیدی بوجددرنیاید مرده‌ای بیش نیست.

ایـن عبارت از آلبرت انشتین است : « نه ، چاههـای اسرار

طبیعت هنوز خشك نشده‌اند ؛ این‌ها جزایر کوچك بی نام و نشانی نیستند که بزحمت سر از آب بدر کرده باشند بلکه قاره های عظیم نیرو های نامکشوف‌اند که انتظار کریستف کلمب خود را می‌کشند . »

۴

ماشین‌های اشعه‌ای و ماشین‌های پرتابی

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

گردشی در پس فردا

موقع آن رسیده است کـه مجدداً در اطاقك سفینه زمان نورد خود جا بگیریم. این بار به‌آغوش آینده پرواز خواهیم کرد. ماروند تکاملی ماشین آلات را تا امروز دنبال کـرده‌ایم و گوشه چشمی هم به فردا و پس فردا نینداخته‌ایم این امری است که از بنیان حل نشده است .

ماشین‌ها در آینده چه تغییراتی خواهندکرد؟

آهسته آهسته تغییرات‌سرعت رااز بی‌حرکتی کامل(Point mort) مورد بررسی قرار خواهیم داد.

تاریخ‌سریعاً بدورشاخص‌زمان می‌چرخد و لحظه‌به‌لحظه سریع‌تر می‌شود. تقویم اکنون ماه‌مارس سال ۲۰۶۵ رانشان می‌دهد . از سفینه پیاده می‌شویم.

در برابر ماکوچه شهر زیبائی قرار دارد. حاشیه پیاده روها با گلهای رنگارنگ جالبی تزیین‌شده . درآسمان پاره ابری با درخششی فوق‌العاده شناور می باشد . مرد جوانی که روی یك چلیك پلاستیکی ایستاده به کمك جعبه‌ای به اندازهٔ قوطی سیگار سخن می گوید . این چیست ؟

قبل از هر چیز می‌گوئیم که در بارهٔ دنیای‌آینده آنقدرسئوال بی‌جواب هست‌که کتابی ازآنها می‌توان نوشت. لذا در این‌جا به‌حداقل قناعت می‌کنیم و فقط می‌خواهیم بدانیم‌که انسان درآینده کدام‌عنصر طبیعت رابکار خواهدبرد. اکنون ببینیم آنچه دردست مردجوانست و باآن سخن می‌گوید چیست؟

این یك دستگاه تلویزیون قابل حمل ونقل شخصی است که هم دستگاه فرستنده دارد هم دستگاه گیرنده بطور خلاصه باید گفت یك تلویزیون جیبی است . روی این جعبه کوچك سه دگمه تعبیه کرده‌اند یکی دگمه تنظیم صداروی موج رادیو الکتریك. منظور موج رادیو الکتریکی است‌که آن شخص برروی آن با فرددیگری درتماس است. می‌توان امواج متعددی فرض‌کرد که با میزان کردن پیچ مربوطه با افراد مختلف که دستگاه نظیر آنرا دارند تماس برقرار کند . دگمه دومی برای استقرارتماس بسیاردقیق‌است چه‌گاهی طرف‌مقابل‌می‌خواهد تصویر میکرسکپی یا صفحه‌کتابی رانشان دهد. دگمه سوم برای کم و زیادکردن صدا ووضوح تصویر است.

پس از دست یافتن بدریای امواج مادون کوتاه (Hyper_ultra _court) داشتن چنان ابزاری برای‌هرکس ازممکنات

است. باتغییر طول موج دستگاه‌نامبرده می‌توان‌باهریك ازافرادساکن شهرتماس برقرارکرد.

اکنون از ابرمشتعل شناور در آسمان سخن بگوئیم که در حال نبضان است. می‌دانیم ازچه ساخته شده. خورشیدی‌است مصنوعی. محل استقرار آن‌نقطه تقاطع چندین دسته اشعهٔ الکترو مغناطیسی است. این امواج با دستگاههای مخصوص تولید می‌شوندکه به‌پروژکتورهای غول‌پیکر شبیه‌اند که‌هریك بیش از صد متر قطـر دارد. باین ترتیب می‌توان چندین ده‌هزار درجه حرارت تولید کرد. حتماً حدس زده‌اید کـه این خورشید مصنوعی بر فراز شهر توده‌ای از پلاسماست کـه در حدود سی کیلو متری جو زمین ایجاد گردیده. با امواج الکترو ـ مغناطیسی که فرستاده می‌شود می‌توان اندازه، حرارت و تشعشع آنرا میزان کرد.

در ماههای زمستان ساکنین این شهر عجیب خورشید مصنوعی راگرمتر می‌کنند و شب وروز روشن نگهمیدارند. در تابستان فقط از روشنائیش‌بهره‌ورمی‌گردند. دراین شهرافسانه‌ای‌وسایلی‌نیزبرای تنظیم طیف‌نور خورشیدمصنوعی وجوددارد، یعنی‌باآن می‌توان امواج‌ماورای بنفش و مادون قرمز را کم وزیاد کرد. در لوای این ابزار مردم همیشه لباس تابستانی می پوشند و گیاهان در زمستان هم چون تابستان بگل می‌نشینند.

از دیرباز گفته‌اند مردم قرن بیست ویکم شرایط اقلیمی را در شهرهای بزرگ تحت کنترل خود خواهند داشت؛ این امربرای آنها دشوار نیست چه در مراکز مولد برق ترمونوکلئر به‌وفور انرژی لازم

موج می‌زند.

در آسمان شهر دستگاههای کوچك و سبکی با حرکت باد در پرواز است. آنها را اصطلاحاً آئروس (Aéros) می‌نامند و هریك‌مورد مصرف شخصی دارد، انرژی ساطعه از آنها توسط حوزه الکترو ـ مغناطیسی با فرکانس زیاد ایجاد می‌گردد که با آنتن های مخصوص تولید می‌شود.

اما جالب ترین بخش این مسافرت به آینده نماشای یك فیلم تلویزیونی است بنام «تاریخچهٔ صدسال فضانوردی».

در روی اکران (صفحهٔ تلویزیون) محدبی که سی متر ارتفاع دارد فیلمی به‌نمایش گذارده‌اند. ضخامت این‌گیرنده تلویزیونی بیش‌از بیست‌متر نیست . برروی آن گوئی غبار نقره پاشیده‌اند . وقتی پخش برنامه آغاز می‌شودغبار نقره‌ای محومی‌گردد. مالغاتی دراختیارنداریم که زیبائی‌های مناظر، احجام، حقایق وکیفیات مناظری را که ملاحظه می‌نمائیم‌شرح دهیم‌خلاصه‌می‌توان گفت دریچه‌ای بسوی دنیای‌دیگری می‌گشاید.

فیلم‌باتصویرکنسانتین‌تسیولوکفسکی(Constantin Tsiolokvski) آغاز می‌شود. مردی‌که برای نخستین بار راه آسمانها را به‌آدمی‌نشان داد. سازندگان فیلم‌کاری جزتحقق بخشیدن به‌اندیشه‌های‌اونکرده‌اند. همان‌کسی‌که یکصد وپنجاه سال پیش کار را شروع‌کرد. تهیه کنندگان فیلم‌نیکلای کیبالچیچ (Nikolaï Kibaltchitch) را نیز فراموش نکرده‌اند که سالیان دراز پیش‌از تسیولوکفسکی بردیوارزندان‌استوار پیرـاـپل (Pierre_et_Paul) نقشه ابتدائی یك سفینه پرنده بشکل

موشك را طراحی‌کرده بود . آنگاه تاریخچهٔ پرواز بااولین هواپیماها که موتور واکنشی دارند وسرانجام موشکهای ژئوفیزیك وبالاخره.....

اولین پیروزی بشر برجاذبه زمین درسال ۱۹۴۷ باارسال اولین ماهواره آنگاه با پرتاب نخستین ساخته دست بشر که تاابد چون‌یکی ازسیارات بدورخورشید خواهد گشت .

هم‌اکنون این‌سفینه اگر آنرا سفینه بشود نامید روی مداری بین زمین و مریخ بگرد شمع آسمان میگردد راهی را که طی میکند راه سپیکر(Speaker) مینامند . اما سرانجام روزی خواهد رسیدکه بشر آنرا بازگرداند ودرکنار گرانبهاترین اشیاءِ موزه قراردهد. تماشاگران موزه در روی این سفینه عبارت زیر را خواهند دید: « اتحاد جماهیر شوروی ـ ژانویه ۱۹۵۹ » .

تاریخ روی‌پرده تلویزیون بسرعت ورق میخورد ـ پرتاب‌نخستین موشك به‌ماه ـ عکس‌برداری ازرویهٔ نامرئی ماه ـ پروازیوری‌گاگارین نخستین کیهان‌نورد عالم ـ «پیاده‌شدن بشر درماه ـ ارسال لونا خود ـ سفاین زهره‌نورد ـ سفاین مریخ‌نورد ـ نشستن آرام سفاین برزهره و مریخ ـ عکس‌برداری ازاین دوسیاره» ـ (عباراتی که دراین پاراگراف درداخل « » قراردارد پیروزیهای جدیدی است که آدمی‌بدست‌آورده وپس‌ازانتشارکتاب صورت‌گرفته است . برای جلوگیری ازلطمه به‌متن کتاب توسط مترجم‌افزوده‌شد) . استقرارپست تحقیقاتی دراطراف زهره و مریخ ـ ایجاد ایستگاه پژوهشی دربارهٔ خورشید برروی عطارد که نزدیك‌ترین سیاره به‌آنست وبالاخره بازدید ازپلوتون دورترین سیارهٔ منظومه شمسی همگی ازبرابر دیدگان ما میگذرد . وه‌که‌چه‌اکتشافات

حیرت‌انگیزی پیرامون منظومهٔ شمسی شده است . سالها میگذرد که آدمی به‌این مقام رفیع دست یافته است .....

در پروازهای کیهانی بین سیارات از جمله سفر به‌ماه ، مریخ و مشتری ازمواد سوختنی شیمیائی جامد استفاده شده‌است. مادقیقاً طرح موتور موشکی را که با سوخت شمیائی کار میکند میدانیم . ماده سوزنده ومادهٔ سوزاننده در دومخزن جدا انبار میشوند . هنگامی که موتور روشن‌میشود تلمبه‌های مخصوص آنهارا به‌اطاقك‌احتراق‌میرانند. این مواد قبل‌ازدخول دراطاقك احتراق دیوارهٔ لوله واطاقك راکه در اثر آزادشدن انرژی حرارتی گرم شده‌اند خنك مینمایند .

گاز مشتعل حاصله در اطاقك احتراق راه فرارمیجوید وبا فشار زیاد ازمخرج اطاقك ولوله‌ایکه بآن‌متصل است به‌خارج‌رانده‌میشود. این لوله نقش درجه اولی در چنین موتورها دارد چه حرکت حرارتی غیرمنظم ذرات مادی را به حرکت جهت یافته مبدل مینماید ، بعبارت دیگرآنرا به‌صورت فلوی گازمنظم (**Flux de Gag**) درمیآورد.

بیان ریاضی : فرمول اساسی موشکها

تسیولوکفسکی ثابت کرده است که زمانیکه یك جرم کوچك گاز مثل Δm با سرعت v از لولهٔ خروجی موشکی بیرون میجهد اگرجرم 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 به‌انرژی مکانیکی مبدل میشود ، این‌امرموجب جهش موشك به‌جلو میگردد . بازصفحهٔ رویائی تلویزیون یاد شده را بنگریم . تصویر اولین موشکهائی که آدمی را تا سیارات مجاور برده هویداست . سفینه‌ایست غول‌پیکر وچند طبقه که تقریباً تمام‌حجم‌آن محتوی مواد سوختی است بزحمت یکهزارم حجم‌آن به‌اطاق‌فرماندهی وترمز تخصیص دارد . با همهٔ این ذخیره سوخت موشکی‌است بالنسبه بطئی‌الانتقال وبه‌دشواری سرعت‌آن ازیازده تا دوازده‌کیلومتر در ثانیه یعنی « دومین سرعت کیهانی » درمیگذرد . چنین سفاینی بدیهی است پس از استخلاص ازحوزهٔ جاذبهٔ زمین بااینرسی حرکتی قبلی‌درحوزهٔ جاذبهٔ خورشید بحرکت درمیایند . درطرح‌ریزی سفاین ابتدائی‌مزبور چنین پیش‌بینی شده است که سفینه بخش اعظم راه را باموتورخاموش طی کند و مقدار سوخت آن چنان احتساب شده است که سفینه قادر باشد ازحوزهٔ جاذبهٔ زمین خارج‌گردد وهمچنین هنگام‌مراجعت‌سوخت کافی برای برخاستن ازسیارات موردنظر داشته باشد .

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

در این فرمول M جرم ابتدائی موشك، ln لگاریتم‌طبیعی و lg لگاریتم دسیمال است. لذا فرمول فوق را بسهولت میتوان چنین نوشت.

$$\frac{M}{M_0} = 1 - e^{\frac{u}{v}} = 1 - 10^{-0/43\frac{u}{v}}$$

دراین فرمول $e = 2/72$ بوده و پایه لگاریتم طبیعی میباشد. (برای درك مفهوم لگاریتم طبیعی و لگاریتم دسیمال چند سطر از متن پاورقی

درفیلم زمانی نشان‌داده میشود که‌موشکهای اتمی‌جای موشکهای قبلی را گرفته‌اند . طرح یك سفینه کیهانی که بانیروی اتم پیش میرود نسبتاً ساده است . این موشك نیز مثل موشکی که با سوخت شیمیائی کارمی‌کند یك لوله مخرجی دارد اما بجای اطاقکی که درآن احتراق صورت میگرفت یك راکتوراتمی مستقراست .

درمراکز برق اتمی همیشه در مجاری‌ایکه درون شمش‌های اورانیوم مورد مصرف احداث گردیده آب جریان دارد و آب مزبور توسط تشعشع رادیواکتیوگرم میشود. در راکتور سفینه‌های اتمی نیز لوله‌های اورانیومی وجود دارد واز درون آن گازی عبور میکندکه در اثراورانیوم‌گرم میشود وهمین فلوی گازگرم وارد لوله مخرج سفینه میگردد و بسرعت ازآن به بیرون میجهد و موجب جلو بردن سفینه میشود. البته مخزنی بزرگ پر از ماده‌ای خنثی (نه قابل احتراق) قسمت اعظم موشك را تشکیل‌میدهد . در اینجا از آب بعنوان ماده‌ای بی‌اثر وخنثی استفاده میکنند.

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

$a = b^c$. لگاریتم a در پایهٔ ۱۰ $= c$ یعنی

$$log_b^a = c$$

منظور یافتن عددی است مثل c که اگر آنرا توان پایه قرار دهیم عدد a بدست میاید اگر پایه عدد ۱۰ 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 بسیاررا نـدارد. بهمین دلیل روی اکران تلویزیون شهر افسانه‌ای فقط یك پروژه ابتدائی از آن ملاحظه مینمائیم وجای تردید است‌که چنان موتوری‌با خصوصیت ذکر شده امکان وجودی داشته باشد. در این زمینه همین یك اشکـال بس‌که ماده‌ای نمیتوان یافت که حرارت بیست وپنجهزار را تحمل کند بعبارت‌دیگرسرعت‌موشك تابع‌خروج‌گازحاصله ازماده سوختنی ازلوله خروجی‌موشك است وخود سرعت خروج گازبستگی به درجه حرارت اطاق احتراق دارد . سرعت خروجی گـاز چیزی جـز تبدیل انرژی حرارتی‌گاز به انرژی مکانیکی نمی‌باشد. یعنی‌هرچه حرارت گاز در اطاقك احتراق زیاد تر شود قلوی گـازی شدیدتر است مثلا حـرارت دوهزاروپانصد درجه میتواند موجب شود گاز با سرعت سه‌هزارمتردر ثانیه خارج گردد و اگرحرارت به بیست و پنجهزار درجـه بالا رود سرعت خروج گازرابه‌ده‌هزارمتردرثانیه خواهد رسانید اما همچنانکه یاد شد ماده‌ای نمی‌شناسیم‌که دربرابراین حرارت تـاب مقاومت داشته باشد.

میگوینـد $\log_e^a = c$ بنابرایـن $a = e^c$ طبـق محاسبات لگاریتمی رقـم بدست‌آمده چنین است:

$e = ۲/۷۱۸۲۸۱۸۲۸$

برای‌آسان شدن مطلب گاهی $e = ۲/۷۲$ فرض میشود).

اگرسرعت خروج گاز یعنی v خیلی زیاد باشد مثلا نزدیك به‌سرعت سیر نورکه امکان حصول چنین سرعتی در موشکهای اتمی آینـده امید است وجـود داشته بـاشد(چنین موشکهارا پیش راننده یـا Propulseur مینامند)

می‌دانیم در نیمه قرن بیستم کلیه مشکلات این معما بررسی شده‌اند. متخصصین دانش فلزشناسی آهسته آهسته در این راه پیش میروند وهرروز آلیاژی تازه مییابندکه دربرابرحرارت بالاتری قدرت مقاومت دارد. سازندگان موشك تمام نبوغ ودانش خود را دراین راه بکار میبرند که گرد باد گاز مشتعل را بکمك لایه نازك حدواسط از جداراطاقك احتراق جدا نگهدارند وباین‌ترتیب ازگرم شدن‌دیوارهای آن جلوگیری بعمل آورند.

مثلادیوارهٔ اطاقك احتراق ولوله‌های خروجی‌را دولایه میسازند ومادهٔ قابل احتراق راکه بصورت مایع است ازمیان دولایه عبور داده داخل‌کوره سوخت می‌کنند. مایع سوختنی بمحض‌اینکه داخل اطاقك شد بخار می‌شود وفلزدیواره را سرد می‌نماید و یك ابر نازك سرد بین

با بکاربردن مکانیك تئوری نسبیت محدود (نه نسبیت عمومی) نخستین فرمول تسیولوکفسکی‌باینصورت درخواهد 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 وC مساویست باسرعت سیر نور ، بقیه عناصر فرمول را نیز قبلا شناخته‌ایم. باین ترتیب فرمول دوم تسیولوکفسکی چنین خواهد شد:

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

این فرمول را میتوان بشکل زیرتغییر داد.

دیوار وطوفان حاصل ازاحتراق ایجاد میشودکه پیوسته تکرارمیگردد وباین‌ترتیب‌گلوله‌گازمحترق وآنشین درغلافی ازگازسرد تا دهانهٔ‌لولهٔ خروجی محاصره‌می‌گردد.

در راکتور اتمی همه چیز فرم دیگری است. لوله‌های اورانیوم جدار بایستی‌خیلی‌گرم‌تر ازآن باشدکه مامی‌خواهیم بـه گـاز حرارت بدهیم. یعنی لوله بایستی گرم‌تر ازگاز باشد. یقین است‌که درراکتور- اتمی هرحرارتی راکه بخواهیم می‌توانیم تولید کنیم اما خود اورانیوم درحرارت ۱۱۳۳ درجه ذوب می‌شود. حتی می‌توان راکتوری درتصـور آوردکه با اورانیوم مایع یاگاز کارکند اما ازکجا می‌توان فلزی یافت که درون آن پلاسمای اورانیوم ده‌هزار درجه‌ای‌رانگهداری کـرد و راکتوری که باپلاسمای اورانیوم کارمی‌کند می‌تواند هر لحظه به بمب اتمی مبدل گردد و کنترل آن از کنترل بمب‌هـای اتمـی دشوارتر است .

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

اگر یك موشك فوتونیك داشته باشید در آن $v=c$ خواهـد بـود و و فرمول مذکور دربالا بصورت بسیار ساده‌تر زیر نوشته خواهد شد.

$$\frac{M}{M^{\circ}}=1-\sqrt{\frac{1-\frac{u}{c}}{1+\frac{u}{c}}} \quad \text{و} \quad \frac{u}{c}=\frac{1-(1-\frac{M}{M^{\circ}})^{2}}{1+(1-\frac{M}{M^{\circ}})^{2}}$$

حال گمان کنیم توفیق ساختن راکتوری فرضی‌دست دادکه بـا آن میتوان حرارت کافی برای ایجاد بخار آب پرفشار تولید کـرد . بخار آب درچنین حال هنگام عبور ازلوله‌های خروجی درمدت بسیار کوتاهی بایستی حرارت مورد نظر را بدست آورد. هیدروژن‌که درآن خاصیت انتقال حرارتی حداکثر است ولی وزن مخصوص انـدکی دارد اگر موشك کیهانی با آن بکار بیفتد باید حجم عظیمی داشته باشد تا ذخیرهٔ کافی ازاین ماده همراه بردارد. بهمین دلیل طراحـان موشك اتمی از آب استفاده می‌کنند. آب دراثر حرارت زیاد بـه اکسیژن و هیدروژن تجزیه می‌شود و این مخلوط گـازی نیـز خاصیت هـدایت حرارتی بسیاری دارد.

فی‌المثل هرآینه مواد سوختنی ۹۰٪ جرم موشك را تشکیل دهد یعنی $\frac{M}{M^\circ} = ۰/۹$ باشد $\frac{U}{C} = ۰/۹۸$ خواهدشد. بنابراین‌خیلی‌ساده‌میتوان‌رابطه جرم موشك وکند شدن زمان را درموشك 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 مـوشك است. پس رابطه کند شدن سرعت با کاهش سوخت موشك را میتوان از فرمـول زیر بـدست آورد.

$$\frac{t'}{t} = ۲ \times \frac{(1 - \frac{M}{M^\circ})}{1 + (1 - \frac{M}{M^\circ})^2}$$

بنابراین چطور باید مسئله را حل کرد؟ در روی صفحهٔ تلویزیون انواع مختلف مایعاتی راکه متعلق به ادوارمتفاوت درفن موشك 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 راکسب می‌کند و هر چه در لوله پیش می‌رود سرعتش افزوده می‌گردد. اگر حرارت گاز درسرتاسر لوله به همان درجه اول باقی باشد ازفشار آن کاسته خواهد شد لذا برای ثابت نگهداشتن حرارت‌گاز توسط لوله خروجی‌گرم خواهد شد وفشارش‌کاهش‌نخواهد

مثلا اگر ۹۰٪ جرم که سوخت است مصرف شود یعنی $\frac{M}{M_0}=0/9$

و $1'=0/2\times 4$ باشد درموشك زمان پنج‌بارکندتراز آنکه درزمین جاریست مرور خواهدکرد.

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 این‌وسیله می‌توان به‌سرعتهای زیاد دست‌یافت مثلا اگرموشکی‌باسرعت ۱۵۰۰۰ کیلومتر درثانیه حرکت‌کند برای آنکه سرعتش به۱۰۰,۰۰۰ کیلومتر درثانیه برسد بایدآنقدر سوخت مصرف‌کندکه تهیه‌آن عملا غیرممکن است

$$\frac{M}{M_0}=1-\left(\frac{1}{2}\right)^{10}=1-0/001$$

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

یافت. درپروژه چنین موتوری، گاز کلیهٔ انرژی لازم حرارتی را که بایستی به انرژی حرکتی مبدل گردد و موجب جهش و حرکت موشك شود یکجا دریافت نمی‌کند بلکه از آغاز تا انتهای لولهٔ خروجی تدریجاً تحویل می‌گیرد. ابتدا مقداری حرارت دریافت می‌کند وآنرا 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 عملا پیاده کردن چنان طرحی یعنی ساختن موتوری با لوله خروجی بسیار طویل و دهان باز فوق‌العاده دشوار است.

اما راه حل دیگری هم هست. درون فلوی گاز بی‌اثری که در داخل‌لوله درحرکت است مقادیری اورانیوم‌گازی مشتعل‌داخل میکنیم اورانیوم مذکور حرارت خود را به‌گاز بی‌اثروخنثی می‌بخشد، البته بصورت قطرات ریز مایع وسپس ذرات پودر جامد درمیاید وباین‌ترتیب غبار اورانیوم از فلوی گاز جدا شده به راکتو رعودت داده خواهد شد (اورانیوم ماده‌ای بسیار گرانبهاست علیهذا بیرون ریختن آن با گاز صلاح نمی‌باشد). باین‌ترتیب اورانیوم پیوسته‌گرم وسرد خواهدشد ودر دستگاه گردش خواهدکرد.

پیاده کردن این طرح خالی ازا شکال نیست و دشواریهای فنی بسیاری دربر دارد لذا ساختن موشکی که با موتوراتمی کارکند امری مشکل است خاصه‌که جهت ایجاد سرعتهای زیاد موتور موشك نیز باید فوق‌العاده نیرومند باشد.

باین‌ترتیب برای اینکه موشکی که سرعت کیهانی‌یازده‌کیلومتر

درثانیه دارد درچهارصد ثانیه سرعتش به دوازده‌کیلومتر درثانیه برسد بایستی توانائی موتور برای هرکیلو از وزن موشك ده‌بار نسبت به راکتورهای اتمی متداول درنیمه قرن بیستم افزایش یابد. برای پرتاب یك موشك اتمی بطرف‌ماه باید راکتوری ساخت‌که‌چندمیلیون‌کیلووات نیرو تولید کند در حالیکه نیرومندترین راکتورهای نیمهٔ قرن بیستم قادر به‌ایجاد بیش‌ازچندین صدهزارکیلووات نیرو نیست.

بااینهمه موتوراتمی جهت موشك ساخته شده متأسفانه‌مافرصت تعیین تاریخ دقیق چنین پیروزی دردانش وفن را نداریم چه‌وقایع‌علمی چنان سریع اتفاق می‌افتند و کشفیات نوین بقدری زود و پشت سرهم میرسند که آدمی دچارحیرت میشود، چنین حادثه‌ای روی تلویزیون رویائی ما نیز تحقق می‌یابد.

امکانات نخستین پروازهای کیهانی با موشك اتمی فراهم آمده است. حجم نسبتاً کم‌ماده سوختنی اتمی اجازه میدهدکه مدت‌کارموتور راطولانی‌تر نمائیم‌واین‌خود تسهیلاتی نه‌تنها درپروازونشستن وبرخاستن سفینه در سیارات دیگر فراهم کرده بلکه در هنگام پرواز در فضای بین سیارات‌هم‌کمك شایانی‌کرده است. سرعت پرواز سفاین مختص به مراقبت تا پنجاه‌کیلومتر درثانیه میرسد. زمان مسافرتهاکاهش‌یافته و مسیرهای طی شده توسط سفاین کم‌شده‌اند. کیهان‌نوردی بکلی تغییر چهره داده است.

اواخر قرن بیستم و ربع اول قرن بیست‌ویکم فصل پیروزیهای بزرگ پرواز سفاین اتمی روی سیارات است وهمین موجب شده‌است‌که آدمی تمام سیارات منظومهٔ شمسی را بازدید کند.

ـ بالاخره .... آیا آدمی در خلائی 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 یـا نزدیك‌ترین مرکز کنترل مسافرتهای بین ستارگان و منظومه‌های ستاره‌ای پلوتون نخواهد بود .

در روی تلویزیون منظرهٔ غریبی ظاهر میشود، برجستگی عظیمی از تودههای بلوری سبزوآبی که به‌کوه یخ شبیه است . این تودهٔ متبلور پوشش آشیانه‌ایست که نوری شگرف از آن میتابد ومرغی غریب در آن جای گرفته است . این غار ، این آشیانه ، این حفرهٔ عظیم تونل‌مانند چیست ؟ سکوی پرتاب موشکی سترگ است که برروی پلوتون احداث گردیده خورشید آشنای ما بعلت بعد مسافت چون ستاره‌ای تابناك به‌چشم میرسد . عده‌ای ملبس به‌لباس فضانوردی (اسکافاندر) برروی این تودهٔ عظیم ایستاده‌اند .

ـ کیهان‌نوردی در منظومهٔ شمسی برای ما چون کشتی‌رانی در شبکه رودخانه‌ها و شطهای جاری برسطح زمین است . شبکه راههای فضائی را در منظومهٔ شمسی **Speaker** می‌نامند . اما اکنون در برابر اقیانوس عظیم فضا قرارداریم .

فواصل بین ثوابت و مسافات بین سیارات قابل مقایسه نیستند . روی یك صفحه‌کاغذ دایره‌ای باندازهٔ سکه‌کوچکی ترسیم‌کنید وفرض نمائید این دایرهٔ منظومهٔ شمسی یعنی تنها گوشه‌ای ازعالم است‌که آن را میشناسیم . بدیهی‌است بااین مقیاس قادربه‌نشان‌دادن همهٔ‌عالم‌نیستیم همانطور که با آنچه زیر میکروسکپ دیده میشود در مورد سیارات

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

برای نشان دادن نزدیك‌ترین خورشید و نزدیك‌ترین منظومهٔ خورشیدی به ما صفحهٔ کاغذ کافی نیست حتی کف اطاق وسطح شهرهم اکتفا نمی‌کند. برای نزدیك‌ترین خورشید به منظومهٔ شمسی باید سی‌کیلومتر دورتر ازدایره اول دایرهٔ دیگری رسم کرد چه فاصله ما از نزدیك‌ترین خورشید یا القنطورس (α de centaure) چهارهزار میلیارد کیلومتر است. یك شعاع نورانی که با سیصد هزارکیلومتر درثانیه حرکت می‌کند جهت طی این مسافت باید ۴/۲۷ سال در راه باشد تا به‌چشم ما برسد. فواصل بین ثوابت ازچنین قماشهائی است.

میدانید پرواز به نزدیك‌ترین خورشیدها با سفاین مختص به مسافرتهای بین سیارات معمولی‌که دردربع آخرقرن بیستم معمول است چقدرطول می‌کشد؟ تقریباً دوهزارسال. بهترین موشکهای سیاره‌پیمای اتمی که دراواسط قرن بیست ویکم بوجود میایند و قابلیت مانور بیشتر و سرعت سه برابر موشك‌های قبلی خواهند داشت‌مسافت مذکور را طی هفتصدسال طی خواهندکرد.

نه سفاین کیهانی که سوخت شیمیائی دارند قادر به حل مسئله پروازهای بین‌ثوابت‌اند نه‌موشکهای ترمونوکلئرچه قدرت موتورآنها ناکافی وسرعت آنها نارساست.

با وجود این پرواز بین ثوابت مقدور است!

نقطه حرکت: شبه سیاره پالاس

همهٔ جزئیات تصاویر آینده راکه روی صفحهٔ تلویزیون دیدیم نمی‌توان شرح داد فقط به بیان مشهودات خود در دنیای ذرات ابتدائی می‌پردازیم.

منطق دیاللتیك چنین‌است، بلی اکتشافات دردنیای ذرات‌ابتدائی اسباب پیروزیهای عظیم دردنیای مقادیرواوزان محیرالعقول را فراهم می‌آورند.

دراربع اول قرن بیستم تصور می‌شد تمام ماده موجود در عالم به صورت الکترون بابار منفی وپروتون بابار مثبت است. امـا 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 مختلف‌مزون(Meson) نوترینو (Neutrino)که جابجاکردن آنها امری فوق‌العاده دشوار است. فوتون‌که ذره ابتدائی حوزه الکترو- مغناطیسی است و تمام‌خانواده ذرات هیپرون (Hyperon) وسرانـجام مصنوعاً ضد ذرات (Antiparticule)بوسیله دستگاههای تسریع‌کنندهٔ بسیار پیچیده تولید شد.این دستگاهها قادرند به ذرات ابتدائی سرعتی نزدیك سرعت سیرنور ببخشند. ازجمله این ضـد ذرات باید ازضـد پروتون (ذرهٔ سنگین وزن)که بارالکتریکی‌منفی دارد وازضد نوترون یادکرد. ضد نوترون ازلحاظ بارالکتریکی با نوترون تفاوتی ندارد چه هردوخنثی‌هستند تفاوتشان ازلحاظ خصوصیات دیگراست‌یعنی‌ملاحظه

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

ازاواسط قرن بیستم برای دانشمندان این مسئله طرح شدکه آیا می‌توان اتمی ساخت که هسته‌اش بارمنفی داشته باشد وبدورش ابری از ذرات سبك بابارمثبت بگردند یعنی پوزیتون (Positon)اگرچنین اتمی ساخته شود چه خاصیتی خواهد داشت؟ آیا یك سلسله ازاین عناصر را می‌توان در جدول دوره‌ای مندلیف به طرز معکوس قرار داد ؟ آیا ممکن است روی سیارهٔ گمنامی که بدور نمی‌دانم کدام خورشید مستقردر کهکشانی دوردست میگرددد دستگاه تسریع کننده به‌دانشمندان الکترونی بابارمنفی مثل الکترون معمولی ماوپروتونی بابارمثبت مثل همین پروتون خودمان بدهد و دانشمندان یاد شده همان چیزی راکه ماماده می‌نامیم ضد ماده بنامند؟

بسیاری ازآنچه در قرن بیستم برایمان چون سئوالی طرح می‌شود روی صفحهٔ تلویزیون قرن بیست ویکم چون مسائلی حل شده به نمایش گذاشته شده‌اند.

بلی ساختن ضدماده مقدوراست. بلی درخلاءِ خلائی که فقط منطقه نفوذ حوزهٔ نیروهاست و از ذرات ابتدائی خبری نیست ضد ماده ثابت وپایدار می‌باشد. اما ماده وضد ماده را نمی‌توان درجوار هم قرار داد . اینهااضدادیکدیگرند. بهمین دلیل است که ضدماده‌ایکه دردستگاههای تسریع کننده تولید می‌شود عمری چنین کوتاه دارد ولمحه‌ای بیش نمی‌پاید. وقتی یك ذره ابتدائی ماده وضد ماده مصادف می‌شوند هردو به ذرات ریزتری یعنی فوتون تجزیه می‌گردند . بهمین سیاق دواتم مادی

وضد مادی در تلاقی باهم منفجر می‌گردند وسریعاً ذرات ابتدائی دیگر پدید می‌آید. انرژی حاصله ازچنین انفجاری حتی از ترانس موتاسیون اتم هیدروژن به هلیوم بیشتر است.

قبلا گفته شدکه یکی‌ازنتایج تئوری نسبیت عمومی انشتین تعیین رابطه جرم وانرژی است . جرم یك لیوان آب‌گرم بیش‌از جرم همان لیوان پس از سردشدن است . یك فشنگ شلیك شده که درحال پرواز است جرمی بیش‌ازهمان فشنگ درخزانه اسلحه دارد. درجریان تبدیل وتغییر (Transformation) که همراه رهائی انرژی باشد ازجرم ماده کاسته می‌گردد . نسبت بین جرم وانرژی چنانست که مقادیر متنابه و عظیمی انرژی در درون جرم مـادی ناچیز و بی اهمیتی نهفته است . هرآینه چندین قطار ذغال‌سنگ را طی بیست و چهارساعت در کوره مرکز حرارتی عظیمی بسوزانیم وبعد گازوخاکستروکف‌گدازه را دقیقاً جمع‌آوری کرده توزین نمائیم ملاحظه میشود اختلاف وزن آنهـا با وزن ذغال به‌زحمت به‌پنج‌صدم گرم می‌رسد . این صدم گرمهای ناچیز همانست که طی یک شبانه‌روز به‌انرژئی برابر یک میلیون کیلووات ساعت بدل شده است . بدیهی است اندازه‌گیری چنان کاهش‌وزن‌اندکی دراحتراق ذغال مثل کاهش جرمی که درواکنش‌های شیمیائی همراه با تولید یا جذب انرژی است کاری فوق‌العاده دشوار است .

درسوخت هسته‌ای جریان امربه‌نحودیگری است. ظرفیت مولد انرژی این واکنش‌ها به‌نحو غیرقابل مقایسه‌ای بالاست وکاهش‌جرم‌نیز مصداق واقعی می‌یابد . مثلا برای تجزیه هسته اورانیوم‌که مولدانرژی بسیاری‌است‌کاهش جرم‌برابر $\frac{۱}{۲}$ درصداست. برای هیدروژن رادیواکتیو

هنگامی که به هلیوم مبدل میشود کاهش جرم ۹/. درصد است یعنی نه‌گرم در هرکیلوگرم ، این مقدار حتی با ترازوی معمولی داروسازی که آنقدرها هم دقیق نیست قابل اندازه‌گیری است .

هنگام‌برخورد یک اتم‌ماده ویک اتم ضدماده تقریباً کلیه جرم اتمها مبدل به‌کوانتای حوزهٔ الکترو مغناطیسی گردیده بصورت انواع تشعشع در می‌آید . این تبدیل مستقیم انجام نمیشود بلکه یک رشته زنجیر تغییرات بصورت مزون مدخلیت دارند . تولید انرژی درچنین واکنشی تقریباً صدبار بیش‌ازانرژی تبدیل هیدروژن به هلیوم است .

برای قابل فهم‌کردن نیرومندترین موتور فرضی ، تنها موتور موشکی که قادراست سفینه آدمیان را به‌ستاره پروکسیما (Proxima) درصورت‌فلکی سانتور(القنطورس) برساند، سازندگان فیلم‌حیرت‌انگیز فوق ناچار بوده‌اند درعالم ذرات ابتدائی سیروسیاحت کنند .

اکنون روی صفحهٔ تلویزیون طرح یک موشک ستاره‌پیماظاهر می‌شود. موشکی با ابعاد عظیم، اطاقی بسیاربسیار بزرگ حاوی ضدماده بصورت‌پودر،ضدماده‌مذکورازهرجهت‌باکمك حوزه‌های‌الکترومغناطیسی بحال تعلیق نگهداشته شده است تا کوچکترین ذره‌ای از آن با دیوار اطاق‌مخزن‌تماس‌حاصل‌نکند. بازهم‌باکمك حوزه‌های‌الکترومغناطیسی که شدت و نوع آنها مشخص شده است ؛ پودر ضد ماده با مقادیر کم و پی‌درپی از درون لوله هادی به‌اطاق احتراق می‌رسد .

پودرضدآهن (ضدماده مفروض) درون لوله‌ایکه به‌اطاق‌احتراق متصل می‌گردد تحت تأثیر حوزه الکترومغناطیسی فوق‌العاده نیرومند دیگری قرار می‌گیرد وحرارتش بشدت بالامی‌رود چنانکه‌دریک‌لحظه

به‌بخار مبدل می‌گردد وبهمین صورت تبخیر شده به‌اطاق احتراق‌داخل میشود . از سوی دیگر بدون ملاحظات احتیاطی فوق‌الذکر بخارآهن معمولی (ماده مفروض) به‌اطاق احتراق داخل می‌گردد . درنقطه تلاقی دورشته بخار ماده وضدماده (آهن وضدآهن) شعله‌ای بانور کورکننده جهیدن آغازمی‌کند ، آنچه میجهد شعلهٔ نورانی نیست اما درزمان ما لغتی نداریم که ازجمیع جهات آن را تفسیرکند . هنگام تماس ماده و ضدماده مقدار غیرقابل تصور و زایدالوصفی انرژی حاصل می‌گردد که بخش اعظم آن انرژی تشعشعی است .

آیادانستید چراآهن وضدآهن را قبل‌ازدخول دراطاقك‌احتراق بصورت بخاردرآورده‌ایم ؟ برای اینکه واکنش احتراق‌کامل باشد یعنی هرذره ضدماده بتواند با یك ذره ماده تماس حاصل کند .

اگر یك‌تکه ضدماده ویك‌تکه ماده را رویهم بگذاریم‌درنخستین لحظه انفجاری عظیم رخ میدهد در حالیکه فقط ذرات مجاور هم در واکنش دخالت‌کرده‌اند وقسمت اعظم ماده وضدماده قبل‌ازامکان‌آمیزش دراثرشدت انفجار به‌اطراف پراکنده می‌گردند وواکنش موردنظرقطع می‌شود . ازطرف دیگر مواد بخاری شکل درهم بهتر میامیزند وامکان کنش وواکنشها بحداکثر می‌رسد .

درطرح دیگری ازهمین نوع موتور که روی صفحهٔ تلویزیون نمایش داده میشود ، ضد ماده مستقیماً توسط دستگاههای فوق‌العاده پیچیده‌ای درخود سفینه تهیه میشود ومولد آن‌نوع متکامل و جدیدی ازهمین تسریع‌کننده‌های امروزی است . باین‌ترتیب ضدماده یاضدذره ابتدائی پس‌ازتشکیل به‌اطاقك احتراق منتقل می‌گردد .

انرژی حاصله ازاین‌طریق را به‌چه‌نحومی‌توان برای پروازبین ستارگان مورد استفاده قرارداد ؟ اطاقک احتراق یا محلی که واکنش مزبور درآن صورت می‌گیرد چگونه جائی است ،

درحقیقت اطاقک احتراقی در بین نیست بلکه دهانه خروجی لوله‌های هادی ماده وضدماده درکانون آئینه شلجمی بزرگی بازمیشوند واین آئینه شلجمی مثل کلاهی محل اشتعال این‌شعله عظیم‌رامیپوشاند لذا نیمکره‌ای اشعـاع شده از فوتون بوجود می‌آورد . از این آئینه غول‌آسا دسته‌ای‌نورخارج میشودکه قادراست‌ازمیلیونهاکیلومترفاصله فلزات را تبخیرکند .

آئینه مزبورشراع یابادبان سفینهٔ ستاره‌نورداست . درسال۱۹۰۰ فزیکدان شهیر روس لبدف (P .Lebedev) ثابت‌کرد که نورروی‌اشیائی که می‌تابد فشار وارد می‌کند . درشرایط عادی این فشاربسیار ناچیزو نامحسوس است . فلوی نورانی خورشید که بزمین می‌رسد روی‌هرمتر مربع نیم‌میلی‌گرم فشاروارد مینماید اما فلوی فوتون حاصل‌ازبرخورد ماده وضدماده بطورغیرقابل قیاسی ازفلوی نورانی خورشید درخشانتر وپرفشارتراست. بنابراین‌نیروی مجموع وکلی‌که سفینه را پیش‌میراند بی‌کران است .

اما همه اینها فرضیات و طرحهائی برای آتیه است حتی برای انسان قرن بیست‌ویکم نیزامری مربوط به‌آینده حساب میشود. سفاین ستاره‌پیمای آنان کمی باآنچه گفته شد تفاوت دارد . این سفاین‌اطاقک احتراق دارند، بهتربگوئیم اطاقک احتراق آنها ازحوزه‌های الکترو- مغناطیسی چون یک‌بطری مغناطیسی درست شده‌که یک سرش‌بازاست.

این مخرج بمنزلهٔ لولهٔ خروجی است‌که درموتورهای واکنشی‌ملاحظه مینمائیم . دراین بطری الکترومغناطیسی واکنش ترمونوکلئر صورت می‌گیـرد و از دهانهٔ آن ذرات باردار پلاسما بیرون میجهند . برای بالاتر بردن حرارت پلاسما و افزایش سرعت جهش آن و زیادترشدن سرعت سفینه به شعلهٔ ترمونو کلئر مثلاً ده‌درصد پودر ضدماده اضافه می‌نمایند .

اینست‌تصویر کامل موشك‌روی صفحهٔ تلویزیون.سفاین‌ستاره‌پیما نیز چندین طبقه‌اند تا بتوانند در موقع لزوم مخزنهای خالی شده هیدروژن را ازخود جدا نمایند .

یك موشك ستاره‌پیما به‌چه‌سرعتی دست خواهد یافت؟ دویست‌و پنجاه‌هزار کیلومتر درثانیه ! یعنی $\frac{۵}{۶}$ سرعت سیرنور .

ـ در مدت پنج‌سال فضانورد به ستاره پرکسیما از صورت فلکی القنطورس خواهد رسید وپنج‌سال نیز مصروف بازگشت‌به‌منظومهٔشمسی خواهد کرد . اگرفضانورد پنج سال نیز به‌تحقیقات وتجسسات درمورد سیارات احتمالی‌آنجا تخصیص دهد ماطی پانزده سال اطلاعات مستقیم ودقیقی ازسیارات نزدیکترین همسایهٔ منظومهٔ شمسی خواهیم داشت . اگر بخاطرآوریم که پانصدسال پیش‌از امروز نخستین گردش بدورکرهٔ زمین توسط ماژلان سه‌سال بطول انجامید ملاحظه خواهیـم کرد که مسافرت مذکور درفوق آرزوئی تحقق‌پذیر است ومیتوان شرح‌آنرا با سفرنامه‌های دیگری که توسط آدمی به‌رشته تحریر درآمده مقایسه کرد .

درطی ده دقیقه پس‌ازحرکت سفینهٔ ستاره پیما صدائی لرزنده‌از

هیجان بگوش می‌رسد ومی‌گوید مامدار فرستنده‌های تلویزیونی خود را باایستگاههای فرستنده مستقر درشبه سیاره پالاس (pallas) میزان کرده‌ایم.

سفینهٔ ستاره‌پیما درفضائی‌که با پروژکتورهـای نیرومند روشـن شده می‌درخشد و پیش می‌رود. سیاره کوچك سنگی پالاس کـه پانصد کیلومتر قطردارد برای مونتاژ یا ساختن سفینه درنظرگرفته شده‌است مقدار قابل ملاحظه‌ای ماده اولیه ازآن برای ساختن سفینه استخراج گردیده پنج سال زمینی طول کشیده تا سفینه روی شبه سیاره مستقر گردیده است. اکنون آنرا چندین ده‌کیلومتر درفضا به‌دنبال‌کشیده‌اند فی‌الحال پرواز از روی آن ممکن است برای فضانوردان وحتی‌خـود شبه سیاره خطرناك باشد. اگر دسته اشعهٔ پیش راننده موشك تصادفاً به شبه سیاره برسد سنگهای آن درچند لحظه بـحال جوشیدن تبخیـر خواهند شد وتکه پارههای سنـگ چون مشتی جرقه در فضـا پراکنده خواهد شد وهمه چیز نابود خواهدگردید. اما احتمال چنین حادثه‌ای بسیارناچیز است زیرا دسته اشعه پیش راننده طوری هدایت می شود که حتی کوچکترین تماس با شبه سیاره پیدا نکند.

شکل خارجی ستاره‌پیما چگونه است ؟ منظرهٔ آئـرودینامیك ندارد بالون غول پیکر شبیه سوسیس می‌باشدکه چندین کیلومترطول دارد. در اطرافش چندین سفینه سیاره‌پیمای تیپ معمولی کـه برای پژوهش‌های علمی در سیارات مناسب‌اند جایگزین شده‌اند . کابین‌هـا بشکل حلقه است وچرخش آنها بدور خود نیروی گریز از مرکـزی بوجود می‌آورد که جایگزین نیروی ثقل می‌شود . آزمایشگاههـای

کروی شکل و گرمخانه‌های لازم وجود دارد. در جلو سفینه سپر ضد شهاب دولایه‌ای دیده می‌شود. درسایهٔ این سپر است که سفینه بدون آسیب دیدن ازشهابهای ثاقب با سرعت سرسام‌آور به پیش می‌رود. سپرمزبورهرشهاب راکه ازروبرو برسد متوقف می‌کند وشهابی راکه از پهلو به سفینه حمله می‌کند جارو می‌نماید وشهابهائی که بدنبال سفینه ودرهمان مسیر درحرکت‌اند سرانجام از روبرو حذف خواهند شد (به علت سرعت بسیارزیاد حرکت سفینه).

ازاکران صدای نبضان مرتبی بگوش می‌رسد و این نبضان با مترونوم‌اندازه‌گیری می‌شود (Metronome ـ وسیله اندازه گیری ضربانست). آخرین اعداد شمارش‌معکوس پیش‌ازپرواز شمرده می‌شود ناگهان‌صدای ضربان قطع می‌شود ودرپشت سفینه تیغهٔ سفید شعله‌آغاز درخشیدن می‌کند. مثل فنری‌که شدیداًفشرده باشد ویکباره بحال خود رها شود سفینه باجهشی سریع وسرعتی حیرت انگیز به حرکت در می‌آید.

دریك لحظه سفینه غول‌پیکر درفضا بی‌حرکت جلوه می‌کند : آنگاه درمتن آسمان پر از ثوابت بی حرکت جابجا می‌شود. دیگر سفینه ازپهلودیده نمی‌شودبلکه انتهای خلفی آن‌که تیغهٔ آتشی ازآن بیرون می‌جهد بسوی ماست.

چند لحظه بعد شعله خاموش می‌شود. سفینه ستاره پیما سرعتی برابر هفتاد کیلومتر درثانیه کسب کرده است و در امتداد یکی از شاخه‌های یك منحنی شلجمی عظیم به سوی مرز منظومه شمسی پیش می‌رود. اکیپ فضانوردان برای آخرین‌بارحسن جریان امور وطرزکار

کردن دستگاهها را امتحان می‌کنند تا خاطرجمع شوند همه چیز به حال عادی می‌باشد. سپس دستگاه تسریع‌کننده را بکار می‌اندازند که به سفینه سرعتی نزدیك سرعت سیر نور می‌دهد.

اکران خاموش می‌شود وداستان ماشین‌های قرن بیست و یکم بپایان می‌رسد.... مدت بسیاری لازم است‌که بعقب برگردیم تا به‌زمان حاضر برسیم. دقیق‌ترین دستگاه اکتشافات زمان را بکار می‌اندازیم. هنگام مراجعت به زمان حال بیلانی ازآنچه دیده‌ایم می‌گیریم.

در این امر جای هیچ شبهه و گفتگوئی نیست که آدمی چهارشکل ماده یعنی جامد، مایع، گاز وپلاسما را به خدمت خود درآورده است وروز به روز وسعت مصرف پلاسما افزوده می گردد. نمونه‌های آنرا در مراکز ترمونوکلئر درخورشید مصنوعی‌که برفراز شهر معلق است ودرشعله‌ایکه ازبطری الکترومغناطیسی‌سفینه ستاره‌پیما خارج می‌شود ملاحظه می‌کنیم.

کاربرد حوزه الکترومغناطیسی بطوروسیع درانتظارماست. کافی است‌تلویزیونهای‌آینده را یادآوری‌کنیم ،حوزه‌های الکترومغناطیسی با فرکانس زیادکه تسریع‌کننده‌های بی‌شمار وسائط نقلیه شهری را هدایت می‌کنند وحمل ونقل شهررا انجام می‌دهند. بازبیادآورید که دسته‌های اشعهٔ الکترومغناطیسی است‌که خورشید مصنوعی را مشتعل نگهمیدارند. ماشین مغناطیسی سفینه و اکران تلویزیون عجیب را از یاد نبرید.

حوزه‌های هسته‌ای نیز درخدمت انسان قرن بیست و یکم قرار گرفته و در مراکز ترمونوکلئر و در سفینه‌های سیاره پیما و ستاره‌

پیما مورد مصرف است.

نگاه کنید عقربه کنتر دستگاه سنجش زمان کمی به عقب برگشته اکنون، دردنیای واقعی امروز خود می‌باشیم .

زمین آشنا وآسمان آشنا . مردمان قرن بیستم با امکانات علمی وفنی خود بکار مشغول‌اند . کاری سازنده که تدارك‌گر رویای قرن بیست ویکم است.

در عبور ازفواصل بین ستارگان

صعود موشك برای مدت کوتاهی قمرمصنوعی جدیدی در فضای کیهانی پدید می‌آورد. فهم آن آسان است، هرچه سرعت افزوده شود وموتور نیرومندتر باشد نیازبه مصرف سوخت‌کمتراست.

با این وجود سرعت حرکت موشك حامل فضانوردان هنگام شروع مسافرت خیلی‌کمتراز موشکهای اتوماتیك است زیرا ظرفیت تحمل ارگانیسم آدمی محدود می‌باشد.

می‌دانیم نیروی جاذبه زمین‌سرعت سقوط آزاد هرجسم را ۹/۸ متردرثانیه برثانیه افرایش‌می‌دهد. بازنیروی جاذبه زمین‌است‌که وزن هرموجود را ایجاد می‌کند.

درآغازازجاکنده شدن‌سفینهٔ‌فضائی که‌چهل‌متردرثانیه‌سرعت‌می‌گیرد وزن هرفضانورد پنج‌بار افزایش می‌یابدمثلا کسی که هفتاد کیلو وزن دارد سیصدوپنجاه کیلووزن پیدا می‌کند. ارگانیسم آدمی برای مدت

محدود چنین اضافه وزنی را می‌تواند تحمل کند ولی برای سرعتهای بیشتر ایجادخطر خواهدکرد.

فرض‌کنیم سفینه ستاره‌پیما بایستی‌سرعتی برابر صدهزار کیلومتر درثانیه بدست آورد. بدیهی است رسیدن به این سرعت درچند دقیقه محال است. ازطرف دیگرچنین امری ضروری هم نیست.

سفینه‌های ستاره‌پیما ازروی‌کرهٔ زمین حرکت خود را آغاز نمی‌کنند چه باید هرچه زودتر به سرعت لازم دست بیابند لذا حرکت آنها ازفضا شروع می‌شود.

اینجاست‌که فرمول تسیولوکفسکی‌مصداق واقعی خود را می‌یابد یعنی سرعت رو به تزاید سفینه‌کیهانی به چیزی جز سرعت فزایندهٔ خروج‌گازازلوله‌مخزن‌احتراق‌ربط‌نداردوآنهم متناسب با مقدازسوختی است‌که مصرف می‌شود . حتی یك اجاق نفتی معمولی یا یك پریموس لحیم‌کاری‌که بدون دخالت نیروی دیگری قادربه پرواز درفضا نیستند نیز می‌توانند تحت تأثیرشرایط زمانی ومدت طولانی اثر خود بحرکت درآیند وپروازکنند.

اما نیروی موتور موشکی‌که بین ستارگان درپرواز است باید چقدرباشد؟ این موتور چه سرعتی باید ایجادکند؟

شتاب موتور باید ده متردرثانیه برثانیه باشد یعنی در هرثانیه ده‌متر موشك سریعتر حرکت‌کند. ده مترشتاب حرکت درثانیه مقدار زیادی نیست ولی به بیش‌ازآن نیازمند نمی‌باشیم. چه این شتابی است که فضانوردان درروی زمین هم بدان عادت دارند. وقتی موتوربا چنین

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

موتورمدت یکصد وبیست‌وسه روز باهمین رژیم کارخواهدکرد و قبل‌ازاینکه موشك به سرعت خود بیفزاید فضانوردان مسافت قابل توجهی طی‌کرده‌اند. برای اینکه یك شعاع نورانی چنین راهی را طی کند ۵۰۶/۵ ساعت یعنی بیش‌ازبیست‌ویك روز وقت لازم دارد. امااین مسافت دربرابرفاصله‌ایکه مارا ازنزدیکترین خورشیدجدا می‌کندیك سانتیمتر بیشتر بنظر نمی‌آید.هنوزهیچ موجودی باچنان سرعتی جابجا نشده است‌که بما بگوید چه فنومن‌خارق‌العاده‌ای و چه امرپیش بینی نشده‌ای بروز می‌کند. امااین را بطورحتم می‌دانیم که هنگام افزایش سرعت سفینهٔ ستاره‌پیما منظرهٔ آسمان وستارگان بکلی عوض می‌شود. ستارگانیکه نسبت به‌جهت حرکت سفینه درپشت سرقراردارند تدریجاً به سرخی می‌گرایند ویکباره خاموش می‌شوند. بدیهی است ستارگان سرجای خودشان هستند هیچ حادثه‌ای‌برسرشان نیامده اما طیف‌نورانی آنها دراثرپدیدهٔ دوپلر(Doppler) به سمت رنگ قرمزمیل‌کرده‌است واین‌گرایش‌تدرتجاً بحدی رسیده که امواج مرئی به امواج دون قرمز نامرئی بدل شده‌اند. اما ستارگانیکه رو درروی سفینه قرار دارند نیز درتحت تأثیر همان پدیدهٔ دوپلر ابتدا به سمت رنگ بنفش گرائیده و وآنگاه به‌گروه امواج نامرئی‌ماورای بنفش ملحق شده‌اند لذاستارگان واقع درجهت حرکت سفینه نیز ناپدید می‌گردند. تنها ستارگانی که تغییررنگ ووضع نمی‌دهند آنهائی‌هستند که روی یك دایره تنگ دورتا دور سفینه کمی مایل به انتهای خلفی آن قرار گرفته‌اند. تازه

ستارگانیکه در بخش عقبی این حلقه ستاره نشان مستقرانـد قرمز سیر می‌باشند و آنهائی‌که درجلو حلقه واقع‌اند چون لکه‌های بنفش سـیر جوهرلومینوسانت بنظرخواهند رسید. هرچه‌سرعت سفینه زیادتر باشد حلقهٔ ستاره‌ای مزبور باریکتر و باریکترخواهد شد. اگرسرعت سفینـه بفرض به سرعت سیرنور برسد حلقه مبدل به نقطه‌ای نورانی در عقب سفینه خواهد شد.

سفینهٔما با سرعت یکصدهزارکیلومتردرثانیه پیش‌می‌رود لذا باید دوازده سال و نیم پروازکند اما گروه فضانوردان ما فرصت خسته شدن نخواهندداشت چه‌آنها به‌مشاهدات وپژوهشهای علمی‌خواهند پرداخت تقارن ستارگان وحرکات آنها را بررسی خواهند کرد به تجزیه طیف و تحلیل آن سرگرم خـواهند شد. از همه مهمتر روی نیروی جاذبه تجربیاتی انجام خواهند داد.

پیش‌بینی ومقابله با حوادث احتمالی وغیرمنتظره هنگام پرواز در فضا مشغلهٔ مهمـی بـرای فضانـوردان خواهـد بـود . سردستهٔ ایـن مشکلات و حوادث اقدامات مقتضی دربرابر سنگهای سرگردن فضائی است.

یك فزیکدان‌جوان شوروی‌بنام‌ایاسینسکی (F. Iassinski) روش فوق‌العاده جالب‌توجهی‌برای مبارزه باخطرات سنگهای سماوی‌پیشنهاد کرده است . اومی‌گوید قدری جلوتر از سفینه سپری فلزی قرار داده شود که ابعادش کمی بزرگتر از خود سفینه باشد . بدیهی است وقتی سفینه بی‌حرکت فرض شود فقط از یك جهت توسط سپر مزبور از شر

سنگهای سماوی درامان است اما هنگامی که با سرعتی بیش‌ازسرعت سنگهای سماوی درنقطه‌ای حرکت کند درعقب سفینه هم فضای ایمنی ایجاد می‌شود که سنگهای مزبور به‌آن داخل نخواهند شد . سنگهائی که از روبرو سرراه قرار گیرند با سپر مصادف شده بی‌اثر می‌گردند . سنگهائی که از طرفین رو به سفینه میایند نیـز با سپر جارو میشوند چنانکه فرصت تصادم با سفینه را بدست نمی‌آورند و نیز سنگهائی که ازعقب به‌سوی سفینه می‌آیند نیز باآن مصادف نخواهند شد چه‌سرعت سیر سفینه بیش‌از آنهاست .

سنگهای سماوی کوچك که با سپرگرفته می‌شوند ایجادخطری نخواهند کرد چه درهمان لحظه تصادم باسپرانرژی حرکتی آنها مبدل به‌انرژی حرارتی خواهد شد و تمام سنگ و قسمت مختصری از ماده متشکله سپردراثر حرارت به‌بخاری مبدل می‌گردد که بسیارزود زدوده می‌گردد . اما آیا تعداد تصادمات بسیار زیاد نخواهد بود ؟ در چنین احوال بنفسه دراثر کثرت تصادم واز دست‌دادن ماده چیزی ازسپر باقی خواهد ماند ؟.

گرچه تراکم ماده درفضای بین ستارگان بسیار اندك بوده برابر $۱۰^{-۲۴}$ گرم برسانتی‌متر مکعب است ، بعبارت دیگر در هرسانتی‌متر مکعب ازفضای بین ستارگان فقط یك‌اتم هیدروژن یافت می‌شود اماوقتی موشك باسرعت نزدیك به‌سرعت سیرنورحرکت کند هرسانتی‌مترمربع ازمقطع عرضی سفینه درهرثانیه‌با ۳×۱۰^{-۱۴} گرم ماده تصادم‌می‌کند وانرژی تولید شده باین‌ترتیب $۳ \times ۱۰^{۷} erg/cm^{۲}s$ (ارگ‌برسانتی‌متر

مربع درثانیه) است. انفجاریك‌گرم تری‌نیتروتولوئن(Trinitrotoluéne) ۴×۱۰^{۱۰} ارگ انرژی ایجاد می‌کند. باین‌ترتیب می‌توان درمقام‌قیاس گفت درهرثانیه روی هرسانتی‌مترمربع سطح سپر ایاسینسکی‌یکهزارم گرم تری‌نیتروتولوئن منفجر می‌گردد. درساعت این مقداربه‌چهارگرم بالغ خواهد شد.

درست است‌که نتیجهٔ حاصله از برخورد ذرات ریز واتم‌هائی که با سرعت نزدیك به‌سرعت نور درحرکت‌اند با نتیجه انفجار عادی فرق دارد؛ درانفجار معمولی سپرفلزی خورده شد و بخار می‌گرددرحالیکه درتصادم نوع اول انواع مختلف تشعشعات مخصوصاً اشعه‌ایکس واشعه گاما تولید می‌شود؛ درعوض مقداربسیاربسیار ناچیزی ازانرژی‌مصروف تحلیل بردن و اضمحلال سپر میشود.

انفجار یك‌گرم تری نیتروتولوئن موجب انهدام یك‌گرم از فلز میشود. چون‌ضربه شوك‌ذرات درسرعتهای کیهانی‌تقریباً تمامی به‌انرژی تشعشعی مبدل می‌شود فقط یکهزارم انرژی هرذره مـوجب تخریب فلز می‌گردد، در یك ساعت فقط چهارهزارم گرم از پوشش سپر معدوم میشود وهرروز یك‌گرم ازوزن سپرکم می‌شود. بازبرای کاستن ازاثر تخریبی ضربه‌های ذرات سپر را با پوششی مطبق ازچندین لایه نازك سرب میپوشانند. درطی یکسال پرواز چنانکه محاسبات نشان میدهد ازوزن هرسانتیمتر مربع‌سپر فقط ده‌گرم کاسته میشود.

اگر سفینه باسرعتی نزدیك به‌سرعت نور پرتاب شود سپرشروع بدرخشیدن می‌کند. این درخشندگی بحدی است‌که ذرات مادی‌درحال پرواز که درمسیرآن قرارگیرند قبل‌ازرسیدن به‌سپر تبخیرخواهند شد.

با اینهمه هر سنگ فضائی درشت قادر است بدون اینکه جرم و سرعت خودرا ازدست بدهد به آسانی سپررا 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 ومدارواحتمال تصادم آنرا باسفینه محاسبه واعلام مینمایند. اگر حساب نشان‌داد که احتمال تصادم هست با تفنگ اشعه به‌سوی آن شلیك میشود و یك موج اشعهٔ نیرومند با فرکانس زیاد سنگ فضائی را به ابر رقیقی از غبار و گاز بدل می‌سازد که برای سفینه زیانبخش نیست .

اما هنوزمشکل دیگری وجود داردکه کیهان‌نوردان ممکن‌است باآن روبرو بشوند : دراثر تابش اشعهٔ مجهول واشعهٔ کیهانی که فضای بین ستارگان‌را آکنده‌است بدنهٔ سفینه یك‌بارالکتریکی مثبت با ولتاژ بالاکسب می‌کند چه دراثر ضربه‌های مکررذرات ریز وکوانتای حوزهٔ الکترومغناطیسی‌الکترونهاازسطح سفینه‌کنده‌میشوندلذا بارالکتریکی آن مثبت میشود وتعادل الکتریکی فلزی خودرا ازدست می‌دهد . این امر برای مسافران فضائی خطری در بر ندارد فقط دستگاههای سنجش قادربه‌درك وضبط چنین عدم تعادلی‌هستند. اما حوزه‌الکترومغناطیسی فضای بین ستارگان روی اجسامی که بارالکتریکی دارند اثر کرده و سرعت حرکت آنهارا خواهد کاست .

بدون تردید در آیندهٔ دور هنگامی که فضانوردان فضای بین ستارگان را کشف و در آن مطالعه می‌نمایند همانطور که دریانوردان روی کرهٔ ارض کردند نقشه‌های دقیقی از حوزه‌های الکترومغناطیسی

وحوزه‌های جاذبه‌تهیه وتدوین خواهندکرد. این‌زمانی‌است‌که مسافران فضاپیما قادر خواهند بود نیروی سرعت‌بخش یا ترمزکننده حوزه‌ها را عالماً و عامداً بنفع خود بخدمت بگیرند . در نخستین پروازهـا باید بارالکتریکی سفینه را حذف کرد ، باین منظور قطب منفی یك دینام بجدار سفینه متصل خواهد شد و از این طریق جدار ستاره‌پیما تعادل الکتریکی خودرا بازخواهد یافت وازنظر بارالکتریکی خنثی‌خواهد ماند .

کسانی که بین ستارگان پرواز خواهند کرد قـادر خواهند بود عکس‌العمل ترمزکننده حوزه را بااستفاده ازهمان خاصیت حوزه‌انجام دهند یعنی با دادن بارالکتریکی منفی بیشتر به پوشش سفینه آن را ازلحاظ بارالکتریسیته منفی‌گردانند وباین‌ترتیب درطی‌چندروزکاهشی که توسط نیروی‌الکترومغناطیس‌برسرعت موشك تحمیل شده‌بودتوسط خودآن جبران خواهند شد .

ستاره‌نوردان درمدت‌دوازده‌سال‌ونیم مسافرت‌خودخطرات‌بسیاری ازسرخواهند گذراند.

اما آیا سرانجام روزی فراخواهد رسیدکه ستاره پروکسیما از صورت فلکی القنطورس‌که درخشان‌ترین ستارهٔ‌آسمان ماست باچشمان غیرمسلح چون دایره‌ای به‌ابعاد خورشید خودمان دیده شود ؟ آن‌وقت است که زمان به‌متوقف‌شدن آغازخواهد کرد .

...یکصدوبیست‌وسه روز از آغازکارموتورهای اشعه‌ای می‌گذرد. سرنشینان ترمزهای مربوط به چرخش دورانی را که در تمام مدت با ایجاد نیروی گریز از مرکز کاهش وزن را جبران می‌کرد می‌کشند و

دستگاه‌ازحرکت دورانی بازمیماند. اکنون منجمین فضانورد درگرداب سیاه کیهان درجستجوی سیارات خورشید پروکسیما هستند،مکانیسین‌ها درکارتدارك‌سفاین‌سیاره‌نورداند و آنهارا جهت پیاده‌شدن حاضرمیکنند. عده‌ای از سرنشینان مشغول محاسبه منحنی مداری هستند که سفینه آنها بصورت قمری مصنوعی بدور خورشید پروکسیما طی می‌کند . فزیکدانان درپرواز بدوراین خورشید جدید که بعدازخورشیدخودمان نزدیکترین ستاره است مشغول مشاهدات ومطالعات‌اند .

سرنشینان سفینهٔ مزبور را در کار دشوار خود تنها بگذاریم و خودمان دراولین روزی‌که یك سفینهٔ ستاره‌پیما ازمسافرت بازمیگردد به‌آغوش سیارهٔ مادر یعنی زمین بازگردیم .

تضاد و تناقض زمان

دریکی از روزهای ماه سپتامبر سال ۱۵۲۲ یك‌کشتی بـه بندر اسپانیائی سانلوکار (Sanlucar) وارد شد . پیکر فـرسودهٔ کشتی و بادبانهای وصله‌داروسقف سیاه شده‌اش حکایت ازاین می‌کردکه از راه دوری رسیده‌است. همینکه‌پل‌کشتی را به‌بندرگاه متصل‌کردند مردی‌با ریش انبوه ملبس به نیم تنه‌ای مخملی دوان دوان ازکشتی پیاده شد و زمین را بوسه داد، او رئیس نخستین هیئتی بودکه باکشتی‌کرهٔ زمین را دورزده بود نام اوژان سباستیان الکانو (Guan Sebastian El-Cano) است.

سه سال‌قبل ازهمین اسکله پنج کشتی با دویست وپنج 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 ازطرف کلیسای کاتولیك مؤاخذه شدند چه هنگامیکه بازگشته بودند تقویم آنها تاریخ روز را بیست وچهارساعت کمتر از واقع نشان می‌داد بنظر کلیسا دلیل این قضیه این بوده‌است‌که اعضای هیئت مزبور اعیاد مقدس مذهبی را بطور شایسته برگذار نکرده‌اند. همین‌امر 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 دورزمین روبه غرب حرکت‌کنیم یعنی‌درامتداد حرکت خورشید درخاتمه یك گردش‌کامل بدور زمین یك روزگم می‌شود. اگر روبه شرق حرکت نمائیم درخاتمه یك روز اضافه خواهد شد، امروزه برای اجتناب ازاین درهم ریختگی در اقیانوس کبیر نصف النهاری فرض‌کرده‌اندکه هنگام عبور از آن سرنشین کشتی خود نسبت بسمت حرکت تقویم را یکروز جلو یا عقب می‌برد.

اماآیا تقویم سفینه‌های ستاره‌پیما پس‌ازمراجعت ازمسافرتهای بسیاردور با تقویم زمین تطبیق می‌کند ؟ زمین مسافران خود را پذیره می‌شود، تریبون فرودگاه سفاین کیهانی با تاجهای‌گلی‌که ازاقصی نقاط عالم‌گردآمده آراسته شده است. غرشی‌ازسوی آسمان بگوش می‌رسد.

متصدیان دستگاههای فرماندهی چشم به‌دستگاههادوخته‌اند تا فرود سفینه راهدایت کنند.

آنچه فرود می‌آید سفینهٔ ستاره‌پیما نیست؛ سفینهٔ ستاره‌پیما در مسیربازگشت روی مداری‌بیضی‌که بامحاسبه انتخاب شده بدورخورشید می‌گردد، چه اگرروی سیاره ما زمین فرود بیاید بکلی معدوم خواهد شد. پس آنچه فرود می‌آید یك سفینهٔ سیاره نورد معمولی است‌که از ستاره پیما جدا شده اکنون با چشم غیر مسلح در آسمان هویداست ، پیشاپیش آن تیغهٔ آتشینی هوا را می‌شکافد و جلو می‌آید پس‌ازچند لحظه‌برسکوی مربوطه قرارگرفته است.

یك نردبان کوچك آلومینیومی نزدیك دریچه آن برافراشته می‌شود. فضانوردی ملبس به اسکافاندر با موهای خاکستری ازسفینه خارج می‌گردد. او در سن بیست وپنج سالگی عازم این سفرشده بود طبق تقویم زمین بیست وپنج سال صرف این مسافرت شده و پنج سال هم بر روی سیارهٔ دور دستی به سر برده اکنون چند سال دارد؟

فضانورد همچنانکه پنج قرن پیش ژان سباستیان الکانوسنگها را بوسید برزمین بوسه‌می‌زند.

برادر کوچك خلبان باو نزدیك می‌شود ولی خیلی مسن‌تر از فضانورد بنظرمی‌رسد حتی برادر بزرگ او جلوه می‌کند.

خلبان می‌گوید هنگامیکه من پروازخود را شروع کردم چهار سال ازتو بزرگتربودم اما حالا تو دهسال ازمن بزرگتری چه با توجه به ساعت سفینه دراین سی‌سال زمینی‌که برتوگذشته من فقط شانزده سال زیسته‌ام.

این پدیده همان «تناقض‌وتضاد زمان» است، نه خلبان نه‌برادرش نه هیچکس دیگری از آن دچارحیرت نخواهند شد چه این پدیده قبلا بطوردقیق‌وکامل مورد مطالعه قرارگرفته است مدتها پیش‌ازآنکه سفر به ستارهٔ پروکسیماتحقق یابد دانشمندان بادقت بی‌نظیری‌محاسبه کرده‌اند که این مسافرت به تقویم وساعت زمینی و به تقویم و ساعت سفینه چقدر طول خواهد کشید. اما برای اینکه ما قادر به فهم این تضاد وتناقض باشیم باید کمی به عقب برگردیم به همان زمانیکه این مسئله برای دانش آن روز مطرح شد.

بیان ریاضی : چند رابطه درفرضیهٔ نسبیت محدود ؛

طبق فرضیهٔ نسبیت محدود کلیهٔ قوانین فیزیك در همهٔ دستگاههای مختصاتی‌که نسبت بهم حرکت‌مستقیم‌الخط یکنواخت دارند متحدالشکل‌است. چنان‌دستگاههای مختصات‌را سیستم اینرسیال (Système inertial) می‌نامند. البته سرعت سیر نور مستثنی‌است یعنی درهرسیستم اینرسیال جداگانه‌ای همان مقدار ثابت می‌باشد.

قبلا اشاره شدکه یکی از نتایج بسیار مهم نسبیت انشتین تعیین رابطه جرم و انرژی است. جرم عبارت است از انرژی و انرژی صاحب جرم‌است. قانون بقای جرم وقانون بقای انرژی در فیزیك‌کلاسیك در فرضیهٔ نسبیت‌یك قانون بیش نیست : بقای «جرم‌ـانرژی»

در فیزیك مکانیك کلاسیك اگریك سیستم سنجش‌نسبت به سیستم سنجش دیگر درامتداد محور ایکس‌ها (x) باسرعت v جابجا شود تغییرات زیر مشاهده می‌گردد.

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

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

دراواسط قرن نوزدهم تصور می‌کردند انتشار امواج الکترو ـ مغناطیسی عموماً وانتشار نور خصوصاً محصول نوعی تموج در اثیر یا اتر است و اثیر نوعی مادهٔ نامحسوس می‌باشد که عالم را پرکرده است اما اثیرچه بود؟ کسی نمی‌توانست آنرا دقیقاً معرفی‌کرده وشرح دهد تمام کوششهائی‌که برای جداکردن اثیر مبذول گشت باناکامی مواجه شد. ازاثیر فقط یک چیز می‌دانستند وآن این بودکه قابلیت ارتجاع مطلق(الاستیسیته) دارد چه هیچ بخشی‌ازنور را جذب نمی‌کند. بعدها دانشمندان کوشیدند وجود «طوفانهای اثیری» رااثبات کنند.

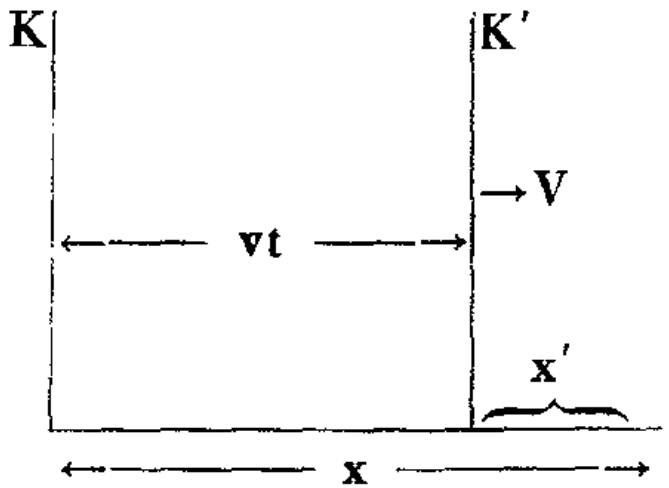
آیا می‌توان با مطالعه درسرعت انتشار نور درجهات مختلف فهمید که منبع نورمذکور درچه جهتی حرکت می‌کند.

سیستم K' که نسبت بیك ناظر بی‌حرکت مستقر درسیستم 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 درآن قرار دارد . اگر سرعت جسمی نامشخص در سیستم K' برابر U' باشد درسیستم K سرعت مزبور برابر $U=U'+V$ خواهد شد. زمان در هردوسیستم سنجش به‌نحو واحدی جاریست .

انشتین‌اعتقاد داردکه قانون‌جمع سرعتهاکه درمکانیك کلاسیك نیوتونی صحیح است درسرعتهای بسیار زیاد مثل سرعت سیر نور مصداق ندارد لذاکلیهٔ قوانین اساسی فیزیك نیوتونی در سرعتهای یاد شده باطل‌اند. برای نخستین بار لورنتز (Lorentz) و پس ازوی وبسیارکاملتر از او انشتین قوانین و روابط مکانیك جدیدی‌کشف کردندکه جایگزین قوانین مکانیك نیوتونی‌شد. اگر اصول مذکور در فوق را اموری مسلم بدانیم ، قانون تبدیل دستگاههای مختصات و سرعتها در مکانیك‌جدید بافرمولهای زیر که آنها را «فرمولهای تبدیل لورنتز» می‌نامند مشخص خواهند شد.

قبلا گفته شدکه باین وسیله به سادگی‌می‌توان جهت حرکت یك منبع‌صوتی راکشف‌کرد.اگرمنبع مولد صوت باسرعت‌بیش ازخودصوت جابجا شودقاعدتاً هرگز نخواهیم توانست ازوجود چنین منبعی با خبر شویم بشرطی‌که جهت حرکت بسوی ما باشد . اینها همه به جای خود صحیح است امـا می پرسیم کـه آیا نـور هم از ایـن قانون متابعت می‌کند ؟

در سال ۱۸۸۱ یکی از فیزیکدانان بنام امریکا باسم مایکلسون (Michelson) دست به‌تجربیاتی زد تااین نکته را دریابدکه آیاسرعت تغییرمکان منبع نورانی روی اشعه‌ایکه ازآن ساطع می‌شود اثر می‌گذارد یا خیر . سرعت سیرنور بسیار زیاد است لذا دانشمند مذکور کوشید چیزی بیابد که نسبت به حرکت اثیرسرعت کافـی داشته باشد. کرهٔ زمین چیزمناسبی جهت این مطالعه بود چه روی مدار خود بدور خورشید سی‌کیلومتر درثانیه جابجا می‌شود.



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

دقت ابزارهائی که مایکلسون به کاربرد بحدی بودکه اگرزمین نسبت‌به‌اثیریك‌کیلومتردرثانیه نیز حرکت داشت وجودبادهاوطوفانهای اثیری به‌اثبات می‌رسید.

مایکلسون مکرراً تجربهٔ خود را تکرارکرد.

سایردانشمندان هم توانستند آزمایشهای مایکلسون را تکرار کنند وبه همان نتیجه رسیدند وسرانجام همه ناچار ازتائید این مطلب شدند که هرگزوجود بادی دراثیرملاحظه نمی‌شود.

جواب‌آزمایش بنظرمشکوك وآمیخته بتضاد می‌رسید چه‌سرعت انتشارنورارتباطی به منبع نورانی نداشت!

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

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

در این سلسله فرمولها حرف c عبارت است ازسرعت سیرنـور. مقدار U از این رابطه استخراج می‌شود.

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

باین ترتیب بنظر می‌رسدکه درسیستم‌های‌سنجش مختلف زمان بانحاء مختلف جاریست ؛ بنابراین علیرغم تصورات قبلی زمان چیزمطلقی نیست. هـرآینه $V \ll C$ باشد روابط لورنتز بصورت روابطـقدیمی‌که آنهارا معادلات گالیله مینامیم مراجعت خواهندکرد.

پذیرفتن این مسئله آسان است‌که حاصل‌جمع دو سرعت‌کمترازسرعت نوریادوسرعت‌برابر‌با‌آن باتوجه‌به‌معادلات‌لورنتز همیشه‌عددی‌است‌که‌ازسرعت

دراین صورت..... دراین صورت مسائل حیرت انگیزی مطرح می‌شد!.... مجسم کنید که قطاری با سرعتی برابر دویست وچهل‌هزار ـ کیلومتر درثانیه ایستگاه را ترك کند ودرنظر آورید که طول این‌قطار برابرسرعت نهائی مفروض آن یعنی سیصدهزارکیلومترباشد (سرعت نهائی سیصدهزارکیلومتردرثانیه فرض شده) بدیهی است طول این‌قطار بسیارزیاد است (درمقیاسهای متداول درروی زمین) اما درمثل منافشه نیست چنین قطاری را می‌توان درنظرآورد.

درجلواین‌وسیله‌نقلیه‌که‌پرفسورلاندو(Landau)عضوفرهنگستان اتحاد شوروی آنرا قطار انشتین نامیده است لامپی الکترونی فرض می‌کنیم. هنگامیکه قطار ازبرابرناظربی‌حرکتی‌روی سکوی ایستگاه می‌گذرد چراغ روشن می‌شود. احساسی‌که ناظر ساکن و مسافر درون قطار ازروشن شدن لامپ دارند متفاوت است. بنظرمسافر درون قطار یك‌باره درست یك‌ثانیه پس ازروشن شدن چراغ دیوار آخرین واگن روشن می‌شود.

سیرنور بیشترنخواهد بود. مخصوصاً معادلات مزبور نشان می‌دهند که اگر $U'=C$ و $U=C$ باشد باز مقدار V تغییری نخواهدکرد. باین ترتیب قانون جمع سرعتها مغایرتی با این اصل نخواهد داشت که سرعت سیر نور در هرسیستم اینرسیال که درنظربگیریم مقدار ثابتی است و سرعت سیرنور بالاترین سرعت ممکن درفضاست. «معادلات تبدیل لورنتز» موجب می‌شود که نتایج بسیار جالبی بدست‌آوریم‌که در اینجا فقط به‌دوتا ازآنها می‌پردازیم

فرض‌کنیم‌که خودما 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 دیوارهٔ عقب آخرین واگن با شتاب بسیار خود را به منبع نور می‌رساند. یك محاسبه ساده به ناظر ساکن نشان می‌دهد که دیوارهٔ عقب آخرین واگن درمدت یك ثانیه پس از روشن‌شدن چراغ نورانی نشده بلکه درزمانی مختصر بیش از نیم ثانیه روشنی بآن تابیده است البته هم مسافر درون قطار هم ناظر روی سکو بنفسه احساس درستی داشته‌اند،

فقط یك فرضیه ساده قضیه را حل می‌کند: زمان از نظر ساکن سکو دردرون قطار با بطؤ خاص نسبت به‌مرور زمان درروی 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 باساعت ایستگاه میزان کرده باشد پس از توقف با کمال حیرت خواهد دید ساعتش از ساعت

شده جابجا شویم وسرعت ما برابر V باشد. درسیستم K' زمان t' را توسط ساعتی اندازه می‌گیریم و درهمین موقع در روی زمین یعنی در سیستم K نیز زمان t اندازه‌گیری می‌شود. رابطهٔ 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 باساعت ما زمان کوتاهتری اززمان زمین سپری شده، این همان «تضاد وتناقض درزمان» است.

اکنون قطعه‌ای را روی محور ایکس‌ها درسیستم K' و K اندازه می‌گیریم. درسیستم سنجش ماروی محور ایکس‌ها دوسرقطعهٔ انتخاب شده را با x'_1 و x'_2 مشخص می‌کنیم بدیهی است تفاضل آندو تابع فرمول زیر است :

ایستگاه خیلی عقب‌تراست. یعنی زمان درایستگاه ساکن با سرعتی بیش از آنچه درقطار متحرك مرورکرده سپری شده‌است.

معنای این عبارت: «زمان درایستگاه ساکن با سرعتی بیش از آنچه در قطار متحرك مرور کرده سپری شده است» اینست که عقربه ساعت مسافر قطارکمتر گشته، لذا زمان براوکمتر گذشته است پس دیرتر پیر شده بنابراین مسافراز مستقبل جوانترمانده است.

اما اگر آنچه گفته شد صحیح است پس چرا درزندگی روزمرهٔما محسوس نیست؟ چرا کسانیکه بااتومبیل به سرکارهای خود می‌روند جوانتر ازآنهائی باقی نمی‌مانند که پیاده سرکار حاضر می‌شوند. علت این‌است‌که فقط‌درسرعتهای نزدیك به سرعت سیرنوراست‌که سیرزمان در نتیجه جابجا شدن اسبابهای اندازه‌گیری زمان نسبت بهمان وسائل سنجش ولی ساکن بکندی انجام وظیفه می‌کنند.

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

وطول قطعهٔ انتخاب‌شده درسیستم سنجش‌ما یعنی K' عبارت است از مقداری که با فرمول مقابل مشخص می‌شود . $l' = x'_2 - x'_1$

و درسیستم سنجش زمین یا سیستم K طول قطعه برابراست‌با: $l = x_1 - x_2$ باین ترتیب :

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

می‌شود، لذا ملاحظه می‌کنیم‌که قطعهٔ انتخاب شده‌درحال‌کوتاه‌شدن است. اگر ما درامتداد قطعه انتخاب شده باسرعت v حرکت نمائیم یاقطعهٔ مزبوربجای‌ما

آنچه شرح دادیم یکی از نتایج فرضیهٔ نسبیت محدود انشتین است که هنگام تدوین این فرضیه او فقط بیست‌وشش‌سال داشت. این فرضیه با شرح جزئیات ریاضی درسال ۱۹۰۴ منتشرشد امروزه همه‌عالم به صحت آن اذعان دارد.

فلوی اشعه کیهانی لاینقطع به‌زمین هجوم می‌آورد.ذرات‌موجود دراین فلوحاوی‌انرژی‌کلانی هستند تصادم این ذرات پرانرژی باهسته اتمهای جو زمین موجد 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 وثابت نموده‌اند که دراین مدت‌کوتاه موجودیت خود ذرات یاد شده جزراهی کوتاه طی نمی‌کنند، معذالك بعضی ازآنها به سطح زمین هم می‌رسند.

باسرعت V جابجا شود بنظرمی‌رسد این قطعه به‌نسبت $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ فشرده می‌شود.

با کمك یك سری تبدیلات با توجه بـه «فرمولهای تبدیلات لورنتز» می‌توان نشان دادکه اگر جرم جسمی دربی‌حرکتی برابر m_0 باشد، همان جرم درحرکت مطابق فرمول زیر تغییر می‌کند.

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

برای‌سرعت v که نسبت به C مقداراندکی است‌یعنی $\frac{v}{C} \ll 1$ می‌باشدبایستی

راز طول عمر ذراتی‌که به‌سطح زمین می‌رسند درکجا نهفته‌است درحالیکه همین ذرات وقتی در آزمایشگاه تولید می‌شوند جز زمـان بسیـار ناچیزی نمی‌پایند چه رسد که کیلومترها راه طی کنند و حتی سرتاسر ضخامت جو را در نوردند ؟

این راز درسرعت بسیار حرکتی آنهاست که گاهی به‌سرعت نور نزدیك است . درست است که ساعت طول عمر آنها را بخشی‌کوچك از ثانیه تعیین کرده و عمرشـان نه بیش از آن می‌شود نه کمتر اما بدلیل سرعت سرسام‌آور حرکت آنها زمان به‌آنها خیلی کندتر ازساعت‌زمین می‌گذرد ، بهمین دلیل به‌ساعت ما مدت درازی می‌گذرد که ذرات‌مذکور ضخامت جو را طی کنند اما درواقع عمرشان نه‌بیش ونه‌کم ازآنست‌که سنجیده‌ایم ، فقط زمان دربارهٔ آنها آهسته می‌گذرد . اما همین ذرات در آزمایشـگاه که ساخته می‌شوند درهمان لحظه‌ایـکه منتظریم تجزیه میشوند .

از فرمول زیر استفاده‌کرد :

$$mc^2 = m_0c^2\left(1+\frac{v^2}{2c^2}\right) = m_0c^2 + \frac{m_0v^2}{2}$$

قدرمطلق $\frac{m_0v^2}{2} = Ec$ همان انرژی حرکتی (انرژی‌سینتیك) جسم میباشد.

قدر مطلق $m_0c^2 = E_0$ انرژی پتانسیل یا انرژی ساکن جسم می‌بـاشد و قدر مطلق $mc^2 = E$ عبارت است از انرژی کلی جسم درحال حرکت باین ترتیب :

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

سرعت حرکت اقمار مصنوعی بدورزمین بسیار زیاد است. البته هشت کیلومتر در ثانیه نسبت به سرعت سیر نور چیزقابلی نیست، لذا کندشدن زمان دراین اقماراگر تحقق هم بیابد محسوس ومرئی نخواهد شد معذالك با کمی درایت می‌توان کندشدن مرور زمان را در اقمار مصنوعی اندازه گرفت.

گینسبورگ (V. Guinsbourg) عضو وابسته فرهنگستان‌علوم اتحاد شوروی پیشنهاد می‌کند روی یکی از اقمار مصنوعی ساعت بسیار دقیقی نصب شود ومثلا پس‌ازیکسال که قمر بدورزمین گشت‌بازگردانده شود واختلاف زمان باساعت زمین مقایسه شود. اگرساعت‌قمرمصنوعی حتی یکصدم ثانیه نسبت به‌ساعت زمین عقب باشد فرضیهٔ نسبیت‌محدود پیروزی بزرگی کسب خواهد کرد.

خواهد شد انشتین ثابت‌کرده است یك جسم درحال استراحت انرژی برابر با $E_0 = m_0 c^2$ دارد. زمانی که دربخشی از یك ماده نامشخص واکنش هسته‌ای پدید می‌آید Δm_0 به‌انرژی بدل می‌گردد $\Delta E_0 = \Delta m_0 c^2$ مثلا برای‌اورانیوم $U^{\frac{۲۳۵}{۹۲}}$ مقدار $\frac{\Delta m_0}{m_0}$ تقریباً برابر $\frac{۱}{۱۵۰۰}$ است. زمانی که واکنش هسته‌ای در یکصدم جرم اتفاق می‌افتد یعنی رابطهٔ $\frac{\Delta m_0}{m_0}$ تقریباً برابر $\frac{۱}{۱۰۰}$ می‌باشد.

تهیج ایجاد شده درجسم با فرمول زیر سنجیده می‌شود :

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

گرچه امروزه هم نه تنها دانشمندان بلکه مهندسین و طراحان دستگاههای جدید مولد ذرات ابتدائی و دستگاههای تسریع‌کننده که باید بهذرات سرعتهائی‌نزدیك به‌سرعت نوربدهندخودرا مکلف‌میدانند معادلات نسبیت محدود را ملحوظ دارند تاپاسخ صحیحی دریافت‌کنند. هنگامی که پای سرعتهای عظیم به پیش کشیده می‌شود فرضیهٔ نیوتن همانقدر دوام دارد که یك رشته نازك لعاب دهان گرم ابریشم در برابر گلوله تفنگ مقاوم است .

اکنون دانستیم که چرا برادر بزرگتر ستاره‌نورد پس‌ازمراجعت ازستارهٔ پروکسیما جوانتر ازبرادرکوچك خود جلوه می‌کند .

زمان .... مشتی مسائل معمامانند طرح می‌کندکه‌آدمی پیوسته با آنها مواجه است .

زمان هم مثل فضا شکلی ازموجودیت ماده است. بدون‌ماده‌زمان وجود ندارد . زمان فقط موقعی هست که ماده دستخوش تغییر میشود وبا همین تغییر مادی سنجیده می‌شود . اگرماده به‌شکلی غیرازآنچه، میشناسیم(حوزمـجوهر) موجودباشدحتماً دوشکل عجیب زمان ومکان است ، این دورا نیز میشناسیم ودرباره آنها دانستنیهای بسیارمیدانیم.

لذا تهیج جسم با انرژی‌ایکه بآن داده می‌شود متناسب بـاسرعت جسم است. برای $v = c$ تهیج ایجاد شده برابر $I = \frac{E}{C}$ می‌باشد ، لذا جرم جسمی که درحال استراحت مطلق (بی‌حرکتی‌کامل) است یعنی درآن m_0 به‌سوی‌صفر میل می‌کند. فی‌المثل فوتون درحال بی‌حرکتی جرم ندارد امادارای‌انرژی معادل جرم دربی‌حرکتی است .

درمورد پیوند ماده وزمان این نکته را یادآور میشویم‌که زمان تابعی است ازسرعت تغییرمکان اشیاءِ نسبت به‌وسایل اندازه‌گیری .

اما استقرار وابستگی بین زمان وسرعت تغییرمکان فوراً مسائل دیگری مطرح می‌کند ؛ هرچه جسمی سریع‌تر حرکت‌کند زمان براو کندتر می‌گذرد ، پس برای فوتونها یا ذرات ابتدائی دیگر که سرعتی نزدیك به سرعت‌نور دارند زمان وجود ندارد ؟ معنی این گفته اینست که به‌حساب ساعت فرضی موجود در فوتون فواصل بین ستارگان وبین کهکشانها را هرفوتون بمحض تولد طی می‌کند ؟

دانشمندان به قلب اتم راه یافته و آن را بصورت ذرات ابتدائی خرد کرده‌اند وموفق به‌کشف کیفیت کوانتائی (دراینجا منظور کیفیت غیرپیوسته) حوزه الکترومغناطیسی و احتمالا حوزه جاذبه شده‌اند . حتی شواهدی برای اثبات کیفیت کوانتائی فضا بدست آمده ، اما آیا می‌توان دربارهٔزمان هم‌کوانتوم یعنی‌کوچکترین ذره غیرقابل‌تجزیه‌ای بنام کوانتوم زمان فرض کرد ؟

دانشمندان باید باین سئوالات درآینده پاسخ بدهند. آنهاامروزه نخستین شواهد را برای بیان‌کیفیت زمان یافته‌اند . یکی‌ازاین شواهد فرض کوانتوم (Quantum) برای زمانست .

فرض کنیدکه ما باذرات ابتدائی زیادی که شانه‌بشانه‌بهم‌فشرده شده ونسبت بهم اعمال اثرمتقابل دارند کارداریم . اعمال اثرات متقابل درچنان مجموعه‌ای با سرعت بسیارزیاد صورت می‌گیرد، علیهذا زمان میان دواثر متقابل نمی‌تواند برابر صفر باشد اما می‌تواند بسیار کوتاه

باشد . زمان لازم بین دواعمال اثرمتقابل را می‌توان یك کوانتوم زمان نامید .

وقتی‌که اعمال اثرمتقابل بین دوذره برگزار شد مثل اینست‌که دیگربرآنها زمانی نمی‌گذرد چه‌تاهنگام لزوم‌اعمال اثرمتقابل‌جدیدی تغییر حالت نمی‌دهند . باین‌ترتیب تغییرحالات ذرات مخصوصاً کیفیت انرژتیك آنها به‌بیانی‌جریانی‌است اززمان‌که درنفس امرکیفیت‌منقطع (کوانتائی) وجهنده دارد .

مقدار یك کوانتوم زمانی طبیعتاً بسیارکم است ودر هیچ‌حال از $۱۰^{-۲۴}$ ثانیه تجاوز نمی‌کند .

یکباردیگر تکرارمی‌کنیم‌که درتمام آنچه گفته شد نکات‌تاریك وناشناختهٔ بسیاری باقی است .

۵

انفجار

- دینامیك گازها
- گاز در ((خلاء)) جاری میشود
- امواج شوك
- ستارگانیکه منفجر می‌شوند
- ابرهای کیهانی
- سرعت ((مادهٔ)) انفجاری
- انفجارها کار انجام میدهند

دینامیك گازها

جو ؛ پوشش یا غلاف گازی کرهٔ زمین است . هوا فقط بظاهر شفاف می‌باشد. از هوانوردی‌که بمقتضای حرفهٔ خود امکان مشاهده افق را دارد سئوال کنید، با لبخندی پاسخ خواهد داد، او ازمه وابر با شما صحبت خواهد کرد ، برایتان حکایت خواهد کرد که چگونه هواپیما درحمامی شیری رنگ فرومی‌رود بطوریکه ازپنجره آن نمیتوان بال آلومینیومی این پرنده فلزی را مشاهده کرد . هوانورد خواهد گفت که حتی درروزهای درخشان وآفتابی مهی بنفش‌رنگ افق‌را میپوشاند بطوریکه تیزبین‌ترین چشم‌ها نیز قادر به‌دیدن ماورای آن نیستند .

ازیك فیزیکدان بپرسید اوبه‌شما خواهدگفت که جوزمین برای تمام منطقه طیف الکترومغناطیسی‌شفاف‌نیست. فقط برای‌طول‌موجهای مرئی و پاره‌ای امواج مادون قرمز و نیز امواج رادیو الکتریك قابل

عبور است .

اما فقط منجمین با قاطعیت بیشتر از میزان شفافیت جو زمین صحبت خواهند کرد . آنها برای زیجگاه همیشه جاهائی را انتخاب می‌کنندکه‌آسمان صاف وجو شفاف داشته باشد . بهمین‌مناسبت‌ابزارهای زیج را بقلل کوهها می‌برند تا حتی‌المقدوراز‌ضخامت جو بین دوربین نجومی وفضا کاسته گردد با وجود این فقدان شفافیت جومانع‌ازاینست که پدیده‌های بسیارمهم وجالب به‌چشم منجمین برسد حرکت حرارتی یا جریان هوا دربرابر تلسکوپ شکل لکه‌های موجود درروی سیارات همسایهٔ مـا را تغییر میدهـد و اکثراً حـرکت حـرارتی هوا درست درشب اتفاق می‌افتد یعنی موقعی که منجم کار زیج خودرا شروع‌کرده است . اگر گفته شود که هرده‌سال فقط یکبار موقعیت استقرار سیارهٔ همسایهٔ ما نسبت به‌زمین درنزدیکترین مکان‌است متوجه خواهید شد که‌چقدر صبر وانتظار منجم برای دیدن لکه سیارهٔ دیگر بایك وزش نسیم بباد رفته است، هیئت اعزامی‌که بامشقات فراوان خودرا بنقطه‌ای ازکرهٔ زمین رسانیده است که کسوف خـورشید را تماشا کند ناگهان ملاحظه می‌کند لکه ابری برخاست وروی خورشید را درلحظهٔ حساس گرفت و هیئت اعزامی بدون اینکه توفیق یك نگاه ساده به کسوف را داشته باشد برمی‌گردد وحاصل ماهها تدارك و زحمت بباد میرود .

اما تنها جو سیارهٔ ما نیست که مزاحم منجمین است ، توده‌های عظیم‌گرد وگازبسیارمتراکم کیهانی چه لعن ونفرین‌ها که‌ازستاره‌شناسان نشنیده‌اند. این توده‌های عظیم‌بخش بزرگی‌ازکهکشان مارا‌پوشانیده‌اند. قسمت مرکزی هریك ازاین انبوههای گرد وگازنقطه‌اجتماع میلیونها

خورشید نزدیک بهم است که در همانجا ولادت یافته‌اند . (البته در مقام قیاس با فواصل خورشیدهای دیگر موجود در کهکشان) . اما ما قادر به‌دیدن آنها نیستیم چه‌ضخامت گرد وگازبحدی است که کوچکترین نور از آن نمی‌تراود . فقط باکمک اشعهٔ مادون قرمزکه قدرت نفوذ بیشتر از طیف مرئی نور دارد دانشمندان موفق شده‌اند از هسته‌های درخشان این انبوه‌گرد وگازهای کهکشان عکس‌برداری نمایند ووجود میلیونها ستاره را درکنارهم مشاهده کنند وحال آنکه دربادی امر فقط یک خورشید بنظر میرسید که با نوری ضعیف در میان غباری غلیظ گرفتار است .

هر توده گرد وگاز موضوع تحقیق دانشمندان می‌باشد، دانستن ترکیب، ابعاد، وزن مخصوص ، حوزه‌های جاذبه و الکترومغناطیسی که ایجاد می‌کند وبالاخره نحوهٔ حرکت هرتوده نسبت به تودهٔ دیگر و حرکت دسته جمعی آنها موضوعات دانستنی فوق‌العاده دلانگیزی هستند . در نتیجه مطالعه روی حرکات آنها می‌توان کیفیت و کمیت نیروهائی راکه اعمال می‌کنند تخمین زد ترکیب وساختمان این اجرام آسمانی را بحدس وگمان دریافت ویا بسیار چیزهای دیگری از آن فهمید. بنابراین ارزش داردکه همّ خود راوقف مطالعهٔ حرکت مادهٔ بین ستارگان بکنیم.

می‌توان خیلی زود مختصات اصلی این حرکت را معیین‌کرد : این حرکت پیوسته نیست پس باید نخست بدانیم حرکت‌پیوسته وغیر پیوسته چیست ؟

تصورکنید که کسی مشغول مطالعهٔ فلوی یک لولهٔ گاز رسانی

به شهری باشد (Gazoduc) بعنوان مثال لوله‌گاز رسانی مشهور استاو-رپول-موسکو (Stavropol–Moscou) راانتخاب‌می‌کنیم. شخص مزبور توسط ابزارهای دقیق درجه حرارت و سرعت و فشار گاز را در نقاط مختلف یك مقطع از فلوی گاز اندازه‌گیری می‌کند . بعد از ده دقیقه مجدداً سنجش‌ها را تکرار می‌نماید. سپس بعد از بیست دقیقه دست به اندازه گیری می‌زند و هرده دقیقه سنجش‌ها را تکرار می‌کند در پایان‌تجربه مشاهده خواهدکرد ارقام بدست آمده ثابت است معنی آن اینست که گاز درلوله بطور یکنواخت بدون ارتباط با زمان جریان داشته است؛ این‌حرکت گاز حرکتی‌است پیوسته یا یکپارچه‌که حرکت استاسیونر (Stationnaire) نیز نامیده می‌شود.

اگر آزمایش‌مرتباًادامه داشته باشد تجربه‌کننده ملاحظه خواهد کرد سرعت گاز درشب نسبت به روز بقدر نا محسوسی کاهش می‌یابد و نیز خواهد دید درفصل زمستان حرارت گاز مختصری کم می‌شود و در بهار بحدنخست باز می‌گردد . چون تغییرات یاد شده طی یك دوره با نظم خاص صورت می‌گیرد حرکت گاز باز هم تقریباً حرکتی است پیوسته .

بعکس اگر موقع شلیك یک‌گلوله ازتفنگ حرکت‌گازی‌که از انفجارفشنگ حاصل می‌شود مورد بررسی‌قرارگیردملاحظه‌خواهیم‌کرد که فشار، درجه حرارت، سرعت وحتی حجم گاز پیوسته درتغییراست این‌یك نمونه ازحرکت غیرپیوسته می‌باشد. چنین حالتی درست نظیر همان حرکتی است که ستاره‌شناسان در تودههای گرد و گاز کیهانی ملاحظه می‌نمایند.

ما در جریان مسافرت خیالی خود به کیهان مشاهده کردیم که قسمت اعظم عالم ازمادهٔ بحال پلاسما ساخته شده و نیز حالت پلاسمائی ماده دربخش مرکزی منظومهٔ شمسی، جنبه غالب دارد. می‌دانیم‌که آن بخش از جرم خورشید که بحال پلاسماست هفتصد وپنجاه بار بیش از جرم مجموع سیاراتی است که بدور آن می‌گردند . نسبت پلاسما در کهکشان ازاینهم بالاتر است. غیرازستارگان که بخش اعظم کهکشان را تشکیل می‌دهند سحابی‌های گازی داخل‌کهکشان وماده موجود بین ستارگان که بصورت بسیار رقیقی است همه صورت پلاسمائی ماده‌اند . ماده جامد در کهکشان بسیار کم است ماده مایع از آن هم کمتریافت می‌شود .

بیان ریاضی : فرمول ریمان (Riemann)

درطی یك جریان غیرپیوسته ماده سیال (یعنی جریانی‌که بازمان در ارتباط است) رابطهٔ سرعت‌گاز U وفشارآن تابع فرمول یامعادلهٔ ریمان است که بصورت زیر نوشته می‌شود:

$$U = \pm \frac{۲}{K-۱} \sqrt{\frac{Kp}{p'}} + \text{مقدارثابت} = \pm \frac{۲}{K-۱} + \text{مقدارثابت}$$

دراین معادله p' وزن مخصوص گاز و p فشارآن و K ضریب ثابت‌است.

در مواردیکه‌گاز از درون چیزی خارج می‌شود بایـد علامت منها را منظورکرد وتوجه داشت‌که فشارگازکاسته می‌گردد ودرعوض به‌سرعتش‌افزوده می‌شود. دراین حال معادله زیرصادق است :

$$U = \frac{۲}{K-۱}(a_۰ - a)$$

دراین فرمـول $a_۰$ عبارت است ازسرعت سیرصوت درگاز مـزبور در حـال **استراحت (بی‌حرکتی)**

غیراز سیارات وهسته ستارگان دنباله‌داروسنگهای آسمانی ماده جامد را درتوده‌های گرد وگازکیهانی می‌توان یافت، ماده جامد دراین توده‌های متراکم بصورت ذرات ریز غبار می‌باشد. غیر از اینها ممکن است درکهکشان مشتی ستارگان خاموش وسرد از دیرباز موجود باشد که روی‌آنها را قشرجامدی پوشانیده است، البته‌درباره‌آنها چیززیادی نمیدانیم. طبق محاسبه ماده جامد در کهکشان از یکصدم و ماده مایع ازیك میلیونیم جرم مادی کهکشان تجاوز نمی‌کند.

مثل هرچیزی‌که درعالم دیده می‌شود، گازهای موجود درکیهان درحال‌حرکت دائم‌اند. دربعضی موارد مثل دم ستارگان دنباله‌دارحرکت مذکور حرکتی است پیوسته، درسایرموارد مثل انفجارستارگان جدید ما ناظرفوران‌عظیم گازمی‌باشیم. اما مطالعهٔ این پدیده‌ها دیگردرحد ستاره‌شناسی نیست بلکه درحد دانش جدیدی است بنام دینامیك‌گازها که طی‌آن قوانین جاری درکلیهٔ سیالهای قابل فشرده‌شدن موردبررسی

اگرگاز باحرکتی پیوسته از درون ظرفی به‌خلاء جاری شود مقدار a برابر صفرخواهد بود وسرعت حداکثر (limite) جریان گاز از فرمول زیر استخراج می‌شود.

$$\bar{U}_{lim} = \sqrt{\frac{۲}{K-۱}} a_۰$$

هنگامی‌که‌گاز غیرپیوسته جاری می‌شود حداکثر سرعت برابراست با:

$$U_{lim} = \frac{۲}{K-۱} a_۰$$

رابطهٔ دوسرعت حداکثر جریان گاز در جریان پیوسته وغیر پیوسته چنین می‌شود:

قرار می‌گیرند . قبلا گفته شد که اجسام جامد نیز در تحت تأثیر فشار زیاد بمایع مبدل میشوند .

دینامیك گازها امروزه رشته‌ای ازفیزیك است که سریعاً تکامل می‌یابد، قوانین ونتایج حاصله ازاین‌علم تنها جنبه تئوریك‌خالص‌ندارد بلکه جنبه‌عملی‌وتکنیکی وافری‌دربردارد مثل تکنیك اتمی وتکنیك موشك‌سازی . اما افسوس‌که ستاره‌شناس هنوزجز بهره‌برداری ازنتایج تئوریك این رشته ازدانش امکان استفاده عملی آنرا نیافته‌اند .

دینامیك گازهای کیهانی خیلی با دینامیك گازهـای موجود در زمین تفاوت دارد. البته نه به‌لحاظ ابعاد عظیم‌آنها بلکه دینامیك گازهای کیهانی دانشی است بسیار مغلق‌تر از دینامیك گازهای زمینی چه‌ماده درکیهان بصورت پلاسماست . تغییر مکان این‌گازها نه‌تنها بعلت نیروی درونی پلاسما بلکه تحت تأثیر حوزه الکترومغناطیسی وحوزه

$$\frac{U_{lim}}{\bar{U}_{lim}} = \sqrt{\frac{۲}{K-1}}$$

و برای هوا که $K = \frac{۷}{۵}$ است رابطه بصورت زیر درمی‌آید :

$$\frac{U_{lim}}{\bar{U}_{lim}} = \sqrt{۵} \# ۲/۲۵$$

باین ترتیب ملاحظه می‌شودکه سرعت حداکثر در جریـان غیرپیوسته گاز مزبور دراثر سقوط ناگهانـی فشار درپیدایش فشار منفی خیلی بیشتر از سرعتی است‌که ازنزول فشار درجریان پیوسته حاصل می‌شود. اما آنچه‌گفته شد فقط در مورد بخش قدامی قلوی‌گاز درحـرکت غیر پیوسته صادق است ،

جاذبه انجام می‌گیرد . ازطرفی وقتی سرعت جابجاشدن به سرعت نور نزدیک می‌شود جرم هم تغییرمی‌کند ، جریان زمان هم عوض می‌شود.

البته دراین‌رشته ازدانش‌نکات تاریک،نکاتی‌که برایمان‌غیرقابل فهم وپدیده‌هائی که ناشناخته است بسیارند .

آنچه‌میدانیم‌اولین‌استنتاجاتی‌است‌که‌ازدینامیک‌گازهای‌کیهانی طبق‌مشاهدات‌علمی بعمل آورده‌ایم.

گاز در «خلاء» جاری میشود

آنچه گفته خواهد شد حادثهٔ نادری است . در کهکشان ما هر دویست‌یاسیصدسال‌یکبار‌اتفاق‌می‌افتد.بهمین‌دلیل است‌که دانشمندان

سرعت بخشهای عقبی این فلو خیلی ازسرعت حداکثر گاز درحال حرکت پیوسته ($\overline{U}lim$) کمتر می‌باشد .

زمانی‌که گازی درون یك پیستون فشرده شده باشد لذا سرعت تدریجاً تغییر می‌کند و قاعدتاً منتظریم‌که فشار گاز با سرعت‌آن افزایش یابد. واین رابطه مبین‌آنست :

$$U = \frac{۲}{K-۱}(a - a_۰)$$

دراین فرمول $a_۰$ سرعت سیرصوت درگاز درحال استراحت است یعنی گازی‌که هنوز به‌حرکت درنیامده ، ازاینجا معلوم می‌شود که :

$$a = a_۰ + \frac{K-۱}{۲}U$$

و فشارگاز یا P تابع معادلهٔ زیر است.

فتوگرافی‌های روزانه‌ای را که از یک لکه نورانی گرفته‌اند مقایسه می‌کنند ، عکس‌هائی‌که هرروز ازروزپیش فقط قسمتی ازاعشارمیلیمتر بزرگتردیده می‌شوند. اما همین رشد سریع لکه نورانی وقتی‌که باوسایل علمی دیگری نیز مورد بررسی قرارگیرد مبین سانحهٔ عظیمی در یک گوشه ازآسمان است .

دستگاه رادیوتلسکوپ نشان می‌دهد درگوشه‌ای ازآسمان‌چشمهٔ توانائی از تشعشعات رادیوالکتریك شروع به فوران کرده است که در فرکانس خود، امواج‌رادیوالکتریك ساطعه ازخورشید خودمان را نیز خفه وپنهان می‌کند .

ـ ستاره‌شناسان می‌گویندیك‌ستاره سوپرنوا(Supernovae) ظاهر خواهد شد آنها اضافه می‌کنند که البته این فقط یك طرزبیان مطلب است . درجای این ستاره‌که درطی چندساعت درخشانترین‌ستاره‌آسمان

$$P = P_a \left(\frac{a}{a_\circ}\right)^{\frac{2K}{K-1}} = P_a \left(1 + \frac{K-1}{2} \cdot \frac{U}{a_\circ}\right)^{\frac{2K}{K-1}}$$

موقع واتنش‌یك توده‌گاز کروی شکل درخلاء سرعت حداکثر واتنش‌از این فرمول بدست می‌آید :

$$U_{lim} = \frac{2}{K-1} a_\circ$$

بعد ازاینکه واتنش بحدی رسیدکه شعاع حاصله از ده پانزده برابر گلوله‌گاز ابتدائی تجاوز کرد سرعت‌گاز با رابطه زیر تعیین می‌شود :

$$U = \frac{r}{t}$$

ما می‌شود قبلا ستاره کوچکی قرارداشت ، بسیارکوچک و کم‌نور بود وبظاهر فرقی باستارگان قدرسوم وچهارم نداشت. چنان‌برایمان‌بی‌اهمیت بود که حتی طیف نورآنرا قبلا 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 . تودهای پلاسما ازآن‌کنده شده درجهات مختلف فضا پراکنده می‌شوند وسرعت انتشارآنها سرسام‌آور است . آری با سرعت پنج‌هزار تاده‌هزارکیلومتر درثانیه ازمرکز انفجار دورمی‌شوند و این درست همان علت پهن‌شدن فاقهای درخشان طیف اسپکترسکپ است .

اما آنچه موجب بزرگ شدن تصویر فتوگرافیک این‌ستاره است انتشار پلاسمادرجهات مختلف نیست چه‌هرچقدرکه کلان باشد ازچنین فاصلهٔ دوری قابل تخمین‌وتشخیص نیست . علت این‌پدیده چیزدیگری است . ستاره‌ایکه منفجر شده تصادفاً در میان توده‌ای از غبار کیهانی قرار دارد ونوری که از انفجار حاصل شده تودهٔ بیکران غبار را روشن می‌کند وغباری که تا این ساعت قابل دیدن نبود مرئی می‌شود . اشعهٔ نورانی با سیصدهزار کیلومتردرثانیه حرکت می‌کند وعکسی‌که روزانه

دراینجا r فاصله نقطه مورد نظر از مرکز گلوله ابتدائی و t زمانی است که‌از ابتدای واتنش سپری گردیده‌است ؟

بنابراین درهرلحظه سرعت حرکت هرذره گاز نسبت مستقیم با فاصله از مرکز انفجار دارد تراکم‌گاز در مرکز انفجار درحداکثر است و تدریجاً هرچه به‌محیط نزدیك شویم رقیق‌تر می‌گردد.

گرفته می‌شود ازعکس روزقبل جزئی از میلیمتر بزرگتر می‌افتد.

اما علائم نیرومند رادیوالکتریک چه هستند؟ این‌درست‌نیست که سخن ازسرنوشت موجودات سیاراتی‌که بدورآن خورشید می‌گردند ودرمعرض این تشعشع قرار می‌گیرند بگوئیم ازخیلی پیش برای این موجودات فرضی همه‌چیز تمام‌شده است. این‌جمله معترضه را رهاکنیم وبه‌ماهیت‌امواج رادیوالکتریک بپردازیم: این‌علائم رادیوالکتریک از الکترونهائی ساطع می‌شوند که حوزه نیرومند الکترو مغناطیسی آنها را اسیر کرده است ودر امتداد خطوط نیروی این حوزه با سرعتی نزدیک به سرعت نور درحرکت‌اند.

چندهفته بعددرخشش‌خورشید کاسته‌می‌شود، پس‌ازمدتی‌بازهمان ستاره‌ای است کـه قبلا بوده منتها دور تا دورش سحابـی گازی شکلی استقرار یافته که ازخودش خارج شده است. ستاره‌شناسان سحابی‌های چندی را که پس از انفجار سوپرنوا پیدا شده‌اند نام می‌برند. درمیان آنها سحابی‌غراب (Crabe) بیش از دیگران مورد مطالعه قرار گرفته است.

این سحابی درسال ۱۰۵۴ میلادی بوجود آمده است.مااین‌تاریخ را ازدوطریق بدست آورده‌ایم یکی از نوشتجات مندرج در آثار چین باستان دیگری ازسنجش سرعت انتشار قطعات‌این سحابی،ازاین‌طریق به‌سادگی می‌توان تاریخی را که این توده در یکجا مجتمع بوده کشف کرد.

اکنون بایددید درون‌یک سوپرنوا هنگام فاجعهٔ‌انفجارچه‌اتفاقی رخ داده است؟ یک انفجار! بااین‌کلمه دانشمندان درانتظاراین‌مطلب

هستندکه دریک لحظه مقدار قابل ملاحظه‌ای انرژی یکجا و یکمرتبه آزاد شود . باین ترتیب انفجار سحابی غراب 10^{49} ارگ انرژی آزاد کرده است .

انفجار ضربهٔ صاعقه را می‌ماند ، دینامیت مشتعلی است که بیک انبار فشنگ می‌افتد ، کیفیت تولد سوپرنوا نیز همین است . اما برای بررسی جزئیات قانون جابجا شدن گاز و پلاسما هنگام انفجار بایستی ابتدا ازچیز دیگری صحبت کرد .

گاز قابل فشرده‌شدن است ، می‌توان بایك تلمبه ساده دوچرخه به این امر تحقق بخشید . با وجود این در موارد متعددی تراکم گاز بطور نامحسوسی عوض می‌شود و می‌توان قابلیت فشردگی آنرا ندیده گرفت مثلا برای طراحی بال‌هواپیمای با سرعت‌کمترازصوت مهندسین قابلیت فشرده‌شدن هوا را به‌حساب نمی‌آورندوبال هواپیما را درسیالی غیرقابل‌فشرده‌شدن‌منظورمی‌کنند. اختلاف‌Portance(نیروی‌عمودبرجهت جسمی‌که درسیالی پیش‌میرود)بدست آمده‌درحساب و Portance حقیقی فوق‌العاده ناچیزاست . ما دراینجاباجریان‌پیوستهٔ گاز مواجه می‌باشیم .

اکنون یك جریان غیرپیوستهٔ سادهٔ گاز را درنظر مجسم نمائیم: لوله‌ای را که دوسرش بسته است به‌دوقسمت مجزا تقسیم می‌کنیم . به یك قسمت گاز بسیار فشرده‌ای داخل می‌نمائیم و در قسمت دوم خلاءِ نسبتاً پیشرفته‌ای ایجاد می‌نمائیم . وقتی دیوارهٔ بین دوقسمت لوله را برداریم انفجاری رخ می‌دهد .

ذرات گاز مستقر درجبههٔ قدامی تحت فشار ذرات عقبی باسرعت بسوی خلاءِ رانده می‌شوند . فشار گاز کاهش می‌یابد . سقوط فشار و

حرکت مولکولهای گاز ذرات عقب‌تر را که هنوز نجنبیده‌اند به حرکت وامیدارند. باین‌ترتیب علائم حرکت در تمام گاز با سرعت سیر صوت ظاهر می‌شود. بمحض اینکه علائم مزبور به لایهٔ جدیدی از گاز سرایت می‌کند ذرات گاز موجود دراین لایه نشانه فشرده‌شدن از خود بروز می‌دهند، این فشار خیلی بیشتراز فشاری است‌که لایه‌های قدامی تحمل می‌کردند لذا ذرات این طبقه هم بحرکت می‌آیند.

با وجود این سرعت ذرات هرطبقه ولایه نسبت بسرعت‌لایه قبلی کمتراست زیرا اختلاف فشارذرات لایه‌های قدامی وخلفی پیوسته‌کاهش می‌یابد، چه همینکه نخستین لایه بحرکت درآمد فشار درجلو برابر صفراست بعبارت دیگر فشاری یکطرفه معادل فشار ابتدائی روی ذرات گاز وارد می‌شود.

برای هرلایه فشار پشت‌سری مقدار ثابتی است، امادرجلومقدار جرمی ازگاز موجود است‌که پیوسته افزایش می‌یابد. سرعت گازدراثر فشار ابتدائی نیست بلکه بعلت اختلاف فشاراست بهمین دلیل است که سرعت جریان گاز کند خواهد شد.

اکنون فرض کنیم علامت یا حرکتی که دراولین طبقه گازظاهر شد لایه به‌لایه ازراست به چپ حرکت کند وپیوسته اقشار جدیدی را دریابد. مااین‌حرکت اولیه یاعلامت اولیه را موج شوك مینامیم. بدیهی است وقتی موج به انتهای سمت چپ لوله رسید با جدار بسته مواجه گشته وانعکاس می‌یابد، موج انعکاسی سرراه خود ازمیان‌گازی‌میگذرد که با موج شوك تحریك شده به‌جنبش درآمده است.

در اینحال هم حرکت گاز و واتنش آن ادامه خواهد یافت اما

خصوصیات واتنش با قبلی کمی فرق خواهد داشت .

قبل از انعکاس، موج ازلایه‌های گازدرحال استراحت وآرامش عبور کرده است اما موقع برگشت موج انعکاسی بایستی از درون‌گاز تحریک شده‌ای عبورکند .

تذکر این نکته بسیارجالب است که اگر در یک موج حرکتی فشار ناگهان درجهتی ازجبههٔ قدامی موج (پیشانی موج) بسمت‌نقطه‌ای که گاز واتنش می‌یابد کاهش یابد درموج انعکاسی فشار در حجم کلی گاز یکنواخت نیماند ویا سریعاً با زمان کاهش مییابد .

قبل از واتنش انرژی کلیهٔ ذرات گـاز بحالت انرژی پتانسیل و برای کلیه قسمتها یکنواخت است. پس‌ازواتنش درانتهای مدت‌زمانی کم وبیش طولانی قسمت اعظم انرژی پتانسیل به انرژی سینتیك مبدل می‌گردد ، فشار شدیداً کاهش می‌یابد ولی انرژی حرکتی یا سینتیک دربخش‌های مختلف گازیکی نیست . ذرات مستقردرجبههٔموج‌بیشترین انرژی‌سینتیک را دارند درحالیکه عقب‌ترین ذرات یعنی‌آنهاکه مجاور جدارخلفی هستند دارای حداقل انرژی حرکتی بوده وبایدگفت‌تقریباً انرژی آنها برابر صفراست .

با توجه به‌آنچه گفته شد می‌توان بدون توسل به‌محاسبه نتیجه گرفت که سرعت حرکتی ذرات موجود درجبهه موج‌خیلی‌بیش‌ازسرعت متوسط حرکت‌گازاست که بارعایت اصل بقای‌انرژی ومحاسبات ریاضی بدست می‌آید .

نظیر همین را درمورد فنری که شدیداً تحت فشار قرار گرفته نیز می‌توان مشاهده‌کرد . انتهای ثابت فنر پس‌ازبازشدن انرژی برابر

صفر دارد در حالیکه انرژی حرکتی بخش قدامی آن حداکثر است و واین مقدار خیلی بیش از انرژی متوسط فنر می‌باشد .

یک مثال دیگر نیز گرچه وجه شبه اندکی دارد برای روشن شدن موضوع می‌توان ارائه داد : ازدحام مسافرین قطار را هنگام پیاده شدن درنظر آورید وتصور کنید مسافران ذرات گاز هستند وقتی قطار ایستاد هریک می‌کوشد زودتر پیاده شود لذا مسافر جلوئی را میراند درنتیجه مسافرین کناردرخروجی که هیچ فشار متعادل‌کننده از روبرو به‌آنها وارد نمی‌شود به‌بیرون ازقطار پرتاب میشوندودرحالیکه آخرین مسافران که نیروئی آنها را به‌جلو نمی‌راند با سرعت عادی (سرعت جریان) پیاده خواهند شد .

اکنون ملاحظه‌کنیم نحوهٔ حرکت گاز درلوله موقعی‌که درطرف دیگر لوله نیز گازی وجود دارد اما فشارش از گاز نخست کمتر است چگونه می‌باشد، دراین‌حال‌جریان گاز به خلاء صورت نمی‌گیرد بلکه درملائی گازی شکل اتفاق می‌افتد .

چنانکه تجربیات عملی وفرضیات علمی نشان می‌دهند گازی‌که جاری می‌شود واتنش می‌یابد وفشارش کاسته می‌گردد ، فشارگاز اولی‌که درظرف‌است شروع به‌افزایش می‌کند تا بافشارگازدرحال واتنش‌مساوی شود یعنی تعادلی مثل دوکفهٔ ترازو برقرار می‌گردد . در این مورد از همان‌لحظهٔ آغاز جریان گاز یک موج شوك پدید می‌آید .

این موج شوك پدیدهٔ تازه‌ای است که تا اینجا از آن صحبت نکرده‌ایم . لازم به‌یادآوری است که هرگاه ازآن تصور درستی نداشته باشیم نمی‌توانیم کیفیت وطبیعت فیزیکی صحیح انفجار را دریابیم .

درطبیعت حوادث بسیاری هست که موج شوك درآنها نقش‌عمده دارد مخصوصاً در تکنیك و بدبختانه تا امروز وسیعاً در تکنیك‌های نظامی ازآن استفاده می‌شود . آذرخش تندر برمیانگیزد ؛ این چیزی جزانتشار موج شوك در جو نیست . پرواز یك هواپیمای مافوق‌صوت یا کلیهٔ حرکات مافوق صوت درگازهابرانگیزندهٔ موج شوك هستند. در چنین موارد آنها را امواج بالیستیك (Balistique) هم مینامند .

هنگام انفجار بمبی ازنقطه انفجار درتمام جهات بادی میوزدکه چیزی جزموج شوك نیست . انفجار بمب‌های اتمی وهیدروژنی امواج شوك فوق‌العاده مهیبی برمیانگیزند . اما عظیم‌ترین موج شوك هنگام انفجار «ستارگان نووا» (Novae) و « سوپرنووا » (Supernovae) حاصل خواهند شدکه‌تا امروزبعلت حجم فوق‌العاده شان‌مهیب‌ترین انفجارهای شناخته‌شده درطبیعت به‌حساب می‌آیند .

گرچه انفجار پدیده‌ای است‌که ازقرنها پیش بدون اینکه بحث تندرو کشف موج شوك و مطالعه علمی آن صورت گیرد توسط آدمی بکار میرفته است ؛ دانش فیزیك فقط از یك قرن پیش مطالعه آنها آنرا آغازکرده .

درپایان سال ۱۸۵۰ ریمان (Riemann) فیزیکدان بزرگ‌آلمانی از روی مطالعات تئوریك وریاضی وجود موج شوك را پیش‌بینی کرد . بایدگفت موج شوك نیزمثل سیاراتی چون نپتون وپلوتون برای‌آدمی قبل‌ازچشم با نوك قلم کشف شد .

درسال۱۸۷۰ فیزیکدان‌انگلیسی موسوم‌به‌ایرن‌شاو (Earnshaw) ازطریق دیگری به‌نتیجهٔ ریمان رسید . دراواخر سال ۱۸۸۰ هوگونیو

(Hugoniot) دانشمند فرانسوی دست به‌مطالعهٔ جالبی درمورد موج‌شوك زد. درهمان‌زمان فیلسوف وفیزیسین اطریشی ارنست‌ماخ (Ernst Mach) برای نخستین‌بار موفق به‌ایجاد موج شوك ازطریق تجربی‌شد. ازآن‌ببعد مدتی طولانی دانشمندان ازتعقیب موج شوك منصرف‌شدند چه‌مورد مصرف عملی برای آن یافت نشده بود.

در اواخرسال ۱۹۲۰ از نظرتئوریك کوشش دانشمندان موجب پیشرفت های‌تازه‌ای‌گردید. از همان موقع پیدا بود که پیشرفتهای هوانوردی بسوئی میرود که دیوار صوت شکسته خواهد شد.

اما مطالعات عمیق وجدی دربارهٔ موج شوك بعد از جنگ دوم جهانی آغاز گردید رشد سریع دانش وفن ایجاب می‌کرد این رشته از دانش ازجهات تئوریك وعملی مورد غوردقیق قرارگیرد. امروزه صدها دانشمند هرکشور روی این رشته کار می‌کنند ومطالعه روی موج شوك یکی‌ازمهم‌ترین ومشکل‌ترین رشته‌های دانش‌فیزیك است‌ازپایه‌گذاران مشهوراین رشته دانش‌دراتحاد شوروی پرفسورلاندو (Landau) پرفسور سدوف (Sédov)، پرفسورزلدویچ(Zeldowitch)وکمپانه‌اتز(Kompnéetz) می‌باشند.

بنابراین موج شوك چیست؟

هرگونه تغییر در محیط قابل فشردن یا سیال قابل فشردن مثلا تغییر درجه حرارت یا فشار با سرعت صوت پخش می‌شود. لذا سرعت صوت عبارت می‌شود از سرعت انتقال هرتغییر درون گاز برای، سهولت درك مطلب بجای محیط قابل فشرده‌شدن دراینجا فقط‌کلمهٔ گازرا بکار می‌بریم.

گرچه موج شوك می‌تواندغیرارگازها درپلاسمادرمایعات وحتی درجامدات بوجودآمده منتشرشود واین را هم علاوه می‌کنیم که دریك گاز یا پلاسما هرچه تراکم وغلظت بیشترباشد سرعت سیرصوت بیشتر است.برای هوا درحرارت صفر درجه وفشارهفتصدوشصت میلی‌مترجیوه سرعت سیرصوت سیصدوچهل متر درثانیه است.

مکانیسم ایجاد یک موج شوك به ترتیب زیراست: تصور کنید درون لولهٔ باریکی که بسیارطویل است یکـت پیستون درحرکت باشد این پیستون موضعاً با پیشرفتن موجب افزایش فشار و افزایش تراکم خواهد شد ، این تغییر بـا سرعت سیر صوت سر تا سر لولـه منتشر می‌شود .

اگرسرعت پیستون یکدفعه افزوده شود دربخشی ازگازکه جلوتر قرار دارد یک حالت فشردگی مکمل ایجاد می‌شود، این تغییر جدید نیزباسرعت صوت پخش می‌شود،بدیهی است بعلت افزایش‌تراکم سرعت انتشارهرتغییرجدید ازقبلی بیشتراست.

اگربازهم سرعت حرکت پیستون افزوده شود بخشهائی‌ازگاز که قبلا دوبار فشرده شده‌اند برای بارسوم در معرض فشارقرار می‌گیرند ، تغییرات فشاروتراکم حاصله‌باسرعتی بیش‌ازدو دفعه قبلی‌انتشارخواهند یافت بطوریکه ازآن دو پیشی خواهندگرفت. اگرعمل‌فشردن مـکرر شود همین پدیده باز تکرار خواهد شد و در یک نقطه لوله ازامواج انتشار قبلی جلوتر خواهد افتاد.

در این حال چه خواهد شد؟ بطور ناگهانی اختلاف فاحش در تراکم، درجه‌حرارت وفشار درلوله ایجاد می‌گردد . درنقاطی‌کـه هنوز

موج تغییرات به آنجاها نرسیده میزان تراکم گاز و فشار آن در حد اولی خواهد بود درحالیکه درنقاط جلوترکه موج را دریافت‌کرده‌اند تراکم وفشار افزایش خواهد یافت.

پیشانی یا جبهه شوك منطقه باریکی است که در جلو موج قرار دارد وباریکی‌آن بحدی‌است‌که فقط چند مولکول درآن‌قادربحرکت‌اند (چنان راه باریکه‌ای برای اینکه مولکولها بتوانند تبادل انرژی کنند ضروری است).

این‌موج شوك قادراست با سرعتی‌خیلی بیش‌از سرعت سیرصوت درهمان‌گاز حرکت‌کند، البته سرعت سیرصوت درصورتی‌که هیچگونه تغییر وتحریك قبلی به آن گاز وارد نشده باشد. درنتیجه موج شوك محصول تغییراتی‌است‌که درگازی ازتغییرات قبلی‌ایجاد شده وباسرعت سیر صوت در فشارها وتراکم‌های مختلف آن حرکت کنند.

سرعت سیرموج شوك ارتباط باین داردکه پیستون باچه‌سرعتی حرکت‌کند وگاز موجود درجلو خود را تا چه حد متراکم نماید.

هرچه شتاب پیستون بیشتر باشد موج شوك نیز زودتر تولید می‌شود، اگر سرعت یکمرتبه بالا برود درهمان لحظه موج شوك تولید می‌شود.

موقعی‌که یك فلوی‌گازی به مانعی برخورد کند باز موج شوك ایجاد خواهد شد. در این حال موج شوك در جهت عکس فلوی گاز حرکت خواهد کرد. دراینجا مانع سرراه گازنقش پیستون را بازی می‌کند. دراین وضع ذرات پرشتاب موجود در فلوی گاز توسط موج شوك نرمزمی‌شوند وسرعت‌آنها به‌صفرمی‌رسد. در چنین مورد ضروری

نیست سرعت فلوی‌گاز مافوق سرعت صوت باشد. سرعت تغییرمکان موج شوك هیچ ارتباطی به منبع گاز و نیزسرعت انتشار تغییرات حاصله در آن ندارد. هنگامیکه موج شوك از گاز می‌گذرد تراکم، فشار و حرارت آنرا بالا می‌برد. افزایش حرارت گاز هنگام عبور موج شوك خیلی بیش از افزایش حرارت گاز در اثرافزایش فشار در آن است.

اکنون به اقیانوس آبی رنگ فضا پروازکنیم.

اگرپیستون را با سرعت بسیارزیاد درهوا 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 است‌که سرعت حرکت پیستون‌کمتر از سرعت سیر صوت درهوا باشد.

اگر به پیستون سرعتی مافوق صوت ببخشیم در این صورت به خمپاره‌ای مبدل‌خواهد شدکه با خمپاره اندازشلیك شده. فشارموجده در جلوی خمپاره نمی‌تواند مثل موجی حرکت کند چه تغییر حاصله درفشار با سرعت صوت منتشر می‌شود در حالیکه گلوله از آن تندتر می‌رود بهمین جهت پیشاپیش خمپاره منطقه‌ای پرفشار ایجاد می‌شودکه ازگازاطراف‌که متحمل تغییراتی نگشته جداست، این چیزی جزجبههٔ موج شوك نمی‌باشد. البته دراینجا موج شوك چنانکه در مثال لوله و پیستون دیدیم عمود بر جهت فلوی گاز نیست بلکه نسبت بآن مایل است، جبههٔ موج شوك در اینجا با فلوی گازی که بآن نزدیك می‌شود زاویه‌ای می‌سازد.

دوربین‌های‌فیلمبرداری‌مدرن مافوق سریع عکسهای خیلی‌جالبی ازمسیر پرواز یك‌گلوله درجو می‌گیرند درروی کلیشه‌ها درنوك‌گلوله انشعابات متعددی درجمیع جهات دیده میشود اینهادر واقع‌نوك گلوله نیستند که قاچ قاچ شده باشد بلکه امواج شوك می‌باشند که در تمام جهات منتشرمی‌گردند.

عین همین قضیه هنگام پرواز هواپیماهای واکنشی‌مافوق صوت مشهود است. ابتدا موج شوك بناظر می‌رسد وگوشهای او موج شوك را چون‌صدای انفجاری درمی‌یابد، سپس‌صدای غرش‌موتور شنیده می‌شود امواج شوك مستقیم، مایل، استوانه‌ای یا کروی ازهر نوع کـه باشند کیفیت فیزیکی واحدی دارند. ممیزهٔ عمده آنها درافزایش‌ناگهانی‌فشار وحرارت است که نسبت به قبل‌ازحرکت صدها و هزارها بار می‌توانند تقویت شوند.

بیان ریاضی : موج شوك

اگر باپیستونی‌که ناگهان با سرعت U_y بحرکت درمی‌آیدگازی‌تحت فشارقرارگیرد درآن موج شوکی پیدا می‌شودکه سرعت انتشارش تابع‌فرمول زیرخواهد بود :

$$D_y = \frac{K+1}{4} U_y + \sqrt{\left(\frac{K+1}{4} U_y\right)^2 + a^2_a}$$

اگرپیستون با ضربه‌های‌کوچك و مکررجلو رانده شود و $U_y \ll a_a$ باشد سرعت جبهه موج شوك برابر سرعت انتشار صوت یعنی a_a خواهـد بود. فشار وتراکم گاز تابع دومعادلهٔ زیرخواهد شد.

$$P_y = P_a + p'_a \cdot U^2_y \cdot \left[\frac{K+1}{4} + \sqrt{\left(\frac{K+1}{4}\right)^2 + \frac{a^2_a}{U^2_y}}\right]$$

قبلا گفته شدکـه در آزمایشگاهها ازامواج شوك بـرای تولید حرارتهای فوق‌العاده زیاد استفاده می کنند . اکنون ببینیم مکـانیسم کار و ساختمان دستگاههائی که بدین منظور تعبیه شده‌اند چیست؟

این دستگاههاعبارتند ازلوله‌های فولادی با مقطع چهارگوش‌یا دایره بقطر ده سانتیمتر و طول چند متر . اطاقـك درون لولـه توسط جداری به دو قسمت پرفشار و کم فشار تقسیم شده است. فشـار اطاقك اولی درحدود یکصد اتمسفراست، دراطاقك دوم فشارازچند صدم یاچند هزارم اتمسفر تجاوز نمی‌کند

پس از حذف جدار رادع گاز از اطاق پرفشار به اطاق کم فشار هجوم می‌برد، دراینحال گازنقش یك پیستون را بازی می‌کند بنابراین گازی راکه سر راه خود ملاحظه می‌کند تحت فشار قرار می‌دهد . این موج فشار بلافاصله مبدل به موج شوك 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 مواردیکـه یك موج شوك شدید داریم وقتی $P_y \gg P_a$ بـاشد ، فرمولهای فوق خیلی ساده خواهند شد و سه‌فرمول زیر نمونهٔ آنهاست.

$$D_y = \frac{K+1}{2} U_y \quad و \quad P_y = \frac{K+1}{2} P'_a \cdot U^2_y$$

گاز مورد مصرف در اطاقك پرفشار معمولا هیدروژن است . هیدروژن خود گرم نمی‌شود بلکه نقش پیستون را بازی می‌کند . در اطاقك کم فشار معمولا از گازهای سنگین مثل کریپتون (Krypton) بهره می‌گیرند که موج شوك بایستی آنرا طی کند.

در نقطه تصادم موج شوك وموج انعکاسی حرارت بیست الی بیست و پنج هزار درجه بالا می‌رود. در انفجارهای اتمی حرارتهای خیلی بیش‌ازاین حاصل‌می‌شود، حرارت انفجار هیدروژن ازآنهم بیشتراست. در مرحلهٔ بدوی زمانیکه منطقه محدود موج توسعه نیافته حرارت چندین میلیون درجه است.

اما این حرارتها دربرابر امواج شوك حاصله در حوادث کیهانی همچون تولد سوپرنووا کاهی است دربرابرکوهی.

$$\frac{P'_y}{P'_a}=\frac{K+1}{K-1}$$ و

باین‌ترتیب اگرحرارت ابتدائی گاز T_a بحساب‌آید .

$$T_y = T_a \cdot \frac{K-1}{K+1} \cdot \frac{P_y}{P_a}$$

برای هوا فرمولها بصورت زیر درمیآیند :

$$D_y = \frac{۶}{۵} U_y \qquad \text{و} \qquad P_y = \frac{۶}{۵} P'_۰ \cdot U^۲_y$$

$$\frac{P'_y}{P_a} = ۶ \qquad \text{و} \qquad \frac{T_y}{T_a} = \frac{P_y}{۶P_a}$$

ازاینجا می‌توان نتیجه‌گرفت که هرآینه برای یك موج شوك نیرومند حرارت متناسب بافشار بالابرود یعنی خیلی سریعتر از افزایش حرارت در شرایط معمولی وعادی؛ تراکم گاز در جبههٔ موج مقدارثابتی است.

ستارگانیکه منفجر می‌شوند

دربیست‌وهفتم فوریه سال دوهزاروشصت وچند رصدخانه مستقر در کرهٔ ماه وقوع انفجار ستارهٔ سوپرنووا را درگوشه‌ای از کهکشان ما گزارش می‌دهد.

..... شخصی ملبس به پوست حیوانات چشم بـه آسمان دوخته دندانها را بهم فشرده با دقت ستارگان را تماشا می کرد . درچشمان او همین ستارهٔ بی‌قدرآسمان منعکس شده بود آن شخص هیچ چیز غیر- عادی درآن ستاره ندید.

با وجود این اگر بطورمشروط هم بپذیریم درهمان حین تماشای این ستاره یکی از آن انفجارات عظیم در آن اتفاق افتاد. ستارهٔ مزبور ناگهان درخششی خاص یافت،

هنگامی‌که $\frac{T}{T_0} = (\frac{P}{P_0}) \cdot \frac{K-1}{K}$ است وبرای هوا همین معادله $\frac{T}{T_0} = (\frac{P}{P_0}) \cdot \frac{۲}{۷}$ می‌شود اگر $T_0 = ۳۰۰°K$ باشد (بشرطی کـه احتساب درجه حرارت از صفرمطلق شروع شود) فشار برابـر فرمول زیـر مساوی یك‌آتمسفر خـواهد شد $P_0 = ۱atm$ هنگامی کـه فشاری معادل یـکصد اتمسفر $P_0 = ۱۰۰atm$ ایجاد می‌شود درمـورد اول مقدارحاصل ازمعادله زیر صحیح‌است:

$$T_y = \frac{۳۰۰ \times ۱۰۰}{۶} = ۵۰۰۰°$$

صدها وهزاران سال از آن روزگار می‌گذرد . انسان حیوانات را اهلی کرده است، درزمین به کشت وزرع برخاسته، دولتها و تمدنهای عدیده بوجود آورده است. فیلسوفانی که نامشان یادآور قرنهای پیش است ازطریق‌منطق ساده یعنی‌آسانترین‌راه درك حقیقت عالم به ادراك واقعیت عالم دست یافته‌اند ، اما هنوز همان ستارهٔ کوچك و بی قدر به موجودیت خود ادامه داده است و هنوز هم آنرا خیلی جدی نمی‌گیرند .

در عصر ادراك علمی عالم ، تجربه، اندازه‌گیری وتوزین برای آدمیان معیارهای‌درك واقعیت به‌شمار می‌روند. عدسی‌های چندین‌متری دوربین‌های نجومی آسمان را می‌کاوند . شبکه‌های مخصوص تفرق (Diffraction)فلوی بسیار درهم انواری راکه ازستارگان می‌رسدتجزیه می‌کنندو طیف آنها را بیرون می‌دهند . اما آدمی در این روزگار به ستارگانیکه درخشش اندکی دارند توجه ندارد .

فقط درسال دو هزار وشصت و چند است که نور پیام آور پدیدهٔ جدیدی است: چندین‌ده هزارسال پیش در یك گوشه ازآسمان یکی از ستارگان دستخوش انفجاری درونی گردیده است. تمام تلسکوپها متوجه این ستاره می شوند تا روز به روز لرزشهای نور را که بیان کننده عظمت حادثه است مورد مطالعه قرار دهند.

درمورد دوم می‌شود $T = ۳۰۰ \times ۱۰۰^{\frac{۲}{۷}} = ۱۱۰۰^{\circ}$ یعنی حرارت تقریباً پنج‌بارکاهش خواهد یافت. زمانیکه فشار بطورناگهانی در اثر شوك بالا می‌رود تمام آن‌مصروف افزایش تراکم نمی‌شود بلکه مقداری ازاین انرژی بحرارت مبدل می گردد.

اما براستی دربطن واعماق این ستاره که توده عظیمی گازمشتعل ازسینه بیرون ریخته چه‌گذشته است؟ ده‌درصد از جرم خورشید مزبور کاهش یافته ، فلوی نورانی کـه از آن ساطع می‌شود یکصد میلیون بار فزونی‌گرفته است. نباید تردید داشت‌که انفجار حاصل یك واکنش هسته‌ای درخورشید مزبور بوده که نه تنها عناصر سبك را دربرگرفته بلکه هسته‌های عناصر سنگین نیز درآن مدخلیت داشته‌اند.

اوج درخشش یك ستاره سوپرنووا معمولا درحدود بیست‌وچهار ساعت است . طول عمر متوسط یکی از عناصر سنگین بنام کالیفرنیوم (Californium) نیز درست همینقدر است . آیا تطبیق این دو زمان با یکدیگرمؤید مطلبی‌نیست؟ آیا کالیفرنیوم همان ماده‌انفجاری‌نمیتواند باشد که موجب برخاستن چنان شعله‌های عظیم از سوپرنووا می‌شود ؟

آیا سوخت اصلی سوپرنووا می‌تواند دو تریوم (Deuterium) باشدکه آنرا خوب می‌شناسیم. البته ممکن هست این عنصردرستارگان فراوان باشد ، نیروی جاذبهٔ عظیم‌ستارگان هسته‌های سرگردان‌دوتریوم درلایتناهی را میمکند و بخود جذب می‌کنند و باین‌ترتیب یك انفجار ترمونوکلئر یا یك فاجعهٔ آسمانی پدید می‌آید .

ما انفجار سوپرنووا را بزعم خود قادریم با مکانیسم‌های مختلف تعبیر و تفسیر کنیم . اما آنچه در همه این تعبیرات مشترك می‌باشد چنین است : درطبقات مرکزی خورشیدکه فشاری عظیم دارد حرارت دهها میلیون درجه است و همین حرارت برای شروع واکنش‌های ترمونوکلئر و غیره کافی است. رهاشدن مقادیر معتنابه انرژی موجب بروزموج‌شوك می‌شودکه ازمرکزخورشید بسوی طبقات قشری وسطحی

پیش می‌رود .

تراکم ماده خورشید در اطرافش ناگهان کاهش می‌یابد اما موج شوك براثر کاهش لحظه به‌لحظه فشار مقاوم درجبهه موج هرلحظه بر سرعتش افزوده می‌گردد . عقب جبههٔ موج شوك حرارت پلاسما به‌دهها میلیون درجه بالغ می‌گردد . پلاسما در همان جهت موج شوك منتها با سرعتی کمتر از آن پیش میرود، اما همین سرعت‌کم‌نسبی بنفسه‌ازصدها وهزارها ودهها هزارکیلومتر درثانیه تجاوز می‌کند .

بمحض‌اینکه موج شوك ازجو خورشید خارج‌شد وحتی‌هنگامی که هنوز جو را طی می‌کند برای ناظرخارجی قابل رویت است . نور خیره‌کننده و بسیار شدید موج شوك ، موجی که با سرعتی دیوانه‌وار پیش میتازد وحرارتی که چندین هزاربار بیش‌ازحرارتی است که قبلا نور ساطعه از خورشید مزبور ارائه میداد اولین علائمی هستندکه ناظر زمینی را ازبروز سانحه با خبرمیسازند .

چون بدنبال موج شوك مقدارمعتنابهی‌پلاسما باسرعت‌سرسام‌آور در حرکت است و این سرعت بحدی است که بر جاذبهٔ خورشید غلبه می‌نماید، لذا مقدار زیادی ماده خورشید بصورت پلاسما درکیهان‌متفرق می‌شود .

حرکت ذرات هرچه ازجبهه موج شوك دورتر وبه‌مرکزخورشید نزدیکتر باشند کندتراست . درمرکزسرعت برابر صفراست درحالیکه تراکم ماده بسیار زیاد می‌باشد . بهمین دلیل است که فقط مقدارا ندکی ازماده‌موجود درخورشید (اندك درمقیاس‌جرم‌خورشید) می‌تواندسرعتی کسب کند که برای همیشه در کیهان سرگردان شود .

قسمت اعظم ماده‌ایکه باموج شوك بحرکت درآمده پس از طی مسافت کوتاهی دراثر نیروی جاذبه ترمز شده بسمت خورشید رجعت خواهد کرد که خود موجد موج شوك دیگری خواهد شد. این موج شوك حتی اگر یك انفجار هسته‌ای مجدد درخورشید رخ ندهد که انرژی تازه‌ای رها شود بروزخواهدکرد . البته شدت این موج شوك مثل قبلی نخواهد بود . اگررهائی شدید انرژی دراثرواکنش هسته‌ای مجددصورت نگیرد شدت نورساطعه دراثرموج شوك دوم کم‌وبیش درحدود دفعهٔ اول خواهد بود .

این نوسانات درجهش ماده وافزایش درخشندگی تازمانی که جرم خورشید تاحد قابل‌ملاحظه‌ای کم نشده وحرارت مرکزی تخفیف نیافته و واکنش‌های هسته‌ای قطع نشده‌اند ادامه خواهد داشت . دوران این نوسانات ازچند ساعت تا چندین هزارسال ممکن است طول بکشد .

بسیارخوب بعد چه می‌شود ؟ آیا این تب و تاب ستاره سرانجام آرام خواهدگرفت ؟ درحقیقت وقتی جرم خورشید بحدمعینی رسیدکه نسبتاً کم است آنوقت بصورت منظم به نبضان خواهد افتاد. درآسمان بسیاری ازاین ستارگان نبضانی را میشناسیم . آنها را ستارگان‌قیفاوسی (Cepheïde) می‌نامند . ریتم نبضان آنها بقدری منظم است که می‌توان با آن ساعت را میزان کرد .

احتمالا ستارگان قیفاوسی آخرین مرحله تحول سوپرنوواها هستند که هزاران سال پیش مرحله بحرانی را پشت‌سر گذارده‌اند .

آنچه گفته شد فعلا فرضیه‌ای بیش نیست . چنین‌حادثه‌ای احتمالا برای کمتر ستاره‌ای پیش می‌آید، واکثراً فقط یکبار اتفاق می‌افتد که

خرمن آتشی مرئی دریکی از کهکشانهای همسایهٔ ما زبانه می‌کشد و خاموش می‌شود .

طبیعتاً این سئوال پیش می‌آیدکه آیا خورشیدخود ما نیزروزی منفجر خواهد شد ؟ خورشید سرچشمهٔ لایزال انرژی است . پیوسته فلوهای نیرومند انرژی در طبقات عمیق آن زاده می‌شوند و به طبقات سطحی سرایت می‌کنند وهمین امواج انرژی است که بطور مستقیم و غیرمستقیم موجب بروز انفجار در جو خورشید می‌شوند .

اگر پدیده‌های طبیعی ازنوع انفجاری (مثل آتشفشانها) درزمین نادر اتفاق می‌افتد میتوان گفت در جو خورشید دائم و پیوسته صورت می‌گیرد ، تموجات زبانه‌های آتشین خورشید یك مثال بدیهی آنست .

مدت کوتاهی است (بیست تابیست‌وپنج‌سال) که‌حرکات‌زبانه‌های آتشین خورشید مفهوم علمی خود را بازیافته‌اند .

درروی سطح‌خورشید توده‌های عظیم گازمشتعل مثل ابرهائی‌که در جو زمین موجود می‌باشد درپروازند. این‌توده‌های‌عظیم‌را«زبانه‌های آرام » می‌نامند . سنگینی این توده‌های گاز با فشار تشعشعات نورانی کور کننده که از خورشید ساطع می‌شود خنثی می‌گردد . اما اگر از اعماق خورشید درست در زیر این « زبانه‌های آرام » گازی فوق‌العاده ملتهب فوران کند ، فشار نورانی افزایش می‌یابد ، تعادل بهم می‌خورد زبانه‌های آرام چون رشته‌های‌شعله به‌جلو جستن می‌کنند وبه‌زبانه‌های آتشین مبدل می‌شوند .

اما طبق شواهد دانش‌امروزپدیدهٔ مزبورخیلی‌مغلق‌تر ازاینست. قبل از روزگار ما عکسبرداری از زبانه‌های خورشید جز در لحظات

معدود کسوف ممکن نبود، اما اکنون با بکاربردن تمهیدات خاص در هرساعت روزمی‌توان‌اززبانه‌های‌خورشیدتوسط دوربین‌های فیلمبرداری عکس گرفت وفیلم تهیه کرد وروی صفحهٔ سینما یا تلویزیون حرکات آنرا تماشا نمود. این روش جدید موجب شده است تجدید نظرکلی دربارهٔ دانسته‌های خود پیرامون انفجارات عظیم خورشید بنمائیم.

مشاهده شده‌است‌که همیشه‌زبانه‌های خورشیدازسطح آن عمودی بر نمی‌خیزند ازطرفی ملاحظه گردیده زبانه‌های خورشید مثل شعله شمعی‌که از وزش باد می‌لرزد به جمیع جهات منعطف می‌شوند حتی گاهی‌زبانه‌آتشین سرخم‌کرده به سوی سطح خورشید می‌رود. هیدروژن کلسیم گازی وسایر عناصر که در ترکیب زبانه‌های خورشیدی شرکت دارند درمسیر خطوط نیروی حوزهٔ الکتریکی یا حوزهٔ مغناطیسی قرار می‌گیرند. در حال حاضر تردیدی نداریم که جاذبه خورشید وفشار انوار ساطعه ازآن ونیزحوزه‌های الکترومغناطیسی درساختمان زبانه‌ها مدخلیت تام‌دارند.

زبانه‌های آتشین فقط ده در صد زبانه‌های مرئی خورشید را تشکیل می‌دهند. زبانه کشیدن ناگهانی آنها که گاهی‌با سرعت هفتصد کیلومتر در ثانیه صورت می‌گیرد ماهیتی انفجاری دارد. برای نشان دادن شدت انفجارکافیست‌گفته شودکه‌گاهی ارتفاع زبانهٔ آتشین برابر قطر خورشید یعنی یك میلیون کیلومتر است.

قاعدتاًرشد یك زبانه‌آتشین نیمساعت طول‌می‌کشد بعد ازاینکه شعله به حداکثر رشد و نمو خود رسید زبانه به تودههای متفرق گاز

مبدل می‌شود که درائر جاذبه برروی خورشید سقوط می‌نمایند.

تدوین فرضیه‌ای کاملتر و دقیق‌تر درمورد این پدیدهٔ مغلق جو خورشید بعهدهٔ دانش ستاره‌شناسی آینده می‌باشد. این تنها معمائی نیست که دانش مزبور حل خواهد کرد. درسطح خورشید بثورات گوناگون دیگری هم ظاهر می‌شود که کمتر اززبانه‌ها معمائی نیستند آنهارا بثورات رنگی می‌نامند آنهارا از ورای شیشه مخصوص کـه فقط به‌انوار ساطعـه از هیدرژن در حرارت‌های بـالا اجازه عبور می‌دهد مـی توان براحتی ملاحظه کرد.

در ظاهر این بثورات آدمی را به یاد انفجار درسطح خورشید می‌اندازد ، مثلا گاهی دیده می‌شود از یك نقطه بسیار درخشان گازی منیزیم‌ازخورشید فوران می‌کندکه با سرعت سیصدکیلومتردر ثانیه در تمام جهات پخش می‌شود.

بثورات رنگی دیگری هم هست‌که بانفجار در زیر دریا شباهت دارند، در اینحال ابری در جو خورشید ظاهر می شود که تشعشی کور کننده دارد ، این‌ابربسرعت قطره روغنی‌که روی‌آب پخش شود بهرسو گسترده می‌گردد.

دوستاره‌شناس شوروی باسامی سورنی (Severny) وشاپوشنیکوا (Chapochnikova) مشاهده کرده‌اند یك چنین پدیده هنگام بروز لکه‌های خورشیدی یا هنگام امحاءِ این لکه‌ها بیشتر اتفاق می افتد . سورنی‌دردهم‌ماه‌مه ۱۹۵۰ یك چنان پدیده‌ای‌را درخورشید رصدکردکه ازآن گاز هیدروژن باسرعت چهارصدکیلومتر درثانیه درجمیع جهات پخش می‌شد.

هر فنومنی که درخورشیدپدید می‌آیدبطورمحسوس یانامحسوسی برروی زمین هم اثر می‌گذارد مثلا انفجار نیرومند بیست وسوم فوریه ۱۹۵۶موجب قطع کلیه ارتباطات رادیوئی درزمین‌شد واحتمالا فنومنهای خاصی‌ازقبیل‌ریزش‌سنگهای سماوی بدنبال آورد. هنگام بروز بثورات درخورشیدفلوی اشعهٔ‌کیهانی که بزمین می‌رسد افزایش می یابد. پدیدهٔ اخیر مؤید این نظریه‌است کـه بثورات خورشیدی مـاهیتی همانند واکنش‌های داخل هسته‌ای مثل انفجارات بمب های اتمی و هیدروژنی دارند.

جدیداً توسط تلسکوپ کوچکی کـه روی موشکی نصـب شده بود برای‌نخستین‌بار ازفاصله‌ای بس بعید اززمین‌ازسطح‌خورشید عکس برداری شده است.

تصویری‌که بدست آمده همانطور است‌که ازرصدخانه‌ای درماه ازخورشیدگرفته شده باشد. یعنی ارتعاشات جو زمین هیـچ اختلال در شکل حقیقی‌ایجاد نکرده است. درروی‌کلیشه مشاهده می‌شودکه سطح خورشید پوشیده از حبابهای انفجاری است ، اگر یکی ازکوچکترین این انفجارات روی زمین اتفاق بیفتد سیارهٔ ما بکلی معدوم خواهد شد. درسیل پلاسما که بدنبال هرانفجار که در خورشید پدید می‌آید جاری می‌شود سیارهٔ ما چون پرکاهی است‌که در گرداب افتاده باشد با وجود این ما هیچ نگران انفجارات خورشید خودمان نیستیم.

خورشید ما جزودستهٔ ستارگان‌آرام وپایداراست. این‌کره‌آسمانی نه حجم فوق‌العاده داردنه‌گرمی بسیار (درمقایسه‌بابعضی‌دیگرستارگان) خورشید ما همچنان میلیاردها سال سرچشمهٔ فیاض انرژی خواهد بود

ودرطی میلیاردها سال آینده نه انفجاری فاجعه انگیز در آن رخ خواهد داد نه خاموش خواهد شد. این مدت برای اینکه آدمی درراه تمدن قدمهای استوارغول آسائی بردارد کافیست.

درچندین هزارسال آینده آدمی نه تنها ارباب زمین است، نه تنها منظومهٔ شمسی را مسخر کرده بلکه کهکشانها را خواهد گشود و برای سکونت خود درصورت لزوم نه یك، نه صد بلکه هزاران سیارهٔ مناسب درمنظومه‌های خورشیدی خواهد یافت.

ابرهای کیهانی

درشبهای تاریك زمستان درصورت فلکی جبار (Orion) می‌توان لکهٔ سفید کوچکی مشاهده کرد که درخشش ناچیزی دارد ، این سحابی جبار است. سحابی که باچشم غیرمسلح هم دیده می‌شود یکی ازغرایب سازمانهای کیهانی است . توده ابر رقیق و مشتبی پلاسماست که ده سال نوری قطر دارد . اتمهای این تودهٔ گاز نورستارگان نزدیك را جذب کرده وآنگاه این انرژی جذب شده رابصورت «نورسرد» واپس می‌دهند، لذا اتمهای این گاز دارای خاصیت لومینوسانس هستند.

ساختمان سحابی جبار را منجمین بسیاری مطالعه کرده‌اند ، مطالعات جدید یکی از اعضای فرهنگستان علوم اتحاد شوروی بنام ـ فسنکوف (Fessenkov) در آلما ـ آتا (Alma_Ata) بخصوص در این زمینه فوق‌العاده جالب است.

قبل از هر چیز پیچیدگی ساختمان آن آدمی را به حیرت می‌افکند. فوران رشته‌های مجزای گازکه همچون مار بدورخود می‌پیچند نشانهٔ وجود پاره‌ای حرکات گردباد مانند در کلیهٔ توده گازی شکل مزبوراست.

سحابی جبار بسیار دوراز ماست ، فاصله‌ایکه آنرا از زمین جدا می‌کند برابر پانصد سال نوری است. بهمین دلیل حرکات موجود در فورانهای گاز مستقیماً مشهود نیستند. تنها پس‌از دهها وصدها هزارسال می‌توان تغییرات شکل یك فوران عظیم گازی درجبار رااز روی زمین ملاحظه کرد ، برای چنان مسافتی چنین زمانی لازم است تا تغییرات قابل رویت‌باشند.

اما آیا ممکن است این کلاف غول‌پیکرگاز امروزه آرام‌گرفته باشد ؟ خیرممکن نیست چه فاقهای طیف نورانی این سحابی چنانکه فسنکوف مطالعه کرده نسبت به وضع طبیعی اندکی انحراف دارند ؛ این بهترین دلیل حرکت توده گازی شکل مزبور است . مطالعه در پاره‌ای ازرشته‌های این‌کلاف‌گاز نشان می‌دهدکه باسرعت هفت‌کیلومتر درثانیه درحرکت‌اند.

یك چنین حرکاتی بایستی درپاره‌ای ازسحابی‌های مشابه سحابی جبارموجودباشد چه‌نیروئی‌برانگیزندهٔحرکت‌درتودههای‌گازوپلاسمای موجود درکیهان است.

قبلاگفته‌ایم که نیروی جاذبهٔ خورشیدهای نزدیك بآن ونیزاثر حوزهٔ جاذبهٔ عمومی کهکشان‌ازعوامل اصلی هستند. فشارگاز نیز بنفسه نقش مهمی ایفا می‌کند . حوزهٔ الکترو مغناطیسی نیز اهمیت بسزائی

دارد. درنتیجه ذرات ابرهای گازی شکل کیهانی ماهیتی پلاسمائی دارند بنابراین حاوی بارالکتریکی می‌باشند. هرذره بنوبه خود دراثرحرکت حوزه الکترو مغناطیسی خاص می‌سازد کـه روی خود و ذرات مجاور اثر دارد.

تحقیقات گروهی ازدانشمندان مخصوصاً . شائین (G. Chaïne) عضو فرهنگستان علوم اتحاد شوروی که طی سالهای اخیرصورت گرفته بطور تردیدناپذیری ثابت می‌کند که ساختمان سحابی‌های گازی غالباً دراثر نیروی الکترومغناطیسی سازمان می‌یابد. با توجه به بسیاری از شواهد علمی می‌توان تصورکردکـه ساختمان مارپیچی کهکشان (در مقیاس کیهانی) یکی ازتظاهرات حوزهٔ الکترومغناطیسی‌است. بالاخره ممکن است در بسیاری موارد نیروی حاصله از فشار نور کـه از تابش خورشیدهای نزدیك بوجود می‌آید نقش بزرگی درحرکت سحابی‌های گازی داشته باشد.

نیروهائی که دراثرحرکت گردبادی سحابی‌های قابل رویت بوجود می‌آیند روی محیط گاز بسیاررقیق پراکنده دربین ستارگان کهکشان ونیز پلاسمای موجود درآنجا اثرمی‌گذارند.

موجودیت گازرقیق بین‌ستارگان درسال ۱۹۰۴ هنگامیکه درطیف اسپکترسکپی ستاره‌دوقلوی معروف به‌ستارهٔ دلتای صورت‌فلکی جبار وجود بخارکلسیم کشف‌شدبه‌اثبات رسید. اوایل تصورشدکه‌فضای بین‌ستارگان از گاز بسیار رقیق کلسیم انباشته شده است که بحال یونیزه می‌باشد. بعدها دراین محیط گسترده اتمهای عناصر دیگر مثل سدیم ، تیتان ، آهن و حتی مختصری سیانوژن وهیدروکربورهای مختلف پیدا شد.

تراکم محیط گازی بین ستارگان بطور خارق العاده‌ای کم است یعنی درهرسانتیمترمکعب 10^{-24} گرم ماده موجود است. معنی این‌رقم اینست که در هر سانتیمتر مکعب فضای بین ستارگان فقط یك اتم گاز موجود است، بمفهوم دیگر گازبین ستارگان میلیون درمیلیون بار رقیق‌تر ازهوای موجود دریك آپارتمان است.

با وجود این گاز بین ستارگان تراکم یکنواختی ندارد، حتی در یك سازمان متشکل گازی درگوشه‌ای ازفضا تراکم‌های متفاوت، رقت‌های‌کم وبیش وگردبادهای رشته‌های بلندگاز وجود دارد که گاهی دراثر رقیق بودن فوق‌العاده قابل مطالعه نمی‌باشند. یقین است‌که این سازمانهای مستقل هر یك گردش معین بدور خود دارند ولی همهٔ این سازمان‌ها همراه منظومهٔ شمسی ما به دور مرکز کهکشان نیز در گردش‌اند.

امروزه بروشنی منشأ گازهای بین ستاره‌ای و توده‌های سحابی را نمی‌دانیم ولی طبق تحقیقات ورنتسوف ـ ولیامینوف (Vorontsov ـ Veliaminov) احتمالا گازهای متصاعده از خود خورشیدها منبع آن می‌باشند.غیرازستارگان‌نوع نووا (Novae) و سوپرنووا (Supernovae) خورشیدهای دیگری هم می‌شناسیم که پیوسته مقادیر معتنابهی‌گاز به فضا می‌ریزند، این نکته ناشناخته نیست که دراثر پاره‌ای شرایط همین توده‌های گاز مولد ستارگان جدیدی می‌شوند.

در تأیید چنین نظریه‌ای می توان از اکتشافات فسنکوف کمك گرفت که ثابت کرده‌است درمیان رشته‌های توده‌گازهای کیهانی اکثراً یك سلسله خورشید زنجیروار قرارگرفته‌اند.

باین ترتیب مشاهده می‌شود پلاسما گاهی در عالم اثر انهدامی خارج از حد اندیشه دارد و زمانی موجد وخالق عوالم ستاره‌ای‌است .

اما دانشمندان هنوز جز حرکت نسبتاً آرام پلاسما که بصورت جهش خارج می‌شودمشاهده نکرده‌اند. درسالهای‌اخیرشواهدی ازانفجار درتودههای پلاسمای‌کیهانی بدست آمده‌که انفجاریك ستاره سوپرنووا در برابر آن مثل شعلهٔ کبریتی در برابر یك گلوله خورشید آتشین است.

نگاهی به‌تصویریکی‌ازکهکشانهای‌صورت فلکی Vièrge بیندازیم، این کهکشان درکاتالوگ ستاره‌شناسی بشماره DS۴۴۸۶ ثبت‌شده‌است. در این تصویر وضعی غیرعادی به چشم میخورد ، کهکشان مزبور دمی بسیار عظیم دارد که نقطه به نقطه تراکم ماده در آن کم و زیاد است . اندازه‌گیری سرعت حرکت این جهش مادی نشان می‌دهد که با سرعت سیصدکیلومتر درثانیه ازمرکز دور می‌شود .

جهش مادی مزبور درکهکشان DS۴۴۸۶ درسال ۱۹۱۸کشف شد اما مدت زیادی نیست که پی برده‌اند این توده مادی سرچشمه امواج رادیوالکتریك عظیمی می‌باشد .

منشأ این پدیده‌های غریب چیست ؟

تجزیه طیفی نوراین کهکشان ثابت می‌کند که جنس این توده پلاسما است . بنظر میرسد دم بسیار بسیار حجیم و طویل آن فوران گاز پلاسما از مرکز کهکشان باشد . در این فواران بی‌نهایت سترگ الکترونها ممکن‌است سرعتی نزدیك به سرعت نور پیدا کنند و بهمین دلیل می‌تواند منبع تشعشعات رادیوالکتریك نیرومند

باشد .

بنظر میرسد این پدیده ماحصل انفجاری مافوق نیرومند باشد و انرژی حاصله از آن می‌تواند دهها میلیون‌بار از انفجار یك ستاره سوپرنووا بیشتر باشد . لهذا نیرومندترین انفجاری است که در عالم شناخته شده. البته هنوز تدوین فرضیهٔ جامعی دراین‌زمینه آسان نیست.

فقط تصادم ماده وضدماده قادر به‌ایجاد یك‌چنین انرژی بی‌کرانی است . بنابراین بایستی توده ابرعظیمی ازضدماده به‌قلب کهکشان‌مزبور نفوذ کرده باشد تا یك‌چنین پدیده حاصل گردد .

اما این همهٔ مطلب نیست چه فوران ماده در کهکشانها پدیدهٔ نادری نیست . خیلی جدیداً عضو فرهنگستان علوم اتحاد شوروی آمبارسومیان (V. Ambarsoumian) اثبات‌کرده است‌که درکهکشانهای بسیاردور انفجاراتی رخ میدهد وفورانی ازماده خارج می‌گرددکه‌فوران وانفجار صورت فلکی Viêrge دربرابر آن حادثهٔ کوچکی است .

آیا نظیر چنین جهش غیر قرینهٔ ماده را در نقطه دیگری هم می‌توان دید .

قبلا اشاره‌کردیم‌که حرکت ماده درسحابی‌ها منحصراً تحت‌تأثیر نیروی جاذبه صورت نمی‌گیرد . نیروی حوزه‌های دیگر مثل حوزه الکترومغناطیسی درآن مدخلیت دارند . نیروی جاذبه به‌نسبت مربع فاصله‌کاهش می‌یابد (فاصله به‌قوهٔدو) . درمحیطی که هادی خوبی‌نیست یعنی درفضای‌کیهانی حوزهٔ‌الکتریکی وجود ندارد ولی‌حوزهٔ مغناطیسی قویاً موجود است . چون حوزه مغناطیسی تقارن محوری دارد کاهش آن به‌نسبت فاصله خیلی کمتراز نیروی جاذبه است بهمین‌دلیل نیروی

حوزه مغناطیسی سحابی‌های دوردست درروی زمین بیش‌ازنیروی‌جاذبه آنها قابل درك است .

بنابراین بنظر میرسد آنچه اسباب چنان فورانهای عظیم مادی است نفس انفجار مافوق نیرومند نیست بلکه اعمال اثرآهسته وپیوسته حوزهٔ مغناطیسی است که توده‌های پلاسمائی بیکران را در پهنه فضا میگستراند.

آینده پاسخ صحیح مارا خواهد داد .

بهرحال مطالعهٔ جالب ودل‌انگیز این پدیده‌ها نه‌تنها موضوع‌کار جدی فیزیك نجومی‌است بلکه‌موضوع مطالعهٔ دینامیك‌گازهای درحال انفجار نیز می‌باشد .

سرعت «مادهٔ» انفجاری

کلمهٔ انفجاربمفهوم‌فیزیکی عبارت‌است ازتبدیل ناگهانی‌یك‌شکل انرژی به‌شکل دیگرآن . مثلا درانفجار تری‌نیترو تولوئن (T.N.T) تبدیل‌انرژی‌شیمیائی بحرارتی ودرهبوط صاعقه‌تبدیل انرژی‌الکتریکی به‌انرژی حرارتی صورت می‌گیرد . در هرانفجار تغییر صورت انرژی بطور ناگهان وپنهانی اتفاق می‌افتد ومقداری پلاسما حاصل می‌گرددکه به‌اطراف میپراکند .

یك‌نوع انفجار دیگری نیز می‌شناسیم که از دینامیسم بیشتری برخورداراست؛ طی این‌انفجارانرژی حرکتی (انرژی‌سینتیك) ناگهان به‌انرژی حرارتی بدل‌می‌شود .

در میادین تیراندازی کمی دورتر از تیرک‌های چوبی که هدفها را برآنها نصب کرده‌اند حصاری فولادین قرار میدهند که گلوله‌ها را متوقف نماید.

یکی ازفشنگ‌ها را که به‌صفحهٔ فولادی اصابت کرده و به‌زمین افتاده است بردارید؛ اما مواظب باشید دستتان نسوزد. آنچه پوکه را داغ‌کرده شعلهٔ باروت موجود درآن نیست بلکه اصابت وتوقف‌ناگهانی آن توسط صفحهٔ فولادی است. انرژی حرکتی مبدل به‌انرژی‌حرارتی شده است. گلوله‌های ضدتانک که سرعت نسبتاً زیادی دارند هنگام برخورد با صفحهٔ پولادین تا حدودی آنرا ذوب کرده وبخشی از جرم آنرا بخارمی‌کنند. با یك محاسبهٔ ساده می‌توان دریافت که اگرجسمی که با سرعت چهاریاپنج‌کیلومتر درثانیه درحرکت است ناگهان‌به‌مانعی برخورد کند همانند ماده‌ای انفجاری خواهد ترکید.

موشکها و اقمار مصنوعی که به فضا پرتاب می‌شوند با سرعت سی تا چهل کیلومتر درثانیه درحرکت‌اند سنگهای سماوی هم باهمین سرعت پیش میتازند. حال اگر برخوردی بین یك سفینه ویك سنگ آسمانی رخ دهد انفجاری مهیب‌تر ازانفجار اتمی اتفاق خواهد افتاد.

از میلیاردها سال پیش کجاوه‌ای عظیم در مدار خود در حرکت است وهمیشه درمعرض‌گلوله‌های سنگی آتشبارفضاست؛ آثارزخم‌های بیشماری ازاین تیرباران پیوسته برپیکر دارد؛ این کجاوه چیزی جز سیارهٔ مازمین نیست.

بزرگترین حفرهٔ شناخته‌شده برسطح زمین‌دراثرسقوط سنگهای آسمانی حفرهٔ عظیمی است در لابرادور (Labrador) بقطرسه‌هزارمتر،

دومین حفر در ایالت آریزونای ایـالات متحده قرار دارد که قطرش یکهزارودویست‌متراست ، عمق این حفره یکصدوهفتادوپنج‌متر است . ازاین دوائر شگرف‌که بگذریم درسرتاسرگیتی حفرات‌کوچك وبزرگی یافت می‌شود که دراثر هبوط اجرام سماوی پدید آمده‌اند .

زمانیکه جسم سخت سنگ آسمانی با پوستهٔ جامد زمین‌مواجه می‌شود همچون موج شوکـی که به‌مانع برخورد کند از آن می‌گذرد چنانکه گوئی موج شوك درخود مانع ایجاد شده بوده‌است. اگرسرعت تصادم بمرز معینی برسد فشار درجبههٔ موج شوك بحدی بالا میرود که اتمها ومولکولهای شبکه بلورین جسم جامد بیکدیگرنزدیك میشوند وهمدیگر را جلو میرانند در نتیجه وقتی موج شوك عبور کرد دیگر آنچه بر سرراه در نوردیده جامد نیست چه تمام تعادل و ارتباط اتمها درشبکه بلورین جسم جامد بهم خورده و روابط حاکم گسیخته است ، دراینجاست که جسم جامد بحال بخار درمی‌آید .

گازیکه باین‌ترتیب حاصل میآید وبشدت تحت فشاراست (زیرا دراصل جسم جامدی بوده لذابایستی مقدارمعتنابهی گاز ایجاد شود) در محیط یا محفظه کوچکی که پدیدار گردیده شروع به‌واتنش مینماید بنابراین انفجاری مهیب بروز می‌کند .

کلیهٔسنگهای سماوی بااین مکانیسم درزیرزمین منفجرمیشوند.

در روز سی‌ام ژوئن سال ۱۹۰۸ در بالای تایگا درسیبری گلوله آتشی ملاحظه شدکه ازجنوب به‌شمال شعله میکشید. این‌گلوله‌آتشین درکناررودخانه پودکامانیاتونگوسکا(Padkamennia Toungouska) فرود

آمد ، انفجاری ایجاد کرد که تاریخ سیارهٔ ما نظیر آنرا کمتر بخاطر دارد .

موج زمین لرزه تمام کره زمین را فراگرفت . صدای انفجار تا هزار کیلومتری شنیده شد .

بدبختانه درروسیهٔ تزاری امکان مطالعهٔ علمی چنین حادثهٔ خارق العاده موجود نبود ، بعدازانقلاب اکتبر کولیك (Koulik) دررأس هیئتی عازم وانوار (Vanovar) شد تا موضوع را از نزدیك بررسی کند. پس ازطی مسافت بسیار ونزدیك شدن به‌حدود مرکز انفجار صحنهٔ غیرمنتظره‌ای دربرابرچشمانش ظاهرگشت . او حفرهٔ چلیك مانند عظیمی مثل آنچه در آریزونا وجود دارد مشاهده نکرد بلکه جنگلی از درختان خشك دید که هنوزبرسرپا بودند؛ درختانی که‌کلیهٔ شاخه‌های آنهادراثرانفجار قطع شده و فروریخته بود اما تنه‌های آنها همچون تیرکهای چوبی تلگراف برسرپا بودند . براین تیرك‌های خشك آثارسوختگی ناگهانی مثل داغ برق‌گرفتگی به‌چشم میخورد .

کولیك چندین‌بار منطقه تونگوسکا را بدقت جستجو کرد ولی کوچکترین قطعه‌ای هم ازسنگهای آسمانی نیافت .

جنگ‌دوم‌جهانی ادامه این پژوهش‌علمی را متوقف‌کرد . مجدداً درسال۱۹۵۸هیئتی بسرپرستی‌دانشمندجوان‌فلورانسکی (K. Florenski) تحقیق درمنطقه مزبور را از سرگرفت . پس‌ازاینکه هیئت اعزامی از روی‌نقشه دقیق ومنطقه‌بندی روی‌کارت مطالعهٔ بسیاردقیق را ازنوشروع کرد وکلیهٔ احتمالات را درنظرگرفت باین نتیجه رسید که انفجار نه‌در روی زمین بلکه درهوا نزدیك سطح زمین صورت گرفته است .

چگونه چنین چیزی ممکن است ؟ چرا یك سنگ آسمانی که چون خمپاره‌بسوی زمین میآید درهوا منفجرمی‌شود؟ یقیناً درون آن دینامیت موجود نبوده آیا از طبیعت این سنگ آسمانی هیچ‌چیز نمیدانیم.

قبل از پاسخ دادن باین سئوال مسئله سقوط یك سنگ آسمانی درکوههای سیخوته ـ آلین (Sikhotè ـ Aline) درتایگا درشرق دور کشور شوروی درسال ۱۹٤۷ که دقیقاً مطالعه شده است در اینجا طرح می‌شود .

سنگ آسمانی مزبور که درسیخوته ـ آلین فروافتاد منحصراً ازآهن‌تشکیل شده است. این سنگ درگردش خود بدورخورشیدتوسط زمین جذب شده وبا سرعت دوازده‌کیلومتر در ثانیه به‌جو زمین داخل شد . البته قسمت اعظم سرعت خود را در جو از دست داد . در ارتفاع دوازده تا چهارده‌کیلومتری سطح زمین‌که تراکم هوا بین دولایه ازجو که‌استراتوسفر(Stratosphère) وتروپوسفر(Troposphère) نامیده‌میشوند شدیداً افزایش مییابد ودرهمین نقطه سرعت سنگ مزبور ناگهان ترمز شد و در اثر موج شوك حاصله سنگ مزبور به چندین قطعه بزرك و هزاران تکه کوچك منقسم گردید .

مطالعهٔ سنگهای آسمانی که به‌زمین افتاده‌اند نشان میدهد که همه آنها قابلیت ذوب‌شدن دارند. ازطرف دیگرگردش سنگهای مزبور بدور خود موجب میشود درجو قطعه قطعه شوند . قطعات بسوی زمین سرازیر می‌گردند بسته باینکه نوك تیز یا طرف پهن آنها روبه زمین باشد موج شوکی مستقیم یا مایل ایجاد خواهند کرد که بنفسه درشدت

این امواج شوك مؤثراست.

خردشدن سنگ آسمانی درجو چنان شدید است که هرقطعه در مسیردیگروباسرعت خاصی بسوی زمین‌میآید وخلاصه دردهها کیلومتر مربع پخش می‌شود .

تکه‌های بزرگ درطبقات زیرین جو خیلی ترمزنمیشوند لذا با سرعت چندکیلومتر درثانیه سقوط خواهند کرد . اما قطعات کوچکتر سرعت خودرا تاحدی از دست داده با سرعت چندصدمتر درثانیه هبوط می‌نمایند .

قطعات بزرگ بمحض برخورد با زمین منفجر گشته و حفره‌ای بقطر چند ده‌متر بشکل چلیك میسازند ، قطعات متوسط کمی درخاك فرومیروند . تکه‌های کوچکتر روی خاك پخش می‌شوند .

بسیاری از سنگهای آسمانی هنگام هبوط منفجر میشوند ولی سرعت‌همه آنهابرای اینکه کاملامبدل به‌بخارشوندکافی نیست‌بهمین‌دلیل در حفرات حاصله از سقوط سنگها مقداری از مادهٔ همان سنگ ودر اطراف آن قطعات نسبتاً درشتی موجود است . اما هرگز درون حفرات چلیکی‌شکل بزرگ قطعات‌بزرگ‌سنگ‌آسمانی‌یافت نمیشودچه‌قطعات مورد نظر منفجر شده‌اند.

برعکس درحفرات کوچك قطعات نسبتاً درشتر یافت می‌شود .

اکنون به داستان حقیقی سنگ آسمانی پودکامانیا ـ تونگوسکا بازگردیم . ممکن‌است مثل سنگ‌آسمانی سیخوته ـ آلین‌قبل‌ازرسیدن به زمین منفجر شده باشد و این موقعی ممکن بوده که سرعتی برابر چهل کیلومتر درثانیه پیش از ورود به‌جو داشته باشد . این نیز ممکن

است که سنگهای آسمانی تونگوسکا و سیخوته ـ آلین قبل‌ازورود به جو زمین تودهٔ مادی درهم فشرده‌ای بوده باشند ودر نزدیکی زمین در اثرمقاومت هواوگرمای‌زیادبه‌گردنرمی بدل‌شده‌باشند امواج‌بالیستیکی که حاصل میشده ناگهان از بین نرفته‌اند محاسبه نشـان میدهد که موج شوك بایستی بدنبال آن درحرکت باشد. قسمتی ازموج شوك که به زمین میرسد انرژی خود را به طبقات سطحی قشر خاك می‌بخشد و شاخه‌های درختان را فرومیریزد، باین‌ترتیب ازجنگلی‌انبوه‌تیرزاری وسیع میسازد.

شارژدینامیك‌کلی سطح‌زمین‌چنان وسیع است‌که موج‌زمین‌لرزه درایستگاههای مختلف زلزله‌نگاری ثبت میشود. موج شوکی‌که‌بسوی بالا درهوا پیش میرود درتمام جهات‌مبدل‌به‌امواج صوتی‌مهیب‌میگردد؛ این موج صوتی نیز کرهٔ زمین را دورمیزند ودربسیاری از پایگاههای مخصوص مطالعهٔ سنگهـای آسمانی مورد بررسی قرار مـی‌گیرد و باروگراف‌های (فشارنگارBarographe) متعدد آنرانشان میدهند.

فقط بررسی عمیق ودقیق منظرهٔ تونگوسکا پرده ازروی‌حقیقت برخواهد گرفت.

انفجارها کار انجام می‌دهند

انفجار! این‌کلمه روزهای غم‌انگیز واندوه بار جنگ را بخاطر می‌آورد. علی‌الخصوص صفیر جهنمی گلوله ها و صوت انکر ترکیدن مین‌ها وانفجار بمب‌ها. باوجود این‌همانقدرانفجار برای مطالعات علمی

نیزصورت گرفته است.

انفجار یکی ازطرق اصلی استخراج معادن است. درراهروهای باریك هر معدن کارگران با کمك مته سوراخهای باریك و عمیقی بر دیوارهها ایجاد می‌کنند ، این سوراخها را از ماده انفجاری انباشته می‌کنند. قدرت‌ونیروی فوق‌العاده انفجار سنگهارا قطعه قطعه می‌کند. درچند لحظه بجای یك تکه سنگ گران توده‌ای خرده سنگ وشن‌ـ ریزه می‌توان یافت که چون تلی انباشته شده ومی‌توان با چهار چرخه آنرا بـه خارج معدن منتقل کـرد . برای استخراج یکصد تـن ذغال فقط صدگرم ماده انفجاری مصرف خواهد شد.

انفجار بماکمك می‌کند تا راههائی مستقیم چون فلش در باتلاق وکوه احداث نمائیم . درست همینجاهاست‌که نقش سازندهٔ انفجارظاهر می‌گردد . ابتدا توسط انفجار سطح پوشیـده از گیـاه باتلاق کوبیده و هموار می‌شود آنگاه جاده ازآنجا عبور می‌کند. اما هرچه خاك‌دستی بیشتر ریخته شود بیشتر دراعماق باتلاق فرو می‌رود زیرا در اثر وزن خود تدریجاًموادنیمه مایع رااازسرراه خودکنارمی‌زند. در موقعیت‌های مناسب سازندگان‌جاده باایجاد انفجارجدیدپیشرفت‌کاررا تسهیل‌خواهند کرد انفجارمزبورتودهٔ آبکی زیرخاك دستی را پس‌خواهد زد وموجب خواهدشد خاك به‌کف باتلاق برسد.

انفجار در دل کوههای گرانتینی وبازالتی تونلها حفر می‌کند .

انفجار میلیونها تن مواد نفتی را از دل خـاك بیرون می‌کشد و این طلای سیاه را روی خاك جاری می‌سازد. دراین مورد اژدری حامل مقداری ماده منفجرشونده به‌ته چاه شلیك می‌شود اژدر درسطح جامد آبستن نفت منفجر می‌شود ، در اثر قدرت انفجار اژدر سنگهای کف

چاه را ذوب می‌نماید ودر آن رخنه‌هائی ایجاد می‌کند. ازخلال شکافها وسوراخها نفت به چاه سرازیر می‌شود؛ اکنون چاهی بارور داریم . از همین راه می‌توان جنگلی از دکلهای برافراشته برفرازچاههای متعدد نفت بوجود آورد . در روش حفرچاه با کمك انفجارهای پی درپی راه عملی اینست که پس‌ازهرشلیك‌که گلوله فقط پس‌ازبرخورد بسطح سنگی عمق‌چاه میترکد ازطریق‌مکش خرده‌سنگها ومواد‌نفتی به‌بیرون ریخته شود وباین‌ترتیب بعدازهرشلیك مقداری چاه عمیق‌ترمیشود .

باید یادآوری کرد شلیك به‌ته‌چاه موقعی مفید است که حفاری به لایهٔ سنگی غیرقابل عبوری برسد .

انفجار اسداد یخچالی را نیز درهم می‌شکند، گاهی‌این‌توده‌های یخ در فصل بهار مضرات عدیده‌ای دارد و نیز گاهی مدخل و مخرج آبروها را منسدد می‌نماید .

انفجاردرکشف معادن ذغال‌تورب نیز بیاوری‌مامیشتابد وکمك‌های شایانی می‌کند . جدیداً درضرابخانه‌ها هم برای ضرب سکه از انفجار یاری میجویند وازاین‌طریق می‌توان سکه‌های فلزی‌ای‌درست‌کرد که دقیقاً همقدر و هم‌وزن باشند .

سابقاً تصورمیشد طوفان‌گردبادگونهٔ حاصل‌ازانفجاربرسطح‌زمین قابل کنترل وهدایت درمسیرمشخصی نمی‌باشد . دانشمندان ومهندسین این اندیشه را ردکرده‌اند . این‌حقیقت‌کشف شده است‌که کابوس‌فوران گازهای مشتعل و سنگریزه‌های پرتاب شده درائر انفجار تابع قوانین خاصی هستندوبادانستن این‌قوانین‌می‌توان‌آنهاراکنترل‌ودرمسیرمعینی هدایت‌کرد . مهندسین موفق به‌ایجادانفجارات هدایت‌شده‌ای‌گردیده‌اند

که سنگ وخاك‌کنده شده دراثر آن درنقطه معینی فرود آید .

این‌کار باروش‌ساده زیرصورت می‌گیرد : ابتدا بایك‌انفجارمقدار معینی از قشر جامد زمین کنده می‌شود ، انفجار دومی یك تا سه ثانیه بعد از اولی صورت می‌گیرد و مثل ضربه‌ایکه به قشر کنده شده وارد می‌شود آنرا بسمت ونقطه تعیین شده ازپیش پرتاب می‌کند .

اولین انفجار هدایت شده بیست‌وپنج‌سال پیش (از تاریخ تألیف کتاب) صورت‌گرفت ازسال ۱۹۳۷ ببعد این انفجارات درلاروبی کانالها وباتلاقها ونیز درتنسیق وموارد بسیاردیگری بخدمت خلق درآمد .

نیرومندترین انفجار ازاین رده دراتحاد شوروی دریکصدوشصت کیلومتری کراسنوی ازسك (Krasnoïarsk) جهت کشف معدن نفت انجام گرفت . جهت اجرای طرح مزبورچهارانفجار پی‌درپی بوزن‌کلی ۱۸۶۰ تن صورت گرفت و باین‌ترتیب سیصدونودویك‌هزار متر مکعب سنگ وخاك جابجا شد وحفره‌ای بعمق بیست‌متر ، طول چهارصدمتر، وعرض هشتادوپنج تا یکصدوبیست‌وپنج متر بوجود آمد .

بوسیلهٔ انفجارهدایت شده می‌توان‌سدی درروی زمین ایجادکرد. برای این منظورمواد انفجاری را طوری مستقرمی‌نمایندکه توده‌خاك جابجا شده ازارتفاع زیاد به‌بستر رودخانه فروریزد ، این نحوه ریزش خاك از بالا موجب می‌شود تودهٔ متراکمی بوجود آید . احداث چنین سدی نیازمند بمقدمات وسیع ومفصلی نیست .

درسال ۱۹۳۸ باانفجاری هدایت شده برسرراه رودخانهٔ آنگرن (Angren) در ازبکستان مزارع وسیعی آبیاری شد ، باغها و تاکستانهای مفصل بوجودآمد وپنبه‌زارهای بزرگ به‌حاصل‌نشست،بوسیله‌انفجارات

هدایت شده مهندسین در طی چند ساعت قادرند برسرراه رود زنجیر گسیخته‌ایکه به‌هرز میرود مانعی به ارتفاع چهل‌متر احداث نمایند و باین‌طریق آب رودخانه را در مسیری دلخواه بگردانند و به مزارع برسانند تاگیاهان لب‌تشنه شاداب شوند. بادوازده‌انفجارپی‌درپی میتوان پنجاه‌تن سنگ وخاك را جابجا کرد.

اما بدون تردید حیرت‌انگیزترین امر در زمینه تکنیك انفجار پدیدهٔ «تجمع اثر» (Cumulation) است.

در اواخر قرن نوزدهم مانرو (Munroe) کلیشه‌سازآمریکائی ازطریق تجربی به کشف جالبی نایل آمد. نامبرده موفق شد با ایجاد انفجـار نقش برجستهٔ تصویری را بصورت کنده‌کاری روی صفحهٔ فلزی دیگری بدست آورد یعنی با نیروی حاصل از انفجار یك صفحهٔ فلزی را روی صفحهٔ نقش برجسته پرس‌کرد. روزی مانرو متوجه شدکه‌هرگاه بر صفحهٔ فلزی تصاویری حك‌کند روی صفحه را بامادهٔ منفجر شونده بپوشاند وصفحهٔ فلزی ساده‌ای که هیچ‌تصویر برآن نیست به‌روی ماده منفجره بچسباند بطوریکه ماده منفجره بین‌صفحهٔ حاوی‌نقوش‌حکاکی وصفحهٔ صاف محبوس باشد وانفجار ایجاد کند عین تصاویرحکاکی شده برصفحهٔ اولی بصورت حك شده روی صفحهٔ صاف ظاهر می‌شود.

این پدیده دربادی‌امر بهیچوجه قابل توجیح نبود؛ علی‌الخصوص درنقاطی ازصفحه که مقدار ماده انفجاری کمتروازصفحهٔ فلزی زیرین فاصله‌دارتر بود شوك حاصل ازانفجار (شوك گاز حاصله) بطور وضوح بیشتربود. مانرو تفسیر علمی وکیفیت اکتشاف خودرا درنیافت.

اما این چیزی جزپدیدهٔ «تجمع اثر» نیست:

یك لیوان را ازآب پر کنید ویك قطره آب دیگر ازبالا برسطح آرام آن بچکانید. درمحل افتادن قطره ابتدا حفره کوچکی درست میشود سپس آب از همه‌طرف برای پر کردن چاله‌هجوم میآورد ویك قطره‌ریز آب ازآن نقطه ببالا میپرد . این ساده‌ترین مثال پدیدهٔ «تجمع اثر» است

دانستن چگونگی این تجربه آسانست. رشته‌های آبی که ازجمیع جهات به‌طرف حفرهٔ کوچك روکرده‌اند دریك نقطه تلاقی می‌نمایند ، انرژی حرکتی رشته‌های متوجه‌به‌مرکز آب مولد چکهٔ ریزی است که به بیرون می‌پرد .

اکنون تصورکنید که حفره‌ای در قطعه‌ایکه منفجر خواهد شد ایجاد می‌شود . گازهای حاصله از ماده سوختنی از جمیع دیوارههای حفره مزبور به‌طرف مرکز هجوم برده با هم تلاقی مینمایند . ازهمین نقطه تلاقی یك رشته گاز با سرعتی بسیار بیش‌از سرعت رشته‌هائی که مولدآنست فوران می‌کند. این رشته باریك گاز قادراست بهمان‌سادگی که از دیوار آجری می‌گذرد از زره فولادین یك عرابه جنگی نفوذ کند . بنابراین سرعت رشته گاز مزبور حتی درهمین مورد ساده هشت تا نه کیلومتر در ثانیه است و فشاری معادل نیم میلیون اتمسفر ایجاد می‌کند .

با همهٔ این با روشی بسیارساده می‌توان نیرو و فشارتجمعی این فوران گاز را افزود ، برای این منظور بایستی سطح حفره را از ورقهٔ فلزی نازکی پوشانید. برای اینکه بدانیم چه‌خواهد گذشت بهتراست موضوع انفجار را موقتاً کنار بگذاریم ودست به‌تجربهٔ سادهٔ زیر بزنیم:

دورشته آب را که درحال فوران میباشند با زوایای مختلف در

تلاقی هم قراردهیم . ملاحظه می‌شود که پس‌ازتلاقی دورشته‌آب مزبور باز دورشته ایجاد می‌شوند . یکی که جرم بیشتری دارد درامتداد سطح تقارن جهش‌های ابتدائی آب پیش میرود درحالیکه دیگری که جرم کمتری دارد در جهت مخالف اولی پیش میـرود . سرعت هردو برابر مجموع سرعت دوفوران اولیه است . اکنون دوفوران‌آب را بازاویه‌کم باهم مواجه مینمائیم. نقطه برخورد دورشته فوراً به‌سمت منشأ فورانها پس میرود بهمین دلیل به‌سرعت جریان رشتهٔ باریکتر که حاصل‌میشود سرعت محل تلاقی دورشته اولیه هم‌اضافه می‌شود امابهرحال‌این‌سرعت کمتراز سرعت رشته حجیم‌تر است .

در پدیدهٔ «تجمع اثر» هم چیزی شبیه همین که گفته شد اتفاق می‌افتد دراثرصدها وهزاران اتمسفرفشارحاصل‌ازانفجارذرات قطعه‌قطعه شدهٔ فلزپوشش جدار به‌تلاقی‌هم میشتابند و دریك نقطه بهم میرسند . درست ازهمین نقطه است‌که فلزچون مایع حتی مایعی قابل‌فشرده‌شدن خارج می‌گردد (طبق محاسبات وتجربیات تراکم فلز درآن‌نقطه ۲۰تا ۳۰درصد بالا میرود) واین فلزمذاب دوشعبه می‌شود یادردورشته فوران می‌کند یکی از دورشته با سرعتی بسیار بسوی جلو جستن می‌کند . در جهت عکس این رشته فوران قاعدتاً رشته باریکتری موجود است که سرعت اندك دارد ؛ گاهی همین کمی سرعت بحدی است‌که عملا باصفر برابر است لذا درچنین احوال فقط یك رشتهٔ نیرومند وسریع‌فلزمذاب جستن می‌نماید .

از آنچه گفته شد موضوعی خارق‌العاده استنتاج می‌شود : تمام انرژی سینتیك فلز جدار به‌مقدار کمی فلز مذاب درحال فوران منتقل

گردیده است .

اگر پوششی مخروطی برای جدار محوطه فرض کنیم که زاویهٔ رأس آن فقط دوازده درجه باشد جمعاً ده‌درصد جرم فلزی پوشش‌مبدل به فلز مذاب فورانی بسمت جلو خواهد شد . باین‌ترتیب انرژی فلز درحال فوران ده‌بار بیش از انرژی کلی همینقدر ماده هنگام هجوم به مرکز انفجار خواهد بود و سرعت متوسط ماده فورانی سه‌بار بیش از سرعت هجوم ماده پوشش داخلی به‌مرکزانفجاراست که خود به‌چندین کیلومتر در ثانیه میرسد . بهمین دلیل سرعت رشته فلز مذاب در حال فوران از ده‌کیلومتر درثانیه نیز درمی‌گذرد . در اینجا بمعنای واقعی کلمه تجمع اثر صورت گرفته است چه مقدار معتنابهی انرژی درجرم اندکی متمرکز گردیده است .

اگر حفره‌ای مخروطی با زاویه کوچك را ازورقه بسیار نازکی ازفلزی سبك مثل بریلیوم (Béryllium) بپوشانیم با دخالت‌دادن فوت وفن‌های تکنیکی فوران فلز مذابی بدست میآوریم که باسرعت یکصد کیلومتر درثانیه حرکت میکند وباایجاد چنان فورانهائی درگلوله‌های مخصوص‌که توسط موشك درارتفاعات بسیارزیاد شلیك میشوند میتوان بطورمصنوعی فنومن شهابهای ثاقب را ایجاد ومطالعه کرد .

هرآینه فورانی ازفلز مذاب که با سرعت دهها کیلومتر درثانیه جاریست به مانعی برخورد کند میلیونها اتمسفر فشار ایجاد خواهد کرد .

درسال ۱۹۴۴ پرفسور لاندو (Landau) و یکی از مؤلفین کتاب حاضر اثرونیروی موج انفجاری ویك موج شوك متوجه بمرکزانفجار

را محاسبه کردند. باین وسیله ثابت شد که اگر انفجار در سطحی کروی‌شکل صورت بگیرد که متوجه مرکز گردد؛ فشار متناسب با معکوس فاصله از مرکز کره افزایش می‌یابد. درمورد انفجارات عظیم در حوزه‌ای کروی شکل می‌توان فشارها و سرعتهای فوق‌العاده زیاد خاصه درمورد گازها ایجاد کرد.

اندیشهٔ بکاربردن امواج متوجه بمرکز واحد جهت ایجاد انرژیهای عظیم در توده احجام نسبتاً بزرگ بارها در تکنیك و در ایجاد واکنش‌های ترمونوکلئر مورد استفاده قرار گرفته است.

اندیشه‌های تام ـ ساخاروف درمورد تمرکز استوانه‌ای شکل پلاسما از مطالعه روی خواص امواج شوك متوجه بیك نقطه سرچشمه گرفته‌اند.

هرچه رهائی انرژی در لحظه بروز انفجار سریع تر باشد اثر ویران گر انفجار بیشتر است. یك بشکه T N T (تری‌نیتروتولوئین) ممکن است در هوای آزاد با شعله‌ای آرام تماماً بسوزد و هرگز اثر ناگهانی و ویران کننده‌ای از آن بروز ننماید. در زمان جنگ جهانی دوم افسران ارتش شوروی اغلب درپناهگای خود ازسنگهای زردمایل به سبزی بجای سوخت درون بخاری استفاده می‌کردند. این سنگها آغشته به T N T بود که از پارهها مین‌های دشمن پس‌از بی‌اثر شدن تشکیل میشدند. اما اگر بدبختانه درون بخاری یك چیز واتنش دهنده موجود بود سوخت آرام مین ناگهان انفجار ایجاد می کرد. پارههای فلزی بخاری به هر سو پرتاب می‌شد و درپناهگاه دراثر موج انفجار ازجا کنده می‌شد.

بنابراین چه امری اتفاق افتاده بود؟ چرا ماده سوخت به ماده انفجاری

بدل شده‌است. لوله‌ای فرض کنند که پر از گاز قابـل انفجار باشد مثلا مخلوطی ازمتان و اکسیژن؛ در یکی از نقاط لوله یا در یکی ازاقشار گـاز اشتعالی بـه وجود آوریم . جبهه شعله از چپ و راست گسترده می‌شود .

بدیهی‌است بمحض‌شروع اشتعال دریك نقطه علامت اشتعال قبل از خود شعله با سرعت سیر صوت در آن گـاز بـه سراسر لوله پخش میشود، بهمین دلیل اقشار بعدی گاز که دستخوش اشتعال می‌شوند بـا قشر نخستین تفاوتهائی دارند چه ازاین اقشار موج شوك کوچکی‌گذر کرده که آنرا اندکی فشرده و حرارتش را مختصری بـالابرده است . همه این‌را می‌دانندکه اگر حرارت‌بالارود واکنش‌های شیمیائی سریعتر صورت می‌گیرند. مفهوم این‌گفته عبارت ازاینست‌که اقشاربعدی زودتر ازقشر نخستین میسوزندازطرف‌دیگر بااشتغال‌هر طبقه ازگازانتشارموج شوك سریع میشود، لذا طبقه سوم‌گازباحرارت بیشتروسرعت افزونتری خواهد سوخت، افزایش سرعت بهمین طریق بالا خواهدگرفت تا همه گاز مشتعل شود.

باین ترتیب سرعت احتراق طبقه بـه طبقه افزوده خواهـد شد چنانکه اگر دربادی امرازچند متر درثانیه تجاوز نمیکرد وپس‌ازچند لحظه سرعت پیشرفت جبهه احتراق صدها بلکه هزاران متر در ثانیه خواهد بود.

سرعت پیشرفت جبهه احتراق حداکثر بهمان چیزی می‌رسدکه معادل سرعت انتشار موج شوك در ماده احتراقی است، علیهذا افزایش بعدی آن ممکن نیست مگر دراین ماده سوختی موج شوکی پدیدآید

پدیدهٔ احتراق برجبههٔ موج شوك راانفجار یاروند انفجاری می نامند و نیز موج شوکی که درجبهه خودمولد انرژی انفجاری کلانی است «موج انفجار» نامیده می‌شوند.

سرعت موج انفجار برای مخلوطهای گازی قابل سوخت معمولی به چندین کیلومتر درثانیه میرسد. بعلاوه اگر فشار ابتدائی گازمعادل 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 می‌شود.

اگر انفجار در ماده منفجره‌ای صورت گیرد که نیاز قطعی به اکسیژن جهت احتراق داشته باشد نحوهٔ آن بامخلوط گازی قابل انفجار قدری تفاوت خواهد داشت. برای شروع انفجار بایستی «ضربه اولیه» وارد کرد این «ضربه اولیه» از انفجار یك ماده فوق‌العاده قابل انفجار نیرومند کسب میشود. هنگام انفجار مادهٔ مولد ضربه اولیه که قاعدتاً در مجاورت ماده منفجره شونده جامد صورت می گیرد ناگهان مقدار معتنابهی انرژی رها گردیده وفشار دهها هزاراتمسفر بالا می‌رود.

موج شوك حاصله ازماده قابل انفجاراصلی عبور می کند ودرسرراه خود فواصل موجود بین مولکولها واتمها آنراکاهش می‌دهد. در جبههٔ موج شوك انفجارآغاز می‌گردد، موج انفجار با موج شوك دوشادوش به پیش می‌رود.

فشارحاصله درجبهه موج انفجاری موادقابل انفجارتا صدهاهزار اتمسفر بالا می‌رود.

ما هنوز ازفیزیك ستارگانیکه دستخوش انفجار می‌شوند چیز

زیادی نمی‌دانیم. نووا، سوپر نووا، ستارگان نبضانی!؟ اما می‌توان گمان کرد در پاره‌ای از آنها مکانیسم موج انفجار نقش مهمی داشته باشد. یعنی درمرکز ستاره دراثر فشارهای اعجاب‌انگیز فنومن‌واکنش هسته‌ای باایجاد انرژی صورت می‌گیردوبلافاصله موج‌شوکی‌برانگیخته میشود که با موج انفجار همراه می‌گردد. این افزایش فشار و حرارت بنفسه کافی‌است‌که واکنش‌های هسته‌ای رابرانگیزد. انفجاراین بمب ستاره‌ای حیرت‌انگیز وکورکننده خواهد بود.

مطالعهٔ انفجار هدایت شده و اثر تجمعی چنین انفجارهائی در سالهای اخیر آغاز گردیده. آدمی توانسته است لگام ومهارفنومن‌های انفجاری که سابقاً چون‌کابوسی هولناك ظاهر میشد ومقدار معتنابهی انرژی وماده به‌اطرف می‌پراکند دردست بگیرد. اکنون انسان امروز کنترل انفجاراتی عظیم‌ترازهمیشه را طبق پیش‌بینی بدست‌آورده و هر روزحلقه‌محاصره‌راتنگترمی‌کند.

آدمی دلیراست. طرحهائی برای فرستادن اقمار مصنوعی بزرگ بتوسط‌انفجارماده وضد ماده به فضای بین ستارگان داد. اما ممکن‌است حقیقتی که از آن دهها هزار سال فاصله داریم زودتر تحقق یابد و انسان به تواند به میل خود با ایجاد انفجار کهکشانهای کاملی بسازد!

٦

بیوگرافی عالم

ـ تولد

ـ خانواده سیارات

ـ یک حلقه از مار پیچ

تولد

تصورکنیدغیرازماموجودات ذی شعور دیگری نیز در روی‌زمین باشند که عمرشان بسیارکوتاه باشد و از تولد تا مرگ جز هزارم ثانیه نپایند. شناخت آنها ازما بی شباهت به تصاویر فتوگرافی آدمها نیست که هریك حالتی یخ‌زده وساکن دارد و هر کدام ژست دیگری به خود گرفته‌اند . مثلا یکی از این تصاویر نشان میدهد که شخصی بر بالای پیست استادیوم پوشیده ازماسهٔ زرد رنگ پاهای خود را گشوده است ، ازنظرما دونده‌ای است‌که میکوشد رکورد جدیدی کسب‌کند . تصویر دیگر شخصی را در جایگاه تماشاچیان نشان میدهد که دستها را باز کرده و در همان حال یخ زده است ازلحاظ ما او یك تماشاچی مراسم مسابقه است. داور به جلو خم شده، دستهای او باز است و کرونومتری دردست دارد.

با جمع تجربیات نسلهای پی درپی این موجود خیالی‌که عمری بس‌کوتاه دارد قادر خواهدبود مستقیماً تصویری ازحرکات دونده، مسیر حرکت اووحتی نحوهٔ‌تکانهای بدن او درذهن مجسم نماید. اما بگوئید چند صد نسل ازاین موجودات به‌مطالعه آثارگذشتگان وتجربه علمی دست خواهند یازید که بدانند درپیست مسابقه فی‌الواقع چه میگذرد واصولا کیفیت زندگی آدمی چگونه است؛ البته ازتاریخهٔ آن صحبتی بمیان نخواهند آورد.

بلـه آدمـی در مطالعهٔ عالم چنین موقع و محلی دارد، چه بسا سحابی‌هادراثرانفجاری عظیم به دورخودبه‌گردش درآمده‌اند،گردشهای گردبادی کهکشانها، سیستم‌های جدیدالولادهٔ سیارات، تودههای‌گازی شکل کیهانی که با سیستم‌های خورشیدی مواجه گردیده‌اند. ستاره ـ شناس که درتمام عمر چشم به عدسی تلسکوپ خود دوخته است و دائم ازکیهان عکس میگیرد فقط یکی‌ازصورحرکت‌آنرا میبیند مثل‌همان موجود خیالی که به دونده مینگرد وهمه عمر آنرا باپاهای بازومعلق بر فراز پیست میبیند چه سالهای محدود زندگی آدمی در برابر دهها میلیارد سال لازم جهت پیدایش جهشی در عالم کیهان لحظه‌ای بیش نیست . کـوشش دانشمندان عبارت از تفسیری است بـراین تصاویـر نامفهوم .

برماست‌که پدیدهها را باهم جمع ومقایسه کنیم، وسایل سنجش خود رادقیق‌تر نمائیم ومنتظربمانیم‌که نسلهای بعدی دانشمندان زمینی بتوانند عکسهارا با یکدیگـر تطبیق نمایند و تغییرات میکرسکپیك جهات و حرکات گرد بادهای توده ابرهای گازی شکل و جـابجا شدن

فورانهای گازستاره‌ای کهکشانها را بررسی نمایند.

یقیناً این همان چیزی است‌که باید بشود. و نیز بایستی وسایل نوینی برای مطالعه عالم جستجوکرد. موجودات خیالی فوق‌الذکراگر امواج صوتی را بشنوند در خواهند یافت که منبع این اصوات‌کف ـ زدنهای مهیج تماشاگرانست.با تجزیه وتحلیل حرکات دونده این ذی ـ حیاتان قیصرالعمربه نیروی جاذبه زمین پی خواهندبرد بهمین ترتیب است‌که آدمی‌با تغییرمکان طیف‌بطرف رنگ سرخ به‌دورشدن‌کهکشانها پی برده‌است وبـا سنجش اورانیوم وسرب دردل سنگها سن سیارممارا حساب کرده‌است. آخرین اکتشافات دانشمندان چون خواندن‌آخرین فتوگرافی عالم توسط همان موجود خیالی است.

گرچه به‌تحقیق ودقت مقدورنیست ولی ازهم اکنون با محاسبات ریاضی میتوانیم بسط وتکامل این بخش از عالم را دریابیم چه ریاضیات حساس‌تر ازهر تلسکوپی قادربه دیدن دور دست میباشد. امـا از همان اول بایدگفت آنچه شرح میدهیم هنوز چون فرضیهٔ مدونی هم نیست. البته همهٔ این فرضیات به اثبات نخواهد رسید؛ پاره‌ای ازآنها درآتیه جزواصول علمی مسلم درمیایند وبعضی‌بدورانداخته خواهند شد. اینجا جبهـه دانش است، محل مواجههٔ اندیشه‌ها و تصادم بینشهاست، جـای جستجوهای علمی وسیع است. ما از گذشته خودفقط صدها و هزاران سال را می‌دانیم ولی با کمك دانش میلیاردها سال را بازمییابیم.

عقربه زمان سنج روی خط سرخی متوقف میشود، اینجاانتهای قـدرت ماشین است . اینجا ده میلیارد سال پیش را نشان میدهد وخود آخرین حد عقب‌گرد درزمان میباشد.

ما درمهی سیاه قرارگرفته‌ایم . در اطراف ما محیطی است که مسکون نیست، فراموش نکنیم‌که فضا یك فرم ازموجودیت ماده است کیفیت واختصاصاتش دوشادوش ماده عوض میشود، مثلا ساختمان فضا با کم‌وزیادی مادهٔموجود درآن‌عوض میشود؛ درست‌این همان چیزی‌است که فضای منحنی را تبیین میکند.

فضا چگونه منحنی است؟ انحنای فضا یعنی چه؟

درك‌وتفهیم این‌مطلب فوق‌العاده دشواراست.فقط باقیاس واستقراء میتوان به آن دست یافت.

تفنگ غول پیکری همچون کلمبیاد (Columbiade) افسانه‌ای ژول‌ورن را درنظر آورید که بطورعمودی محمولهٔ عظیمی را به‌آسمان ببرد. محموله‌ازلوله تفنگ خارج میشود، با نهایت سرعت در حوزهٔ جاذبهٔ زمین بالا می‌رود اما لحظه‌ای فرا خواهد رسید که سرعتش به صفر تقلیل خواهد یافت وبسوی زمین سقوط خواهدکرد،

نیروی‌شلیك راباجایگزین‌کردن ماده منفجرشونده نیرومندتر از باروت تقویت میکنیم، لوله تفنگ را نسبت به افق زاویه‌ای نسبتاً کوچك میدهیم وماشه کشیده میشود ، محموله با سرعتی فوق‌العاده به حرکت درمیاید وپس‌ازطی مسافتی بصورت قمرمصنوعی زمین درمیآید. چرا؟ چون نیروی جاذبه زمین بااعمال اثردائم روی محموله تدریجاً آنرا از خط مستقیم منحرف میکند و سرانجام به آن مدار بیضوی می‌بخشد .

اگرباز نیروی انفجاررا افزایش دهیم؛ سرعت محموله‌کیلومترها برثانیه افزوده می‌گردد وبرای همیشه سیاره‌ما را ترك میکند.

آیااین محموله بسوی لایتناهی میرود؟ اگرفضا خلا کامل وتهی ازاجرام مادی بود پاسخ سئوال مثبت است. اما همیشه درفضا ماده هست وماده باتراکم‌معینی قادراست فضا را خم‌کند چنانکه نه‌محموله خیالی ما نه هیچ اشعهٔ نورانی یعنی فلوی فوتون ونه هیچ موج جاذبه‌ای قادر نخواهد بود از حد معینی درگذرند. این همان قسمت ازفضای ازهرسو بسته‌ای است که ما از یك گوشه بـه آن می‌نگریم و اصطلاحاً عـالم نامیده میشود.

اکنون بکوشیم ازهرجهت عالم خودمان را بشناسیم.

قبل از هرچیز این را قبول می‌کنیم که این قسمت از عالم جرم مشخصی دارد. یك اشعهٔ نورانی چون محمولهٔ کلمبیاد ازستارهٔ معینی بسوی لایتناهی پرتاب می‌شود، سرنوشت این شعاع نورانـی چیست؟ سرنوشت دورپروازترین جرم مادی که ما میشناسیم چه خواهد بود؟

اگر جرم این بخش از عالم نسبتاً زیاد باشد، نیروی جاذبه‌اش مسیراشعهٔ نورانی را خم خواهدکرد وآنرا بصورت مداردرخواهدآورد چه اشعه نورانی چیزی جز فلوی فوتون نیست، فلوی ذرات ماده‌ایکه زیر اثر نیروی جاذبه قرار دارند درست مثل محموله کلمبیاد. هرچه جرم عالم بیشتر باشد انحنای مدار اشعه نورانـی بیشتر خواهد بود و ممکن است مثل قمر مصنوعی که سرعتی بین هشت تا یازده کیلومتر درثانیه داردمداری بیضی تشکیل دهد.

وعالم لایتناهی ما درفضا بروی خود خمیده وبسته خواهد شد. حتی می‌توان برای محاسبه قطر آن اقدام کرد. شعـاع انحنای اشعهٔ نورانی که درفضا پرواز می‌کند برابر شعاع عالم ماست. ازروی شعاع

می‌توان ابعاد عالم را دریافت .

میدانیم‌که خط مستقیم کوتاهترین راه بین دونقطه است. اما در فضائی که انحنا دارد ، شعاع نورانی معینی که ازکهکشانی دور بسوی ما می‌آید روی مسیر منحنی راه طی میکند با وجود این کوتاهترین راه انتخابی راپیموده است.

دانشمندان با محاسبات ریاضی انحنای فضا را اثبات می‌نمایند. برای کسانی که بااین رشته مافوق تخصص ریاضی آشنائی ندارند درك این واقعیت فیزیکی خارق‌العاده که منحصراً کیفیتی مـادی دارد روش قیاسی است .

دنیائی درنظرآورید که بعکس جهان سه‌بعدی ظاهری ما (طول وعرض وارتفاع) فقط دوبعد یعنی طول و عرض داشته باشد . این جهان بی‌شباهت به رویهٔ میز نیست . موجودات دوبعدی که آنجا بسرمیبرند فقط دوجهت دردستگاه مختصات میشناسند وکوچکترین تجسمی‌ذهنی از بعد سوم دستگاه مختصات نخواهند داشت. هنگام مطالعه عالم‌خود متوجه می‌شوند که عالم آنها محدود است ، از هرجهت کـه سیرکنند عالم یکباره ختم می‌شود وکیفیت اختتام‌آن همیشه یکی است‌پس‌ازآن مرز در وضعی قرار می‌گیـرند که با عالم دو بعدی آنها کاملا بیگانه است .

اما این موجودات دوبعدی ممکن است ساکن فضائی لایتناهی و دوبعدی‌باشند. اکنون فرض کنیم دنیای آنها سطح یك میز نیست بلکه سطح‌کره‌ای بی‌نهایت بزرگ است . آنوقت است‌که این‌موجودات‌هرچه بیشترمیکاوند حدود دنیای خودرا کمترمییابند . فقط باروشهای‌حساس

ریاضی و متدهای دقیق و پیچیدهٔ آن است که شعاع انحنای عالم خود یا شعاع کرهٔ عظیم فرضی را خواهند یافت و ناگهان باحیرتی زایدالوصف خواهند دانست که درعالم آنها کوتاه‌ترین فاصله دونقطه خط مستقیم نیست .

لذا تا وقتی‌که موجودات دوبعدی با ارقام ومسافات بسیاربزرگ کاری ندارند میتوانند انحنای خط فاصل دو نقطه را نادیده انگارند و آنرا چون خط مستقیمی فرض نمایند وهندسه‌دانان آنها با سربلندی این اصل را کشف و اعلام کنند که کوتاهترین راه بین دو نقطه خط مستقیم است .

اما روزگاری این قوم نیازمند خواهند بود فاصله دونقطه راکه بردوسوی عالم کروی آنها مستقراست اندازه بگیرند وآنوقت‌خواهند دانست این پاره خط منحنی است نه مستقیم . با وجود این همان خط منحنی کوتاهترین فاصله‌ایست که دونقطه موجود درآن عالم دوبعدی را بهم اتصال میدهد .

یك کرهٔ مفروض، تنها «عالم‌مسطح» ومحدودی نیست.ازیك‌برگ کاغذباریکه‌ای‌بقطرچهارسانتیمتر ببرید ودوسرآنرابصورت‌حلقه زنجیر بهم متصل کنید (مثل دنباله بادبادك بچه‌ها) دراین‌حال دوعالم خواهید داشت که هردو محدود ومسدوداند وبا یکدیگرموازی میباشند.شعاع نوریکه درروی یکی از سطوح این حلقه کاغذ جابجا می‌شود (چه در سطح داخلی‌چه‌درسطح خارجی) درهمان عالم خود به‌مبدأ بازمیگردد.

اکنون قبل‌ازاتصال دو سرنوار کاغذی یك سرآنرا یکدور روی خودبه‌پیچانید وبعد دوسررا بهم‌بچسبانید . دراین‌حال بازعالمی‌دوبعدی

خواهید داشت که درساختمان آن هردو روی نوارکاغذی سهیم‌اند از هر نقطهٔ مفروض این عالم مارپیچ میتوان خط مستقیمی رسم کرد و ادامه داد سرانجام به‌نقطه حرکت خود خواهد رسید .

اکنون به محمولهٔ کلمبیاد برگردیم. دنیای بسته یاعالم‌محدود، عالمی‌که توسط نیروی جاذبه محدود شده‌است ، این فقط یکی‌ازوجوه تشابه‌آنست . آن عالمی‌که درآنجا نیروی جاذبه بحدی است‌که سرعت سیر نور را میکاهد چنانکه هرمحمولهٔ پرتابی که سرعتی کمترازهشت کیلومتر درثانیه داشته باشد به‌زمین بازمیگردد چگونه عالمی است .

البته بخود قبولاندن این مطلب که ازسرعت سیر نورکاسته‌گردد کارآسانی نیست.کومپانه‌اتز(A. Kompanéetz)فیزیکدان شوروی از مدتها پیش ثابت کرده است‌که حتی باحضورحوزه‌های الکترومغناطیسی وجاذبه‌ای عظیم سرعت انتشار جاذبه و نیروی الکترومغناطیسی هرگز ازسرعت سیر نور درخلاء فراتر نمیتوانند رفت ونیزنشان داده‌است‌که کاهش سرعت نور درخلاءِ امری محال است .

اما یك‌چیز دیگر را براحتی میتوان پذیرفت و آن اینست که ذرات نور یا فوتونها درکشاکش بانیروی جاذبه خرده‌خرده انرژی‌شان کاسته می‌گردد، نور بسوی‌رنگ قرمز میل میکند وبالاخره‌در بی‌نهایتی دوردست انرژی فوتون بکلی زایل گردیده و برابر صفرمی‌شود ، نور میمیرد . این بی‌نهایت دوردست احتمالا مرزعالم نامتناهی ماست .

نامتناهی ؟ بلی نامتناهی چه هرگز ما به‌این مرزدست نخواهیم یافت .

اگرچنین تصورکنیم‌که اشعهٔ نورانی هرگزپیرنمی‌شود ونمیمیرد

و نیروئی که از جرم عالم بر آن اعمال میشود آنرا خم نمی‌کند و این نور لایتغیر است و به‌خط راست پیش میرود غلط‌ترین برداشت را ازعالم لایتناهی کرده‌ایم وخطاترین اندیشه را دربارهٔ عالم خواهیم داشت .

در حقیقت یك استنتاج صحیح از واقعیت ما را به‌حل معادلات نسبیت عمومی‌رهنمون می‌شود. نسبیت‌عمومی‌مفسراین‌بخش ازعالم‌ماست عالمی‌که توسط نیروی جاذبهٔ توده بیکران مادی محدود میشود واشعهٔ نورانی نیز درآن تحت تأثیر اجرام مادی خم می‌شوند . ابعاد این عالم با گریز کهکشانها دراثر تقلیل دائمی تراکم مادی و نیروی جاذبه در حال گسترش است . زیرا هرچه ماده درعالم رقیق‌تر باشد انحنای عالم کمتراست لذا شعاع این کرهٔ مفروض بزرگتر میباشد .

فوراً این نکته را یادآورشویم‌که دربطن عالم‌بزرگ ممکن‌است بیشمارعالم‌های‌کوچکتری چون عالم ما موجود باشد که آنهابنوبهٔ‌خود گسترش بیابند یا منقبض شوند ودرحال اعمال اثرمتقابل باشند .

اگرما با ماشین خیالی خود ده‌میلیارد سال بعقب برگردیم فضارا ازپنجرهٔ کوچك سفینه چگونه خواهیم یافت ؟

پاره‌ای ازدانشمندان بعدازتجزیه وتحلیل سرعت‌گریزکهکشانها باین نتیجه رسیده‌اند که تقریباً ده میلیارد سال پیش تمام ماده موجود درعالم ما در منطقه نسبتاً کوچکی متراکم بوده است . اما آیا آنچه درآنجا مجتمع بوده ماده به قاموس و مفهومی بوده که امروزه از آن داریم ؟ پاسخ بآن دشواراست . ممکن است مادهٔ مزبور باشکال دیگری بوده باشد .

ممکن است لختهٔ عظیم ویکپارچه‌ای بوده که درشکم‌آن دراثر

فشار سترگ وزایدالوصف نه‌تنها هستهٔ عناصر مادی امروزی بلکه‌ذرات اولیه پدید آمده باشند . شاید ازاین‌لخته سیل‌گراویتون وفوتون‌ساطع وجاری میگردیده اما فقط حوزه‌های مزبوربروی‌خوداثرمیگذارده‌اند واشعهٔ نورانی روی مدار بستهٔ کوچکی که جاذبهٔ غیرقابل تصور لخته پدید میآورده مرز عالم‌آنروز را دورزده سرجای خود بازمیگشته‌است بیش‌ازاین درآن مورد چیزی نمیتوان گفت .

این لخته چگونه پدیدآمده؟ آیا محصول توده ابرهای بیکران گرد وگاز است که در اثر جاذبه بهم لحیم گردیده ؟ یا حاصل منطقی تکامل اشکال ناشناخته ماده است که ازآنچه نمیدانیم به‌جوهرماده بدل گردیده. دروضع فعلی، دانش ما پاسخگوی سئوال مزبور نیست .

شاید هم مقادیر غیرقابل تصور انرژی دردل لخته پدید آمده و آنرا با انفجار میلیونها تکه کرده است وموج شوکی که دربطن لخته زائیده‌شده وقتی‌به‌محیط رسیده هرتکه‌رابسوئی رانده‌است. باین‌ترتیب ازتراکم ماده کاسته گردیده وذرات گراویتون و فوتون چون رشته‌های آبشاری عظیم ازبند نیرومندترین حوزها رهائی یافته بهرسو سرازیر گردیده‌اند ، فوارنهای عظیم فلوی فوتون، اشعهٔ کور کننده‌ایکه ساطع میگردیده به دنیائی که امروزه در آن بسر میبریم و خود را برای شناختنش آماده میسازیم موجودیت بخشیده است .

سرعت‌بدوی‌کلافهای سترگ مادی واشعهٔ‌نورانی‌پس‌ازاین‌نخستین موج حرکتی به حداکثر نرسیده چه از میان حوزه‌های نیرومند نیرو تغییرمکان میداده‌اند ، فقط درخلاءِ کامل است که نورسرعت حداکثررا کسب می‌کند وکلافهای مادهٔ فوق‌الذکر با سرعتی کمتردرحال چرخش بدورخود به پرواز ادامه داده‌اند وازهمین کلافهاست که کهکشانها 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 و ابدی نیز نخواهد بود ، دنیای ما آغازی دارد و انجامی خواهد داشت .

بدون هیچ تردید ! همه‌چیز درعالم ابتدا و انتهائی دارد. آدمها ، سیارات ، ستارگان ، کهکشانها و دنیاها زاده می‌شوند و میمیرند .

فقط مادهٔ موجود درعالم جاودانه است، جاودانه است اما پیوسته و ابدی دستخوش تغییرات و تبدلات و تکامل است و هرگز از راهی که گذشت به آن باز نمی‌گردد .

خانوادهٔ سیارات

اکنون زمانی را که برای پژوهش بعقب برگشته‌ایم ترك میکنیم و تدریجاً بحال حاضر برمیگردیم بخشی از میلیاردها سال مزبور را پشت سر می‌گذاریم . در میان بی‌شمار کهکشان ، کهکشان خودمان را میجوئیم و میان میلیاردها خورشید مستقر در آن خورشید خودمان را پیدا می‌کنیم .

آیا آنرا می‌شناسیم ؟ بلافاصله بعداز تولد وضع حاضر را داشته است ؟ آیا ازهمان ابتدا خانوادهٔ سیارات آنرا محاصره کرده بودند ؟

درسیر خود هم‌اکنون به محلی رسیده‌ایم که در مقیاس فضائی با خورشیدمان فقط یك بند انگشت فاصله داریم ولی با اینهمه دیده نمیشود،

برعکس ابری تیره ومتراکم ازگرد وگازدر برابرمان موج میزند، گرچه این تودهٔ ابری شکل را تیره ومتراکم نامیدیم ولی درحقیقت مرکب از ذرات مادی وگاز رقیقی است اما بعلت ضخامت تیره ومتراکم مینماید. از میان آن می‌گذریم اکنون خورشید تدریجاً ظاهر می‌شود ؛ چون صفحه‌ای نورانی دربرابرمان است ولی حرارتی ندارد ؛ مثل خورشید هنگام غروب است .

بازهم چندمیلیون کیلومتر در آغوش مه پیش میرویم . حالا با ستاره‌ای فروزان روبرو هستیم که بـا شعلهٔ سفیدی برافروخته است . هرذره مادی که نزدیك آن باشد دراثرحرارت بخارمی‌شود وفشارفلوی نورانی اتمها و مولکولهای آنرا بشدت به دوردست پرتاب مینماید. اینجا درنزدیك خورشید مثل اینست که هرذرهٔ مادی را باجاروئی کاملا روفته‌روب کرده باشند .

پس سیارات کجا هستند ؟ برای ستاره‌پیمایان زمینی که بمدار خورشید دیگری میرسند درمیان گرداب دانه‌های ریزشنی که بدور آن می‌گردند پیداکردن سیارات واقعی کارآسانی نیست برای ما در سیستم منظومهٔ شمسی که مدار سیارات خود را می‌شناسیم درك آن مشکلات ساده نیست .

سفینهٔ خیالی ما چندین‌بار روی مداری که قاعدتاً بایستی سیارهٔ زمین مستقر باشد درمداری بیضی بدور خورشید می‌گردد ، اما اثری از زمین دیده نمی‌شود! بلی دلیلش اینست که مادرراه برگشت به‌حال‌حاضر بهزمان تولد زمین نرسیده‌ایم .

موتور سفینه را روشن نمائیم وباز به‌زمان حاضر نزدیك شویم ،

دراینصورت ناظر تحول وتکامل منظومهٔ شمسی خواهیم بود .

آیا گل‌سرخی را در حال شکفتن دیده‌اید آیا گلبرگهای آنرا درحال گشوده‌شدن ملاحظه کرده‌اید که چگونه به‌یکدیگر فشارمیآورند ویکدیگر را میرانند تاسرانجام گل زیبائی موجودیت می‌یابد . چنین تابلوئی را فقط در سینما می‌توان مشاهده کرد . برای اینکار یك هفته صبر و حوصله لازمست . دوربین را روی غنچه متمرکز میسازند و هر نیم‌ساعت یك عکس می‌گیرند ، آنوقت اگر تمام عکس‌ها را با سرعتی که طی یکدقیقه تمام شود نشان دهند ، مکانیسم شکفتن گل‌زیرچشم ما خواهد بود .

بهمین‌ترتیب بافشردن هزاران سال دربخشی ازثانیه میتوان شاهد تکامل تودهٔ گرد وگاز دورخورشید بود .

دراندرون این ابرهرذره درمداری دیگرحرکت دارد. بهمین‌دلیل اکثراً با هم تصادم می‌کنند بهم می‌چسبند یا بلعکس به‌قطعات متعددی منقسم می‌شوند ، اکثراً دراثر شوك به‌ابرکوچك پلاسما تبدیل میشوند که سریعاً سرد می‌شود . اما در این هرج‌ومرج ظاهری قوانین قطعی و فیزیکی سلطه کامل دارند . قوانین فیزیکی مزبور کدامند ؟

ـ نخست اینکه این تودهٔ مادی ابری شکل بصورت صفحه‌ای درآمده است‌که موازی سطح‌استوای خورشید است وخود خورشید در مرکز آن قرارگرفته است ، طول این صفحه یا شعاع آن ازمیلیاردها کیلومتر درمی‌گذرد وحال آنکه ضخامتش ازچندکیلومتر متجاوز نیست.

ـ دوم‌اینکه ساختمان وترکیب این ابرصفحه‌ای‌شکل درهمه‌جا یکنواخت نیست . درقسمت‌های مرکزی که به‌خورشید نزدیکتر است

این ابر حاوی ذرات مادی سخت دیرگداز است . البته در آغاز همین بخش ازابر نیز حاوی مقادیر معتنابهی‌ازگازهای فرار مثل هیدروژن، ازت ومتان بوده است که حالت جامد داشته‌اند ؛ بعدها دراثرتابش‌اشعهٔ خورشید بخار گردیده به‌بخش محیطی توده ابر نقل مکان کرده‌اند .

باین‌ترتیب است‌که درروزگار ما نیزاشعهٔ خورشیدگازهای درون ستارگان دنباله‌دار را تبخیرمینماید وچنان دم زیبائی به‌آنها می‌بخشد. درنقاط دوردست ابرآنجائی‌که دیگرحرارت خورشید قادربه‌بخارکردن گازها نیست‌دوباره بصورت جامددرآمده روی‌ذرات دیرگدازمی‌نشینند.

در آغوش زمان دورتر شویم . خواهیم دید که روندالتصاق در تصادم ذرات ابر نسبت به‌خردشدن وپراکندگی پیشی دارد . باین‌ترتیب نخستین هسته‌های نسبتاً درشت با نیروی جاذبه قابل‌توجه پدید آمده و مقداری هسته‌های کوچکتر چون اقمار مصنوعی بدور آن به گردش درآمده‌اند . اینها با یکدیگر تصادم می‌کنند پاره‌ای خرد و پراکنده می‌شوند عده‌ای دیگر بهم می‌چسبند بلی این روند پیدایش سیارات است .

زمین ما کجاست ؟ دیده شد ! قطرش هنوز از چندصد کیلومتر تجاوزنمی‌کند . هنوز باچنین جرم‌اندك نیروی جاذبه‌ای نخواهد داشت که جوی برای خود نگهدارد ، جوی‌که قابل تشخیص باشد.اماپیوسته برحجم وجرم آن افزوده می‌گردد مثل یك‌گلوله برفی‌که رویش‌مرتباً برف ببارد .

سیاره هرچه بزرگتر می‌شود ما شاهد و ناظر بروز پدیده‌های دیگری میباشیم . نخستین اثر ازآثارجو پیدا می‌شود. درطبقات عمقی

سیارهٔ نوزاد ماده جابجا می‌شود . مواد سنگین‌تر به طرف مرکز سرازیر می‌شوند، مواد سبکتر بالا می‌آیند . دراثرافزایش فشارحرارت درون سیاره بالا میرود امـا هرگز بحدی خارق‌العاده نخواهد رسید حداکثر چندصد یا چندهزار درجه بالای صفر مطلق خواهد بود .

بهمین‌ترتیب درنقاط مختلف حلقه ابرگرد وگاز سیارات دیگر زاده می‌شوند. تقریباً بخش‌اعظم‌مادهٔ موجود درتودهٔ ابری‌شکل‌مصروف ساختمان سیارات‌گردیده است وچون ذرات مادی اطراف سیارات‌جذب این کرات گردیده فضای خالی‌جائی برای بروز درخشش خورشید شده است .

اکنون‌در برابرما صفحه‌ای ازیك کتاب عامه فهم درمورد منظومهٔ شمسی قرار دارد . فاصله مدارات سیاره‌هـا از یکدیگر اندازه‌گیری شده‌اند ، خود مدارها محاسبه گردیده‌اند ، سیارات را توزین کرده‌اند. دانشمندان میکوشند ارقام واعدادی را که بدست می‌آورند طبقه‌بندی ودسته‌بندی نمایند .

ـ دانشمندان را اعتقـاد براینست که منظومه‌های خورشیدی سیستمی جهانی هستند نه‌یك واقعه منحصر به منظومهٔ شمسی .

ـ تقریباً کلیه‌سیارات‌کم‌وبیش درسطحی‌قرارمی‌گیرندکه منطبق با استوای خورشید است .

ـ همهٔ سیارات در یك جهت حرکت می‌کنند ؛ همان جهتی که خورشید بدورخود میچرخد ونیز سیارات درهمان‌جهت بدورمحورخود در گردش‌اند .

ـ نزدیکترین سیاره به‌خورشید کوچکترین وجامدترین‌سیارات

است . هرچه از خورشید دور شویم اندازه سیارات بزرگتر می‌شود تا بحداکثر میرسد و سپس تدریجاً روبه‌کاهش میرود البته مریخ بعلت اینکه جرمش کوچکتر اززمین است استثناست ولی مقدار معتنابهی سنگهای آسمانی درمداری بین زمین و مریخ درگردش است اگر جرم آنها را نیز به‌جرم مریخ اضافه کنیم استثنای مزبور نیز حذف میشود ومریخ جای حقیقی خودرا درمنظومهٔ شمسی بازمی‌یابد .

ـ هرچه ازخورشید دورتر شویم تدریجاً به‌زاویه انحراف محور سیارات نسبت به‌سطح استوای خورشید افزوده می‌گردد .

ـ هرچه ازخورشید دورترشویم‌سرعت چرخش‌سیارات بدورآن افزایش می‌یابد .

ـ حتی فواصل استقرارسیارات نسبت به‌خورشید محصول‌تصادف واتفاق نیست بلکه این فواصل تابع قوانین و فرمولهای ریاضی خاصی است که فهم آنها آنقدرها هم مشکل نمی‌باشد ....

دانشمندان دهها نظام وقانون درروابط سیستم خورشیدی کشف وارائه کرده‌اند البته با فرمولهای ریاضی به‌نتایج مذکوردست‌یافته‌اند . القصه آنچه می‌توان اززیاضی نتیجه گرفت اینست که منظومهٔ شمسی محصول تصادف نیست بلکه حاصل تکامل ماده است‌که مبتنی برقوانین فیزیکی صورت می‌گیرد .

اشمیت (O . Shmidt) دانشمند شهیر ریاضی و فیزیك نجومی شوروی نخستین‌کسی است‌که اساسی‌ریاضی برای‌تکوین منظومهٔ شمسی تدوین کرده است . این همان فرضیه‌ایست‌که دربالا ازآن صحبت شد وتودهٔ گرد وگازکیهانی منشاءِ اصلی‌سیستم سیاره‌ای ما فرض شده‌است.

نظریه اشمیت بطورقاطع به‌بسیاری ازمسائلی‌که درباره منظومهٔ شمسی مطرح است پاسخ می‌دهد باوجود این بسیاری ازجنبه‌های این فرضیه هنگام طرح مورد انتقاد جدی قرارگرفته . هنوز درروزگارما، نخستین مرحله تولد سیستم خورشیدی یعنی جذب ابر گردوگازتوسط هسته‌های مرکزی بزرگتر قابل حمله نیست .

اکنون باید پرسید آیا خورشیدی درحین عبوربه‌توده انبوه‌گرد و گاز برخورد نکرده است ؟ اشمیت تصور می‌کند اگر خورشیدی با چنان توده گرد وگاز مواجه شود ازمیان آن می‌گذرد و بخشی از گرد وگاز را همراه میبرد .

اما منقدین بااستدلال ریاضی ثابت‌کرده‌اند که قضیه باین‌صورت نبوده است . چه اگر خورشیدی در مسیر خود در کائنات به سحابی مفروضی بربخورد بدون هیچ تغییرازیکسو بدان داخل وازسوی‌دیگر ازآن خارج خواهد شد .

ازسوی دیگر اشمیت وپیروانش باز با زبان ریاضی دقیق نشان داده‌اند که در اثرگشت آور دورانی درون یك سحابی التصاق و الحاق ذرات گرد وگازغیرممکن نمی‌باشد وهمچنین اثبات‌کرده‌اند امکان‌جذب بخشی ازتوده گرد وگاز توسط خورشیدی‌که ازآن می‌گذرد وجوددارد ونیز معلوم شده است‌برخورد دوخورشید عابرازمیان سحابی‌بایکدیگر محال نیست .

باید گفت جروبحث دراین زمینه بپایان نرسیده است . ازنقطه نظرما جداکردن منشأ خورشید ازمنشأ تمام عالم‌کاری منطقی نمیباشد. نمیدانیم چرا این فکر برای بعضی پیش‌آمده که ابتدا خورشید

متولد گردیده و آنگاه سیارات پا به‌دایره هستی گذارده‌اند. منطقی‌تر اینست که بپذیریم تمام منظومهٔ شمسی یکجا موجودیت یافته است. انفجاری باشدت خارج‌ازحد تصورلخته‌های ماده را به‌ابعاد ریزودرشت بهرسو پراکنده و از همین کلافه‌هـای مادی ستارگان زاده شده‌اند. بسیارمحتمل است که توده‌های گرد وگاز پیرامون ستارگان ساختمانی گردبادی شکل داشته باشند.

یقیناً ذرات مختلف موجود درهرسحابی‌پدیدآمده،گشت‌آورهای مختلف یا سرعتهای مختلف خواهندداشت. ذراتی‌که نسبت به نیروی جاذبه مرکزی سرعتی بسیار دارند توسط توده متراکم یاهسته مرکزی جذب نگردیده بحرکت خود ادامه میدهند ودر مسیر حرکت با ذرات دیگر تصادم کرده متلاشی می‌شوند یا بهم میچسبند وازهمین اتصالات هسته مرکزی سیارات با گشت‌آور دورانی شدید پدید می‌آید.

گشت‌آوردورانی سیارات‌تابع‌گشت‌آوردورانی‌گردوگازاولیه‌ایست که مؤلد این کرات هستند ذراتی که سرعت کم‌داشته‌اند وقادر به‌گریز از جاذبه مرکزی نبوده‌اند بروی خورشید باریدن گرفته‌اند وخورشید بنفسه ازجنس همین ذرات ساخته شده. اگر گشت‌آور حرکتی ذراتی که درساختمان خورشید داخل‌شده‌اند اندك بوده باشد.گشت‌آوردورانی خورشید نیزبه‌نسبت‌کمترخواهد بود وخورشید به‌آهستگی بدورمحور 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 گردبادمانند درشرایط امروز وزمان حاضر ندارد چه تحول و تغییر و

تکامل ماده درعالم هرگز متوقف نشده و نمی‌شود ، آنچه میلیاردها سال پیش دراین گوشه ازکهکشان موجب تولد خورشید وسیارات‌گردیده‌در اکناف واطراف‌کهکشان یا کهکشانهای دورهرلحظه امکان وقوع‌دارد .

اما هنوز درتاریخچهٔ کیهان وستارگان وسیارات نکات نامکشوف بسیار است. گفتیم بخشی از فرضیات اشمیت مبتنی برمحاسبات دقیق و فرمولهای غیرقابل انکار ریاضی است اما اشمیت از کلیهٔ جوانب قضیه را مورد مداقه قرار نداده مثلا اثر نیروی حوزه‌های الکترومغناطیسی را درآفرینش کرات آسمانی درنظر نگرفته است و حال‌آنکه الحق این نیرو اثری عظیم دارد . زمانی‌که نقش نیروی الکترومغیاطیسی در امر پیدایش کرات روشن شود وما راه داخل کردن آنرا در محاسبات بیاموزیم فرضیهٔ اشمیت نه‌تنها استدلالی ریاضی بلکه فرضیه‌ای‌مستدل علمی خواهد بود .

بدون تردید چنین‌است زیرا هرجا نقطه ضعفی درفرضیهٔ‌اشمیت ملاحظه می‌شود جای خالی‌نیروی حوزه‌های الکترومغناطیسی‌پیداست، اگردانشمندان بتوانند این‌سوراخها را بادخالت‌دادن محاسبات‌مخصوص نیروی میدانهای نامبرده پرکنند جای هیچ انتقادی ازفرضیهٔ اشمیت باقی نمی‌ماند . نخستین قدم دراین راه کشف قوانین هیدرودینامیك و ماگنودینامیك (Magnodinamique) کیهانی‌است.این‌علوم‌برای‌آموختن وکشف‌کردن ومحاسبه‌کردن دامنه‌های وسیعی دارند .

لذا درحال حاضرفقط یك‌چیز می‌توان گفت . تصویری که فعلا از عالم چون تصویر بی‌حرکتی از آدمی است سرانجام آدمی آنرا بحرکت در خواهد آورد . فتوگرافیهای مکرر و متعدد از ستارگان و

کهکشانها جزئیات تاریخ عالم را بر ملا خواهد ساخت و داستان تکامل عالم چون قصهٔ تکامل حیات درروی سیارهٔ ما درآستانهٔ برملاشدن‌است.

یك حلقه از مارپیچ

تنها نحوهٔ تولد سیارهٔ ما زمین پر از ابهام و اسرار نیست بلکه بسیاری ازتغییرات وتحولاتی که بعدازتولد یافته برایمان جزورازهای سر بمهراست .

با مشاهده سیکاتریس(اثرزخم) سوختگی بربدن سربازی‌میتوان تاحدودی ازکیفیت‌جنگی‌که درآن شرکت داشته وطی‌جنگ‌سوختگی پیدا کرده آگاه شد ، اما این سربازدرکدام جبهه نبرد میکرده؟منطقهٔ نبرد کجا بوده ؟ وبسیاری سئوالات دیگر با معاینه دقیق اثرسوختگی نیز بدون جواب خواهد ماند .

چهرهٔ سیارهٔ ما زمین نیز آثـار جراحات قدیمی بسیاری دارد . اما ما کوچکترین علم واطلاعی ازسابقه وعلت این جراحات نداریم .

رشته‌دریاچه‌های‌کارلی(Carelie)یادگارعبوریخچالی‌است.درچند میلیون سال‌گذشته به‌کرات ومرات ازکوههای اسکاندیناوی یخچالهای عظیم سرازیر گشته به حدود مدیترانه رسیده وبعد واپس کشیده‌اند . به‌چه‌دلیل هوای منطقه مزبور یاتمام کرهٔ زمین چنان سرد شده است؟ دانشمندان هنوز جوابی برای آن نیافته‌اند . معذالك ادوار یخبندان نزدیکترین گذشته زمین ماست .

بسیاری ازما شنیده‌اند که در نقاط معدودی ازحواشی اقیانوسها و دریاهای قطب شمال که از یخ پوشیده نیستند منابع عظیم نفت کشف شده است البته تقریباً کلیه آن مناطق زیر توده‌های عظیم یخ و برف مستورند. معادن نفت‌درآنجاها نشانه اینست‌که روزگاری‌این‌سرزمین‌ها پوشیده از جنگلهای انبوه و سبزه بوده‌اند یعنی درآنجاها زندگی در کمال قدرت موج میزده . ونیز روزگاری شرایط اقلیمی استوا برناحیه یخچالی عظیم اسپیتزبرگ (Spitzberg) حاکم بوده‌است . درآنجا نیز معادن نفت‌کشف شده است پس‌چرا امروزقطب‌جنوب وشمال‌زیرپوششی ازیخ قرارگرفته‌اند ؟. اینهم ازمعماهای کره ارض است .

زمین ازچندین میلیارد سال پیش وجود داشته ، دیرین‌شناسان پیدایش‌حیات را روی این‌سیاره به‌بیش‌ازیك میلیاردسال نسبت‌میدهند. چرا حیات اینقدر دیر پدید آمده ؟ آیا آنچه ازیك میلیاردسال پیش آثاری بجانهاده نمی‌تواند آخرین واقعهٔ ظهور حیات باشد ؟ آیا پیش‌ازآنهم‌بکرات حیات روی زمین زاده نشده است‌که‌دراثرانفجارات عظیم در خورشید خودمان یا تشعشعات ستاره دیگری که از حدود ما گذرکرده یا بنفسه دراثر سوانح خارق‌العاده وناگهانی روی کره محو و نابود گردیده باشد ؟

پس دورنمای آیندهٔ حیات برای ما چیست ؟ آیا جامعهٔ انسانی نباید نگران حوادث هولناك وویران‌گر بمقیاس کیهانی باشد ؟

بااحتساب‌کلیه احتمالات‌جواب این‌سئوال مثبت‌است. علی‌الظاهر خورشید ستارهٔ بالنسبه ثابتی است و مقدار تشعشعاتش تقریباً تغییر نمی‌کند نه کاهش نشان میدهد ونه انفجاری ناگهانی .

البته فراموش نکنیم که ازقدیمی‌ترین تمدن بشری بمفهوم واقعی کمتر از ده‌هزار سال می‌گذرد اگر باین نکته معتقد شویم که سرنوشت انسان طی ده‌هزارسال گذشته برخلاف امروزباسرنوشت زمین همیستگی غیرقابل انفکاك نداشته خطا نکرده‌ایم . دراین بحثی نیست که سرانجام آدمی نه‌تنها سیارات منظومهٔ شمسی بلکه حوزه خورشیدهای گمنام اکناف کهکشان مارا فتح خواهدکرد . منظرهٔ سیارهٔ ما، منظومهٔ شمسی ما وبالاخره عالم مانه پس‌ازمیلیونها بلکه پس‌ازمیلیاردها سال چگونه خواهد بود؟ آیا با ماشین زمان‌پیمای خیالی خود همانطورکه‌روبه‌قهقرا تا روزهای ابتدای عالم رفتیم تا روزهای آخردنیا نیزمی‌توانیم رفت ؟

نه‌خیر ، این امری نامقدور است . چشم‌اندازهای دنیا در پردهٔ ابهام پیچیده‌اند . ما هنوز قوانین طبیعت را به‌روشنی نمیدانیم، هنوز پردهٔ استتارنحوهٔ تکامل ماده را بدرستی ندریده‌ایم . فقط ازچنداحتمال اصولی می‌توانیم صحبت کنیم وبس .

قبل‌ازهمه‌ضروریست‌این‌اندیشه متروك ونامعقول راکنار بگذاریم که مبلغ تکامل‌دوره‌ای‌ماده‌است . مدت زیادی‌ازاین‌نحوه‌تفکردانشمندان که هنوز نیز معدودی بدان دلبسته‌اند نمی‌گذرد کـه برحسب آن از توده‌های گرد وگازکیهانی ستارگانی بوجود می‌آیند که سرانجام سرد وخاموش می‌شوند وانرژی‌ساطعه ازآنها درنقطه‌ایکه‌نمیدانیم‌وبه‌نحوی که نمی‌شناسیم جمع می‌گردد ، خورشیدهای سردشده یا مشتعل با هم تصادم کرده منفجر می‌گردند وتوده‌های گرد وگازکیهانی پدید میآیند و آنگاه همه‌چیز ازنو شروع می‌شود ، اما از هم‌اکنون می‌توان گفت اگرچنین روندی نیز تحقق بیابد روندی است منحصر به‌گوشه‌ای‌ازعالم

ونه‌درمقیاس جهانی ، ازطرفی یك فرضیه علمی درمورد تکامل‌عالم‌وجود دارد بنام فرضیهٔ « تکامل غیرمارپیـچ » یا فرضیهٔ « تعـادل حرارتی » (Mort Thermique) .

دوظرف پرازگازبرداریدکه دریکی گاز خیلی‌سرد و در دیگری گاز بسیارگرم وجود داشته‌باشد . دوگازرا مخلوط‌کنید. مخلوط نه‌گرم خواهد بودنه‌سرد بلکه حرارت متوسطی‌خواهدداشت . این‌بدیهی‌است. جداکردن این گازها بطوریکه یك ظرف حاوی گازبسیارگرم‌ودیگری حاوی‌گازسرد باشد عملاغیرممکن‌است همانطورکه خودبخود نمیتوان در اطاقی واحد در دو گوشه دو حرارت مختلف داشت یعنی یك گوشه هوایش گرم باشد گوشهٔ دیگر سرد درطبیعت نیز همینطوراست همیشه گرایش بطرف تعادل حرارتی است .

وقتی چنین پدیده‌ای تحقق یافت سئوالی پیش می‌آید که باعث اشتغال فکری فیزیکدانان وفیلسوفان است :

بنابراین همه روندها یکسویه است وتعادل حرارتی قانون غائی طبیعت است ودیر یا زود همه‌چیز دریك درجه حرارت متمرکزخواهد شد . پس‌چرا بعضی اجرام سماوی‌حرارتی شگرف دارند وچرابرپاره‌ای اجرام دیگر سرمائی هولناك سلطه دارد ؟ چرا درهمه‌جای‌عالم‌حرارت یکنواخت نیست ؟ ببیان دیگر نمی‌توان گفت‌که آیا ازشروع نخستین حرکت درلختهٔ مادی اولیه که منبع تخلیه عظیم انرژی بوده و موجب پخش‌شدن ماده درعالم‌گردیده زمان بسیاری سپری نشده وروند‌استقرار تعادل حرارتی درحال پیشرفت است ؟

بولتزمن (Boltzmann) فیزیکدان شهیر نخستین کسی است که

در راه یافتن پاسخی برای سئوال فوق‌الذکر دست به‌تحقیق زد . وی مشغول مطالعهٔ سینتیك گازها وتئوری سینتیك ماده است و در زمینه دینامیك وسینتیك گازها قوانین واصولی کشف وارائه کرده است . او نشـان داده است مولکولهائی که جمعاً گاز واحدی بوجود می‌آورند سرعتهای متفاوتی دارند . بیشتر آنها سرعتی کم‌وبیش برابر دارند که همان درجه حرارت‌گازرا مشخص می‌کند . معذالك‌هستند مولکولهائی که سرعتی اندك و نیز موجودند مولکولهائی که سرعتهای سرسام‌آور دارند واین اندك وبسیار ازحد متوسط خیلی فراتراست .

تصور کنید که گاز انتخاب شدهٔ ما حاوی ده مولکول باشد پنج مولکول سرعتی‌بسیاراندك داشته باشند . چون مقدارمولکول‌درمحفظه اندك است لحظه‌ای فرامیرسد که همهٔ مولکولهای سریع در یکسو و همه مولکولهای‌بطئی درسوی دیگرظرف جمع‌شوند.احتمال‌پیش‌آمدن چنین وضعی‌اندك است ولی بهرحال‌جزومحالات نیست معنای‌این‌پدیده اینست‌که درون گازحرکت تنها درجهت تعادل حرارتی نیست بلکه در مسیرتجزیه حرارتی‌هم‌اتفاق می‌افتد. روند تجزیهٔ حرارتی‌که پدیده‌ای است ضدتعادل‌حرارتی اصطلاحاً تموج (Fluctuation ـ معنای این‌لغت بطورصحیح تموج نیست ولی معادل پارسی ندارد) نامیده می‌شود .

تردید نیست که در داخل گازها دائمـاً **تموجـات کوچك یا** میکروفلوکتواسیون جاریست بعبـارت دیگر **خط حاملی با یك رشته** مولکول که سرعتی بیش‌ازسرعت متوسط دارند **بوجود میآید** .

بولتزمن گمان می‌کند که بخش قابل رویت **عالم مـا یك نوع** تموج‌عظیم دربطن‌عالم‌عظیم‌تری‌است‌که درحدتعادل **حرارتی قراردارد و**

مولکولهای موجود در عالم ما اندکی حرارت بیش از حرارت متوسط عالم بزرگ دارد.

موقعیت نظریه بولتزمن مستحکم است ولی بین دانشمندان‌عالم مورد قبول همه نیست. درنبرد اندیشه‌ها بارها بسوی این فرضیه‌شلیك شده وشکست‌هائی برآن وارد آمده است. اما موافقین ومخالفین‌این نظریه یك‌چیز را ازیاد برده‌اند وآن نتیجهٔ تحقیقات دانشمندان روی سینتیك‌گازهاست‌که منحصراً روی‌مقدارمحدودی مولکول‌گازبنامیشود درصورتیکه همهٔ عالم از مولکولهای هیدروژن بوجود نیامده؛ دراین عالم مولکولهای دیگر و اتمهای متفاوتی موجود است. آیا می‌توان نتیجهٔ مطالعه دریك گازمنحصربفرد را به‌تمام عالم تعمیم داد؟ البته‌که خیر. بهمین‌دلیل فرضیه ونتایج بدست‌آمده ازآن که توسط بولتزمن طرح شده رد می‌شود.

دراین میان انشتین حق داشت‌که قبل‌ازانجام مطالعات عمیقی‌که بایستی صورت بگیرد واوبنفسه توصیه می‌کرد، بگوید: «که من‌تردید دارم که قوانین مقید به‌حدود را بتوان دربارهٔ عالم نامحدود یالایتناهی تعمیم داد.»

بامطالعه روی جهان محدود وباشناخت‌کلی ماده وقوانین‌حرکت آن می‌توان بطور تقریب پاره‌ای از روندهائی را که درجهان نامحدود تحقق می‌پذیرند دریافت. آیانظریه بدبینانهٔ «تعادل‌حرارتی» وغیرقابل اجتناب‌بودن آن به‌اثبات رسیده است؟

بین‌اصول ریاضی اصل‌فوق‌العاده جالبی‌وجود داردکه‌آنرا تئوری مجموع‌ها مینامند. ریاضی‌دانان شهیری در اتحاد شوروی چون

الکساندروف (AIexandrov) ـ کولموگورف(Kolmogorov)ـپونتریاگین (Pontriaguine) ـ خینچین (Khintchine) ـ وغیره تئوری مجموع‌ها را مطالعه کرده‌اند .

موضوع مطالعهٔ تئوری مجموع‌ها کمیت متناهی ذرات اولیه مثل تعداد و انواع آنها نیست بلکه مجموع‌هـای نامتناهی آنهاست . این دانشمندان می‌کوشند دربطن لایتناهی نفوذ نمایند و این تئوری نتایج حیرت‌انگیزی دارد که اگر آنها را با قوانین فیزیکی تلفیق و منطبق نمائیم جواب این سئوال که چرا جهان در حال عدم تعادل ابدی است روشن‌خواهد شد . درك استدلالات ونتایج بسیارمغلق‌این‌تئوری بی‌نهایت دشواراست علیهذا ما دراین مختصرخواهیم کوشید بابیان حتی‌المقدور ساده مسئله را شرح دهیم .

قبلاً مشخص‌کردیم‌که جهان‌بزرگ یکدست ویکنواخت نمیباشد وشامل مجموعه‌ایست از ذرات بی‌نهایت گوناگون و بی‌نهایت زیاد . در این عالم بزرگ یك توده گاز منتشر هیدروژن با اتمهای یونیزه یاتوده گاز بین ستارگان واندکی عناصر دیگر (درمقایسه با مقدار هیدروژن) و قطعاتی از ماده جامد به ابعاد نسبتاً کوچك که شبه سیارات نامیده می‌شوند و سازمانهای شکل یافته جامد چون سیارات و کرات عظیم از جنس پلاسما که همان خورشیدها وکهکشانها میباشند وبالاخره‌بخشی ازعـالم کـه فقط با فرمولهای انشتین موجودیت آنرا درك مینمائیم . هریك از سازمانهائی که یادکردیم توده عظیمی ازسازمانهای ریزتراز خود است . مثلا شبه سیارات زاده میلیاردها اتم و مولکول مختلف و عالم مجموعه‌ایست ازمیلیاردها کهکشان .

برای استقرار تعادل انرژی در این مجموعهٔ عظیم گازهای بین ستاره‌ای وکهکشانها ضروریست کلیه ذرات موجود دراین جامعه دریك سیستم تبادل انرژی متقابل داخل گردند. باین‌ترتیب یکی از نتایج تئوری جامعه‌ها (تئوری مجموع‌ها) اینست که تمام اعمال اثرات متقابل لایتناهی نمی‌تواند در یك لحظه یا مرحله از زمانی که بنفسه لایتناهی نیست تحقق یابد. استنتاجات ریاضی دیگری نیز که مبین ومؤید همین فرضیه است درسال ۱۹۴۹ توسط استانیوکوویچ (Stanioukovitch) منتشر شد.

ازطرف دیگر فهم این مطلب با استدلال از طریق دیگری نیز مقدوراست. این استدلال عبارت ازاینست که فقط عالمی به تعادل حرارتی خواهد رسید که متشکل از ذرات یکدست و یکنواخت (Homogène) باشد.

درعالمی که درجوار ذرات ابتدائی بسیار کوچك اجرام متراکم وتوده‌های 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 جزانرژی متراکم نیست. بوجود آمدن حوزه‌های الکترومغناطیسی وجاذبه و ساطع‌شدن 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 وپذیرفته شد فرضیه تعادل حرارتی یا مرگ حرارتی عالم جای خودرا ازدست داده است.

اسقف حوزهٔ کشیش‌نشین Winchester Bentley در انگلیس که

خود را برای برگذاری یك سلسله سخنرانی جهت ابطال الخاد آماده می‌کرد از نیوتن خواست دلایل علمی برای وجود خدا برایش بیابد. نیوتن که دراواخر عمر بدامان زهد و عرفان آویخته بود بعنوان دلیل حرکت وفشارابتدائی را که لازم بوده است تاسیارات را بمحل فعلیشان برساند و به‌گردش جاودانه بدورخورشید وادار کند ذکرکرد.

فرضیهٔ مرگ حرارتی یا تعادل حرارتی نیز وجوب چنین‌حرکت وفشارابتدائی را تلویحاً تأیید میکند.

ازآنجائیکه کلیهٔ ساز و کارهای انرژتیك منحصراً دریك جهت جاریست یعنی ازبالا بپائین میروند لذا لحظه‌ای را باید انتظارداشت‌که

بیان ریاضی ــ «تعادل حرارتی یا مرگ حرارتی»

برای بررسی چگونگی حالت عمومی ماده درعالم‌بایستی بامجموعه‌های بی‌نهایتی ازذرات ابتدائی مختلف‌سروکارداشت (برای سهولت بیان ازاین‌ببعد عبارت‌جامعهٔ ذرات یا فقط جامعه بکارخواهد رفت). یعنی‌روشن‌کردن‌پاره‌ای‌از مختصات بعضی ازاین جوامع نامتناهی اجتناب‌ناپذیر است. البته آنچه‌کشف وبرملا می‌کنیم کلی وعمومی است.

ساده‌ترین وبه‌ذهن آشناترین نامتناهی‌ها جامعه اعداد است‌که از صفرو یك ودو وسه وچهار وپنج‌تا n میرود. دراینجا n به‌سمت بی‌نهایت میل‌میکند. این جامعه را مجموعه یا جامعهٔ غیرقابل شمارش مینامند. سلسله اعداد او۱۰ ۱۰۰ و ۱۰۰۰ و ۱۰/۰۰۰ و ۱۰۰/۰۰۰ وغیره نیز جامعهٔ عددی غیرقابل شمارش است، اما بین دوجامعهٔ عددی غیرقابل شمارش فوق‌الذکروجه‌اشتراکی بدین شرح میتوان یافت 10^0 ، 10^1 ، 10^2 ، 10^3 ، 10^4 ، 10^5 که این خود یکی از تضادها و تناقضات نامتناهی است. هرنامتناهی غیرقابل شمارش نامتناهی ضعیفی‌است. مثلاباکمك سلسله ارقام‌غیرقابل شمارش ازصفرتابی‌نهایت

در آن‌لحظه قلل مرتفع برهم انباشته انرژتیك جاری شوند و مبدل به دریاهای وسیع وآرام انرژی گردند . معنای این گفته اینست که روز اول کسی ازاین دریاهای انرژی‌کوههای رفیعی ساخته است واین«کس» مجبور است هرچندوقت یکبار ساعت عالم را میزان کند .

یکصدسال بعد از نیوتن دانشمند فرانسوی لاپلاس هنگام ارائهٔ فرضیهٔ مادی خود بـه ناپلئون درمورد منشأ منظومهٔ شمسی (برطبق عقیده لاپلاس سیارات ازخورشید جدا شده‌اند) و بیان دلیل «حرکت و فشار ابتدائی» که نیوتن به آن اشاره کرده ولی قادر به کشف علتش نشده بود ازطرف امپراطور مورد این سئوال قرارگرفت :

محال است که بتوانیم تعداد نقاط موجود برروی یك‌پاره‌خط مستقیم را شماره کنیم .

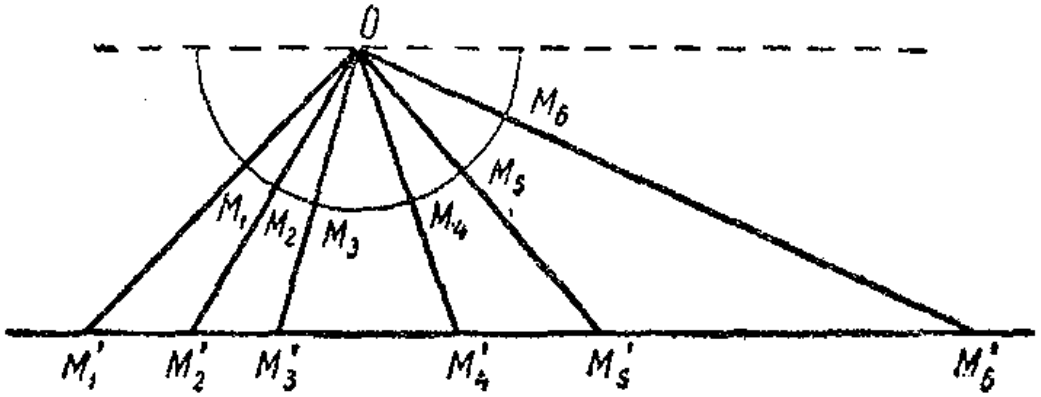
جامعهٔ نقاط مستقر روی هر پاره‌خط مستقیـم مفروض یا هر خط راست بی‌اننها یا هرخط راست ممتد درفضا جامعه‌ایست غیرقابل شمارش . این سلسله نقاط را جامعهٔ متوالی (Continuum) هم می‌نامند . این جامعهٔ متوالی با هیچ عمل ریاضی خاتمه‌پذیر نیست .

مخصوصاً نشان‌دادن این امرآسان است‌که فی‌الواقع درهرنقطه معین از پاره‌خط مشخص فقط یك‌نقطه موجوداست‌وبس ازآن نقطه خطراست‌راتالایتناهی می‌توان امتداد داد . بایك تصویر بخوبی می‌توان آنرا نشان داد .

نیمدایره‌ای مطابق شکل زیرانتخاب‌کنید که طول آن برابـر پاره‌خط مفروض باشد درزیر نیمدایره خط بی‌نهایتی مروردهید . ازمرکزدایره میتوان بی‌نهایت‌شعاع رسم‌کرد وامتدادداد تا پیرامون نیمدایره و خط بی‌نهایت را در بی‌نهایت نقطه قطع‌کند. بنابراین هرپاره‌خطی بنفسه می‌تواند هم بی‌نهایت‌باشد هم نباشد .

ـ پس شما برای خداوند چه محل وموقعیتی منظور کرده‌اید ؟
لاپلاس جواب داد :
ـ من درفرضیهٔ خود جهت خداوند محلی ازاعراب نمی‌بینم .

مدتی کمترازیکصدسال برای مقهورکردن پیروان فرضیهٔ تعادل حرارتی وقت لازم بوده است . پس‌ازبیان وانتشارتئوری نسبیت‌عمومی، نظریهٔ جهان درحال نبضان مدتی از طرف کلیهٔ دانشمندان مورد قبول بود . گمان میرفت جهان گاهی در حال انقباض و گاهی درحال واتنش است وهنگام انقباضات عالم‌سیستم‌های‌کهکشان ومنظومه‌های‌خورشیدی و سیـاره‌ای پدید می‌آیند و انرژئی که هنگام واتنش حاصل می‌شود مصروف مقابله بانیروی جاذبهٔ عالم می‌گردد. سپس عالم به‌انقباض روی می‌آورد ومجدداً متسع می‌شود واین نبضان پیوسته درکاراست و هرگز قطع نخواهد شد .



اکنون مفاهیم مکتسبه از تئوری جامعه اعداد غیرقابل شمارش و جامعه اعداد توان‌دار غیرقابل شمارش را برای تشریح وتفسیر قوانین کلی و عمومی حاکم بربی‌نهایت ذره مادی ابتدائی موجود درعالم لایتناهی بکارمی‌گیریم .
عالم نامتناهی را به‌مجموع غیرقابل شمار ـ واحی متناهی‌تقسیم‌می‌کنیم. بدیهی است درهرناحیه متناهی تعدادی متناهی ذرات ابتدائی مادی‌وجوددارد.

هرسال عیدنوروز مبشر جایگزینی سرمای زمستان باهوای بهار است . بعد تابستان فرامیرسد آنگاه مه شیری‌رنگ پائیـزی و سپس پوشش برف سفید زمستانی سرتاسر زمین را فرامی‌گیرد .

دورتسلسل فصول حلقه محدودی است. قطع این دورتسلسل امری ممتنع است زیرا متوقف کردن سیارهٔ مازمین روی مدارش بدورخورشید کاری است محال وهمین گردش مداری است که نظام فصول را برقرار میسازد .

اما شباهت مکرر فصول به یکدیگر فقط ظاهری است یعنی فی المثل هر بهار در چندچیز با بهارگذشته فرق دارد و با بهار آینده نیز تفاوت خواهد داشت . درختان سپیدار یك قلمستان ازبهار پیش تااین بهاریك

بـرای محاسبه اعمال اثر متقابل ماده و حوزه‌های مولده توسط خودش (الکترومغناطیسی وجاذبه‌ای) با توجه به‌نظریهٔ کوانتائی ماده می‌توان گمان کرد که دریك ناحیه متناهی ازعالم تعداد متناهی کوانتا (Quanta)موجود باشد . برای تعمیم استدلال ، اندازهٔ کوانتای انرژی را هرقدر که بخواهیـم می‌توانیم کوچك انگاریم . البته نه‌باین‌صورت که هر کوانتای انرژی برابر یك «نقطه‌هندسی» باشد بلکه‌باین‌شکل که جامعه‌ای غیرقابل شمارش ازاین کوانتاها حجم متناهی ومحدودی را اشغال می‌نمایند واین سازمان حامل انرژی متناهی ومحدودی است .

باین‌ترتیب درهر بخش‌ازفضا یعنی درهرحجم‌فضای متناهی‌جامعهٔ غیرقابل شمارش ازذرات ابتدائی ماده وجود خواهد داشت (البته تعداد نقاط موجود در همین محدودهٔ متناهی نامتناهی است) .

لذا درهمهٔ عالم تعداد یا جامعهٔ غیرقابل شمارشی از ذرات ابتدائی‌ماده موجود خواهد بود.

بدیهی‌است که مجموع اعمال‌اثرات متقابل ذرات مادی درهرحجم‌متناهی

متر بلندتر شده‌اند . درختان عظیم‌الجثه که ازدیرباز سلطان جنگلها محسوب می‌شدند شکسته شده‌اند یا ازداخل‌پوسیده‌اند. درگوشه وکنار تخته سنگها خرد و سائیده گردیده‌اند و رسوب شنی مصب رودخانه‌ها افزایش یافته است .

ـ شما خواهید گفت تمام اینهـا در برابر سیکل طبیعت اموری جزئی و پوچ‌اند . اما فراموش نکنید که مجموع همین امور جزئی سرانجام چهرهٔ جهان را تغییر میدهد .

ما شاهد وناظر کاهش حجم کوهها هنگام سیلهای بهاری نیستیم . اما زمین‌شناسان میدانندکه یك‌زنجیربهم پیوسته ازآب وبادوزمین‌لرزه چنان‌دست‌اندرکارفرسایش بلندیها هستندکه بسیاری ازمرتفعات دیرین را اکنون بازشناختن نمیتوان .

از فضا در یك مدت زمان متناهی اگر ذرات ابتدائی غیرقابل شمارش باشند ، غیرقابل شمارش خواهد بود معذالك جامعهٔ اعمـال اثرات مزبور متناهی است زیرا تعداد ذرات ومدت زمان موردنظر متناهی است : در تمام فضای نامتناهی دریك مدت زمان متناهی نیز جامعهٔ غیرقابل شمارشی از اعمال اثرهای متقابل تحقق خواهد یافت . منظوراز اعمال اثرمتقابل عبارت ازپاره‌ای روندهائی است که بین‌دوذرهٔ مادی‌واقع می‌شوند وماحصل‌آنها تغییرات جرم یاانرژی‌آنهاست.

زمان نامتناهی را نیز می‌توان به قطعات وفواصل متناهی دلخواه منقسم کرد . دریك مدت زمان متناهی درعالم جامعهٔ غیرقابل شمارشی‌ازاعمال‌اثرهای متقابل وقوع می‌یابد .

مجموع کلیهٔ اعمال اثرهای متقابل ممکن برای جامعهٔ غیرقابل شمارش ذرات ابتدائی بشکل جامعه‌ای درجامعه غیرقابل شمارش بزرگتر تجلی خواهد کرد . بعبارت دیگرجامعهٔ اعمال اثرهای متقابل ممکن بالقوه صورت توالی‌یا

این زنجیره متناوب‌فصول دیگر حلقهٔ بسته‌ای نیست بلکه‌دوره‌ای مارپیچی است لذا همیشه فصول تکرار می‌شوند ولی نه‌دریك سطح .

دراین مورد باید گفت تازه خود مدارزمین بشرطی بسته‌است‌که تغییر مکانهای خورشید را به حساب نیاوریم چه خورشید ما بنفسه در گردش‌گردبادی‌اجرام‌موجود درکهکشان بدورهسته مرکزی شریك‌است و زمین در این راه‌پیمائی همراه خورشید مسیری بسیار پیچ‌وخم‌دار 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 نداریم‌که درطی آن توالی اعمال اثرات‌متقابل (یا حالت) با وقوع یافتن جامعهٔ غیرقابل شمارشی ازاین «حالات»خاتمه یابد.

گرچه قیاس زیر غلط است ولی فرض محال محال نیست علیهذا تصور می‌کنیم‌که تمام‌عالم ازذرات مادی یکدست ویك‌طبقه مثلا فقط ازمولکول‌بوجود آمده باشد . جامعه حالات ممکن (اعمال اثرات متقابل ممکن) جنبه توالی یا Continuum خواهد داشت. اما علیرغم‌توالی جامعه، « حالات » مزبورمستقل وغیرقابل شمارش خواهد بود اما نامتناهی نخواهد بود .

بنابراین پس‌از یك مدت زمان نامتناهی که عالم بموجودیت خود ادامه میدهد حالات متناهی مولکولها خاتمه می‌یابد ودنیا به تعادل‌حرارتی‌یامرگ حرارتی‌میرسد وحال‌آنکه باید بپذیریم‌که ما دریك بخش وسیعی ازعالم‌درحال عدم تعادل بسرمیبریم که بدنبال پدیده‌ایکه احتمال وقوع آن کم‌است و تموج (Fluctuation) نام‌دارد بوجودآمده. باتجسم پدیدهٔ تموج درذهن‌این‌اندیشه

در خاتمه ، تغییرات کمیتی باید مولد و موجد تغییرات کیفیتی باشند لذا وقوع حالت جدید قطعی است .

آیا برایمان مقدوراست بدانیم این حالت جدید کدامست ؟

قبل از پاسخگوئی باین‌سئوال به‌عالم لایتناهی ودنیای ذرات‌ریز ابتدائی که باید برای شناختن آنها بکوشیم بازمیگردیم .

روزگاری مولکول را ذرهٔ لایتجزای ماده میدانستند . بعداتم را که سازنده مولکول است شناختند ، گرچه این واحد بسیارکوچك را نمیشد دید و فقط از روی خواص به آن پی می‌بردند . اتم لغتی است یونانی ومعنای دقیق‌آن ذره تجزیه ناپذیراست . اما تجزیه‌ناپذیری اتم افسانه‌ای بیش‌ازآب درنیامد .

بعدها ثابت شد اتم مرکب ازالکترون وهسته است ؛ بسیاری از دانشمندان گمان کردند با رسیدن به هسته و الکترون دانش به مرز ذرات مادی تجزیه‌ناپذیر رسیده است . اما در زمان ما که عصر انرژی اتمی‌است هرشاگرد مدرسه‌ای میداند هسته اتم‌سازمانی مرکب‌وپیچیده از ذرات ابتدائی است که قابل تجزیه وانفجار وترکیب است .

متواترمیشودکه کلیهٔ مولکولهای سریع دریك‌طرف وکلیه مولکولهای بطئی‌در طرف دیگر جمع شوند . برای تعدادکمی مولکولها امر مزبور امکان تحقق دارد ولی برای ذرات بیشمارموجود درعالم وقوع آن خیلی غیرمحتمل است .

بطوریقین‌نمی‌توان برای «آفرینش» عالم ابتدائی تصورکرد یعنی زمان عالم را متناهی انگاشت این تصوری باطل و پوچ است .

این‌را خوب میدانیم‌که عالم از ذرات مادی یکدست ویکنواخت‌فی‌المثل فقط ازاتم یافقط ازمولکول مرکب نیست بنابراین باید قبول کردعالم‌جامعه‌ای

اما الکترون چیست ودچارچه‌تحولی می‌گردد ؟ الکترون‌هنگام التصاق با پوزیتون (Positon یاآنتی الکترون درسلسله عوامل‌ضدماده) تولید انرژی وجرم می‌کند وطبق فرمول نسبیت انشتین بین این جرم و انرژی رابطه‌ای موجود می‌باشد و امروز دیگر کسی الکترون را گلوله ریز جامدی نمیداند که قابل هیچگونه تجزیه و تغییری نباشد .

لنین نوشت الکترون نابودشدنی نیست :

بله صحیح است؛ الکترون مثل هرذره‌ابتدائی‌دیگرچون‌پروتون ونوترون سازمانی پیچیده دارد . احتمال زیاد اینست‌که ذرات ابتدائی اجرام متراکم مادی هستند که در حال سکون وجود نخواهند داشت بلکه پیوسته درگیر لرزشهای نبضانی می‌باشند . در هرصورت این حال متناقض با وضع مشهود آنها نمی‌باشد .

ذراتی‌که‌دستخوش‌لرزشهای نبضانی‌هستند باحوزه‌های نیروئی‌که آنها را دربرمی‌گیرند وارداعمال اثرمتقابل می‌گردند وهرذره مهارشده درحوزه‌که‌خوددرایجادش دخیل بوده‌اگربحرکت درآید وراهی بازکند

است غیرقابل شمارش ازانواع ذرات ابتدائی و هرطبقه ونوع از ذرات یادشده ازذرات کوچکتر وریزترازخودی ساخته شده است .

مثلا میتوان یك سلسله ازذرات را که ازاجتماع آنهاسازمانهای‌بزرگتر تشکیل‌می‌شود باین‌ترتیب‌شرح داد : ← اتم ← مولکول ← ستاره ← توده مجتمعی‌ازستارگان. میتوان پذیرفت‌که تنوع فوق‌العاده انواع و طبقات ذرات اولیه مادی نتیجهٔ اعمال اثرمتقابل ماده وحوزه‌های نیروئی است‌که‌خودبوجود میآورد . ازهرنوع ذره ابتدائی درعالم تعداد نامتناهی وجود دارد .

مقداری انرژی بایستی صرف نماید لذا انرژئی که برای تشکیل‌حوزه خرج می‌شود و انرژئی که برای حرکت ذره در داخل حوزه مصروف می‌گردد ازانرژی درونی وپس‌اندازشده ذره کسرخواهد شد .

آیا پس از روبروشدن باعکس‌العمل، ذرات ابتدائی وضع قبلی خودرا ازلحاظ کیفیت و کمیت بازخواهند یافت ؟ احتمالا همیشه وضع قبلی تکرار نخواهد شد و در جریان لرزشهای نبضانی تدریجاً انرژی ذره ابتدائی‌کاسته خواهد شد . علیهذا جرم ذرات ابتدائی کم‌خواهدشد؛ یعنی ممکن است جرم ذره ابتدائی مقدار ثابتی نباشد .

درمرحله‌فعلی‌ازتکامل‌ماده‌جرم‌الکترون‌برابراست‌با ۹×۱۰^{-۲۸} گرم و جرم پروتون $۱/۷\times۱۰^{-۲۴}$ گرم. امادهمیلیارد سال پیش وزن بیشتری داشته‌اند وده‌میلیاردسال بعد احتمالاً وزن هرنوع ذره ابتدائی درعالم کمتر از مقدارفعلی خواهد بود . حقیقتاً تغییرجرم یك سلسله تغییر مختصات بدنبال خواهد داشت پدیده‌ایکه درنحوهٔ تکامل و تغییر دنیای ذرات ریز(Micromonde) دیدیم مارا به‌درك تکامل‌عالم‌درمقیاس وسیع کلمه رهنمون خواهد شد وثابت خواهد کرد تکامل و تغییر ماده چون حلقهٔ مسدودی صورت نمی‌گیرد .

جامعهٔ تمام اعمال اثرهای ممکن در بین انواع متفاوت ذرات ابتدائی مادی بدون هیچ‌حالت تکراری بصورت توالی یا (Continuum) درمی‌آید، بهمین‌دلیل انواع اعمال اثرهای مختلف فی‌مابین سازمانهای موجود درکیهان اختتام‌ناپذیراست وهیچ محاسبه ریاضی قادر به‌کشف پایان آن نیست تنهاکمکی که ریاضی‌دراین‌باره میکنداینست‌که اثبات می‌نمایدماده درتکامل لایتناهی‌خود مسیری مسدود ودایره‌وارطی نمی‌کند .

دراینجاازیکی‌ازاستدلالات‌تئوریك‌نیکلای‌ژوکفسکی (Nikolaï Joukovski) پایه‌گذار صنعت هواپیمائی شوروی یاد می‌کنیم .

اومی‌گفت فرض‌کنید دوجسم‌کروی‌شکل را دریك مایع غیرقابل فشرده شدن‌فروکرده وحجم این‌دوجسم‌کروی رامتناوباً کم وزیاد نمائیم یعنی آنها را بحال نبضان حجم درآوریم .

هرآینه نبضان احجام کروی مذکور هماهنگ و همزمان باشد بطوریکه زمان حدوث بزرگترین‌حجم اولی مصادف باهمان‌واقعه برای دومی باشد دوجسم‌کروی‌شکل یادشده همچون نیروی جاذبه یکدیگر را جذب خواهندکرد . فرمول جاذبه آنها درست همانند جاذبهٔ عمومی نیوتن است یعنی جاذبه بین دو کره متناسب مستقیم با انرژی ساطعه ازدوکره‌ومتناسب معکوس بامجذورفاصله آنها خواهد بود.

هرآینه نبضان احجام کروی طوری صورت گیرد که حدوث بزرگترین حجم برای یکی مصادف با حدوث کوچکترین حجم برای دیگری باشد دوجسم مزبور ازیکدیگر دورخواهند شد ونیروی فرار آنها ازیکدیگر را می‌توان باهمان فرمول محاسبه کرد .

البته مقایسه دوذره ابتدائی نبضان‌کننده‌که درمیدان حوزه‌اسیر است با دوجسم کروی که حجمشان کم وزیاد می‌شود مقایسه‌ای نیم‌بند ومشروط است .

اما این بیان درك تئوری هیدرودینامیك جاذبهٔ عمومی راآسان خواهد کرد . ممکن است‌که ذرات ابتدائی درحین نبضان ذرات بسیار ریزی ازانرژی که همان گراویتون باشد از خود پرتاب کنند و همین ذرات ابتدائی موجد حوزه جاذبه می‌باشند.

باین ترتیب جرم ذرات ابتدائی کاسته می‌گردد. اما شرح بسیط وگسترده تئوری نشان میدهد دراین‌گوشه ازعالم که درآن بسرمیبریم 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 ثابت‌جهانی (Les Constantes Universelles) نام دارند عوض می‌شوند. «ضریب ثابت جاذبه» رشد می‌کند. بارعالم‌ازنظرذرات ابتدائی نسبت به زمان کاهش مییابد. ضریب ثابت پلانك (Planck) تدریجاً کوچك می‌شود. اما سرعت سیر نور همیشه مقدارثابتی است.

آهسته وپیوسته ماده ازصورتی بصورت دیگر درمیآید. تدریجا تغییرات کمیتی رویهم انباشته می‌گردند و ناگهان با انفجاری تحولی کیفیتی حاصل میاید، این‌تغییرکیفیتی چگونه صورت می‌گیرد؟ هنوز نمیدانیم ولی محقق است که پایان عالم ماکه ازسه‌طرف به‌روی خود بسته شده وازیك طرف دامن‌گسترده‌ای دارد با تغییری کیفیتی‌صورت خواهد گرفت. ممکن‌است تغییرات کیفی که سرآغاز حلقه جدیدی ازگردش مارپیچ‌مانندتکامل ماده‌است درچنان مقیاس عظیمی تحقق‌یابد که حتی‌درتخیل ما نمی‌گنجد. اما بهرحال سرآغاز صورت جدیدی از ماده است که علی‌الابد درحال تغییراست وهرگز نابود نخواهد شد.

۷

ارباب عالم

سخنی چند در باب نتایج حاصله از این کتاب

به‌همانجاکه سخن را آغاز کرده‌ایم بازمی‌گردیم : روزگاری‌که آدمی‌مالك روی زمین،مرزهای تسخیرناپذیررا درنوردد وبه‌پیروزیهای درخشانی‌درکیهان دست یابد نزدیك است . آدمی ابتدا سیارات همسایه وآنگاه تمام سیارات منظومهٔ شمسی را کشف و تسخیر خواهد کرد و با جهشی به منظومه‌های خورشیدی نزدیك ما خواهد رفت . اما این هنوزآخرین قدم نیست .

اسرار نامکشوف عالم تمام‌شدنی نیستند و وسایل کار آدمی هم برای شناختن‌این‌رموزبی‌انتهاست، تنها قدرت مشاهده وتجزیه وتحلیل مشاهدات و ضبط زمان وثبت مکان نامتناهی درذهن‌آدمی بی‌انتهانیست بلکه اوقدرت ساختن وسایلی را داردکه بنفسه‌چون‌خالقی درتعیین‌مسیر امور طبیعی وهدایت آنها ذیمدخل است .

قبل از ظهورآدمی روی‌کرهٔ خاکی‌کلیه موجودات ذی‌حیات‌تابع

شرایط طبیعی بوده‌اند که دائماً درکارتغییربوده است. موجودات‌گیاهی وحیوانی که قدرت سازش و تطابق با محیط (آداپتاسیون) را نداشتند محوونابود گردیده‌اند . دیرین‌شناسان بقایای‌آنها را درلابلای طبقات معرفت‌الارضی بازمی‌یابند .

بلعکس آدمی از همان ابتدا طبیعت را به خدمت خود گرفت ، اینست که امروزه شبکه کانالهان عظیم برای آب‌رسانی به‌مناطق‌خشك صحراهارا درمی‌نوردندوآب‌چشمه‌هابه‌سوی سرچشمه‌هاهدایت‌میشوند، دریاچه‌های مصنوعی پدید میآیند وپیشنهاداتی در زمینهٔ تغییر مسیر جریانهای آبگرم اقیانوسها طرح می‌شودکه برمبنای‌آنها مسیرآبهای گرم دراقیانوسهای منجمده شمالی وجنوبی طوری تنظیم شود که آب وهوای معتدلی درسواحل‌پوشیده ازیخ وبرف ابدی قطبهای زمین‌ایجاد کند .

«سازوکار» آفرینش و تغییر، تابع قوانین حاکمه برهفت عنصر اصلی طبیعت واعمال اثر متقابل آنها میباشد .

دانشمندان در هررشته‌ایکه کار می‌کنند سرگرم کشف رازهای همین هفت عنصراند . هر دستگاهی که باشد بکاراندازندهٔ آن سرگرم پرداختن به‌همین هفت عنصراست .

اما نه ! دانشمندان هنوز رازهای سربمهر بسیاری از این هفت عنصر حتی ازماده جامد درپیش چشم‌دارند .

هنوزجزمدت بسیارکوتاهی‌ازبکاربردن نیمه‌هادیها(ترانزیستور) آنهم نه‌بطور کامل نمی‌گذرد . توسط همین نیمه‌هادیهاست که می‌توان مراکزی جهت تبدیل تشعشعات خورشید به انرژی الکتریکی بنا کرد

وتلویزیونهائی به‌اندازهٔ دفترچهٔ یادداشت ساخت یا یخچالهائی فوق‌العاده با صرفه درست‌کرد وهمچنین برای گرم‌کردن مساکن درزمستان به‌آنها توسل جست .

زمان زیادی از این کشف علمی نمیگذرد که پاره‌ای فلزات در حرارتهای نزدیك به‌صفرمطلق حالتی پیدا میکنندکه اصطلاحاً مافوق هادی (Superconductible) نامیده میشود . ازاین کشف هنوز درهیچ 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 . اخیـراً موفق به دست‌آوردن کریستـال فلزی شده‌اند که مقاومت آن هزاربار بیشتر از بهترین فولادهاست. اما هنوز بسیاری‌ازمواد که قدرت تحمل شش‌هفت‌هزار درجه حرارت داشته باشند، فلزات چون شیشه شفاف وشیشه‌های چون فلزسرسخت درانتظارکاشفین‌خودهستند.

ماده سیال یا مایع کمترازجامدات جالب وحیرت‌انگیز نیست . دراعماق 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 مایعاتـی هستند که طبایعی جزمایعات معمولی داشته باشند یعنی درجهٔ سیالیت آنها باتغییرحرارت عوض نشود وازنزدیك صفرمطلق تاچندهزاردرجه بالای صفر بخار نگردند وفقط مثل کائوچو افزایش حجم بیابند .

اما گازها ! گمان میکنید که تمام خواص آنها را شناخته‌ایم و کلیه موارد مصرف‌آنها را کشف‌کرده‌ایم ؟ گازهای رقیق درلوله نئونی

با شعله‌ای سرد و آرام میسوزد ولی باید پرسید تنها مورد مصرف شفق قطبی (l'aurore boréale) درروی زمین همین است . موج شوکی که از پروازهواپیمای مافوق‌صوت حاصل‌میشودمیتواند روی‌زمین‌ویرانی‌هائی ایجاد کند ، اما چرا ازهمین موج شوك برای ساختن چیزی استفاده نکنیم ؟

پلاسما اقیانوس نامکشوفی است و در همین اقیانوس جزایـر و قاره‌هائی موجود است که بایستی آنها را شناخت . اینهـاست اسرار مراکز برق حرارتی هسته‌ای (ترمونوکلئر) و خورشیدهای مصنوعی و پروازهای بین ستارگان .....

اما جالب توجه‌ترین اشکال ماده حوزه‌های مغناطیسی،جاذبـه‌ای و هسته‌ای می‌باشند می‌توان این لیست را و مواردی را کـه هنوز راه استفاده‌ازآنرا نمیدانیم بی‌نهایت طویل‌کرد . چه بسیارچیزهای‌تماشائی ودانستنی‌درروابط بین این هفت عنصر طبیعت هست .

جامعهٔ بشری هنوز بسیارجوانست . تاریخ قدیمی‌ترین تمدنهای او فقط به‌پنج تا هفت‌هزارسال قبل تعلق دارد .

کمی بیش‌ازپنجاه سال ازنخستین تکامل جوامع بشری روی کره خاکی می‌گذردکه امکان مطالعه وبهره‌برداری خلاق ازنیروهای‌طبیعت را بطورکامل دراختیارانسان می‌گذارد، چه زنجیرهای اجتماعی‌تاکنون آدمی را اسیر ساخته بود .

چه بسیار پیشرفتهای شگرف درحال وآینده برای انسان تدارك شده است . آیا آنروز نخواهد رسید که آدمی محور میل کرهٔ زمین را جابجا کند تابهاری‌جاویدان برزادگاهش حکومت‌کند؟آیاروزگاری

نخواهد رسید که دورتادورکرهٔ زمین غلاف شفافی بکه میزان تابش نور خورشید را کنترل کند ؟ ممکن است آدمی توفیق یابد که مدار سیاره خود را عوض کرده دهها میلیون کیلومتر به خورشید نزدیك‌تر شود . اما یك‌چیز حتمی است ، آدمی درپیاده‌کردن طرحهای‌خودجهت بخدمت‌گرفتن‌عناصرعالم موفق‌خواهد شد . بلی‌سیارات مجاورروزگاری مسکون خواهند شد ، بلی سرانجام سیستم‌های سیاره‌ای خورشیدهای مجاور نیز آدمی را درآغوش‌خواهند گرفت ولی درآن حال نیزاندیشه 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