

این یک سیاهچاله است!

دانش بدون مرز

جناب البرت و لنون افتاده اند
توش!

سیاهچاله

با احتیاط بریم
نزدیک ببینیم!

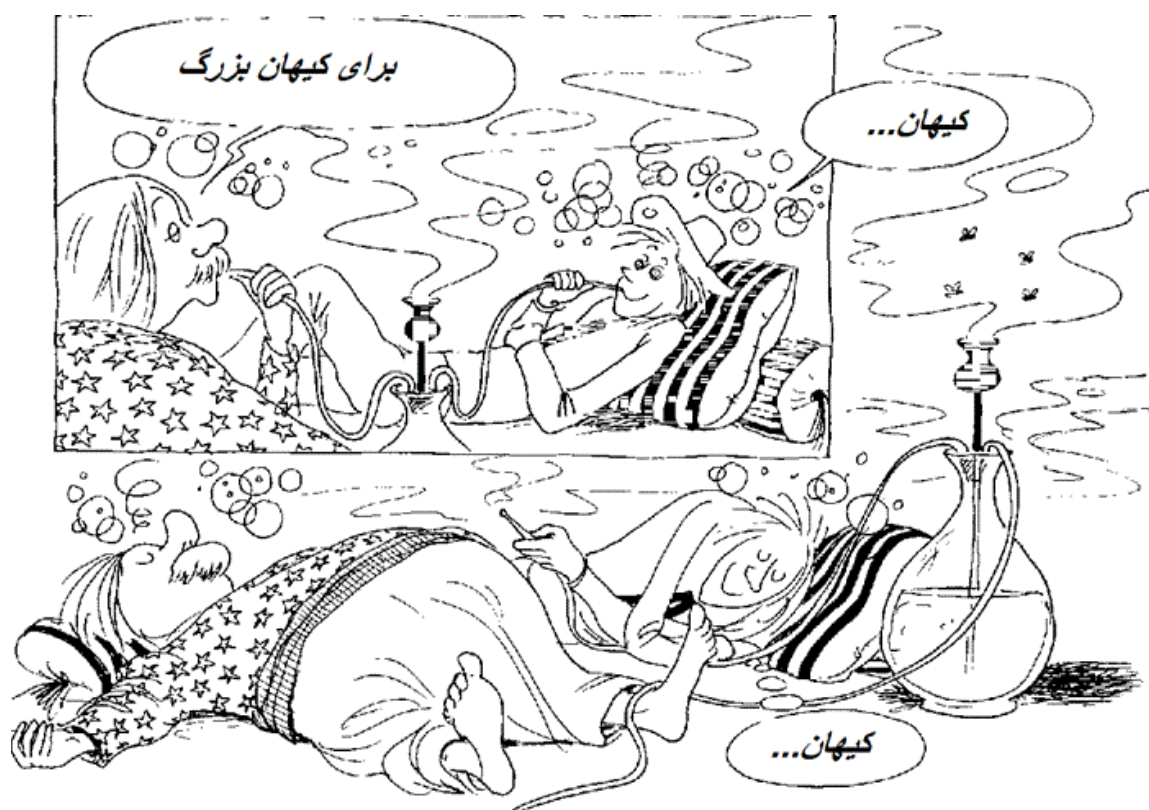
فکر میکنی بتوانیم
آلبرت کاری بکنیم؟

نوشته‌ی: ژان - پییر پتی

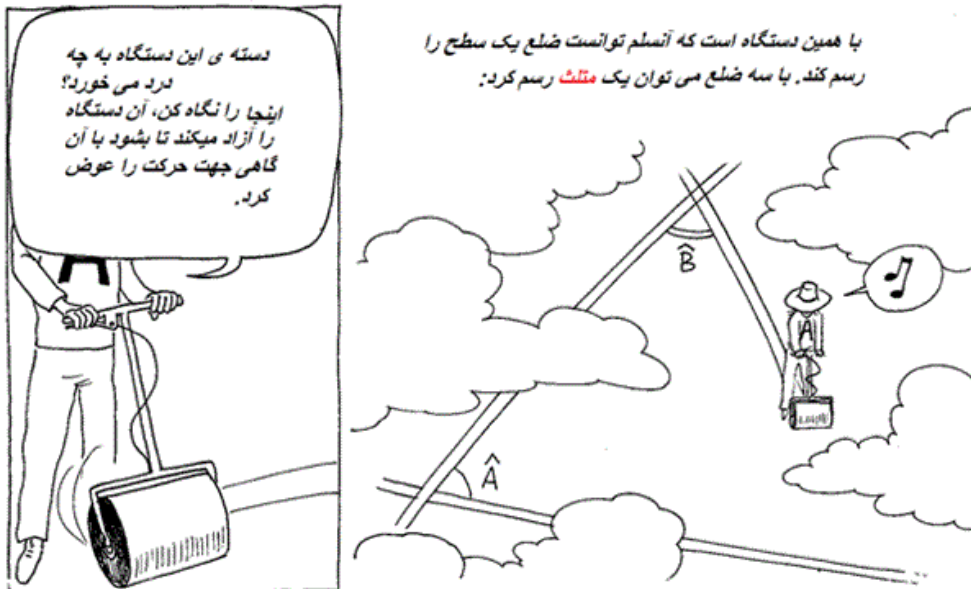
غیر ممکن است، بنظر نمی
آید که خط ژئودزی ما خط
ژئودزی آنها را قطع کند.

برگردان: شیرزاد کلهری



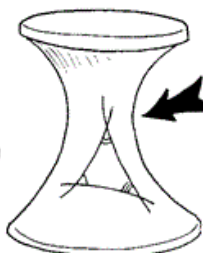
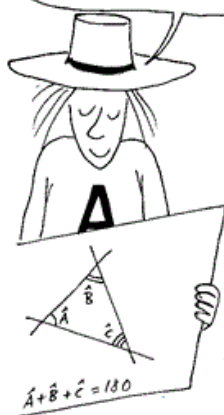


برای بار چندم آنسلم بر می خیزد و برود تا جهان مه آلود را ارزیابی کند...



یک مساحت فضایی است با دو بعد. یعنی اینکه دو تا اندازه لازم است تا جایگاه یک نقطه را روی آن تعیین کنیم. دو محور مختصات.

حال نگاه کنیم ببینیم که فضا اقلیدسی است یا نه! اگر اقلیدسی باشد بایستی مجموع زوایای مثلث من 180 درجه باشد

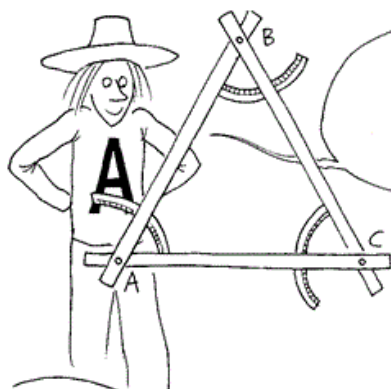


هنگامیکه فضا انحنای منفی داشته باشد مجموع زوایای مثلث کوچکتر از 180 درجه می شود.

در فضایی که انحنای مثبت دارد مجموع زوایای مثلث بزرگتر از 180 درجه می شود



جهانی با انحنای متغیر



من وسیله ای برای اندازه گیری انحنای پیدا کرده ام. این وسیله شامل سه صفحه ی نازک است که می تواند بر راحتی روی مهره های A, B, C جابجا شود.



فقط کافیست که آنرا روی سطح مورد نظر بگذاریم و با تقاله هائی که در سه راس آن نصب شده است زوایا را اندازه بگیریم.

این برآمدگی که روی این صفحه می‌بینید شامل منطقه‌ای مرکزی با انحنا مثبت است، که بوسیله‌ی منطقه‌ای با انحنا منفی احاطه شده است.



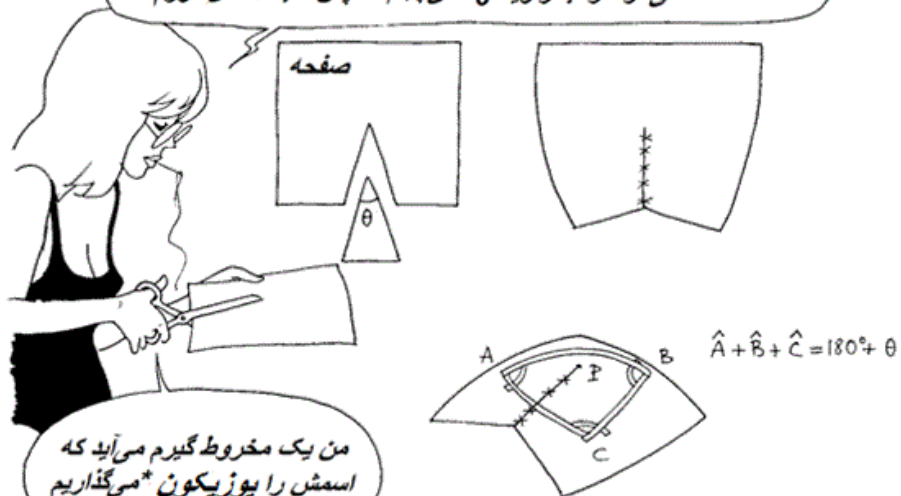
نقاط مخروطی



سوفی، چه اتفاقی می‌افتد؟ اگر مثلث روی ابزار، شامل نقطه‌ی P نباشد؟
هان انحنای صفر را نشان می‌دهد.



یک نقطه‌ی مخروطی است. اینجا رو نگاه کن، حالا یک صفحه برمی‌دارم و
مثلثی از آنرا با زاویه θ می‌چینم، سپس آنجا را می‌دوزم.



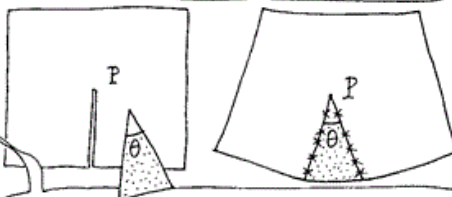
من یک مخروط بگیرم می‌آید که
اسمش را پوزیکون* می‌گذاریم



شما می‌توانید با یک تیکه کارتون آنرا امتحان کنید. یک نوار چسب
به شما کمک می‌کند که خطوط هندسی را رسم نمایید.

*پوزیکون بمعنی مخروط با انحنای مثبت بکار برده شده ما از این به بعد آنرا بطور خلاصه
مخروط مثبت خواهیم نامید.

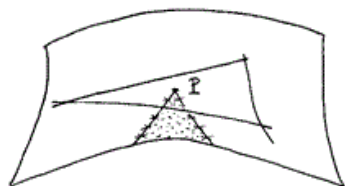
خوب. پس حتی اگر مثلث من نکاش هم روی یک شکل مخروطی باشد باز همچنان مجموع زوایا بیشتر از 180 درجه خواهد بود!



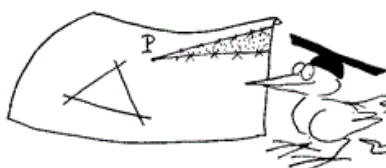
قدری صبر کن! حال می‌خواهم صفحه‌ام را ببرم و ایندفعه به جایش یک مثلث با زاویه θ بدوزم.



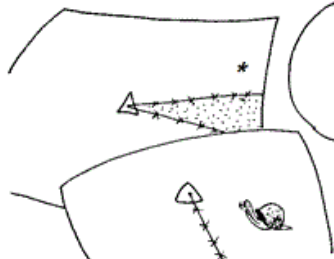
این حالا یک مخروط منفی می‌شود.



یکبار دیگر مثلث ما شامل نقطه P می‌شود اما ایندفعه مجموع زوایای ما $180 - \theta$ است.



اما این بار هم که نقطه‌ی ما خارج مثلث قرار گرفته مجموع زوایا 180 درجه است

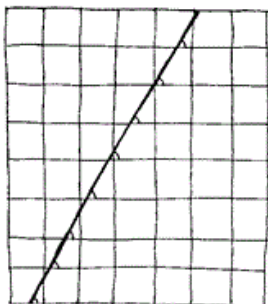


این خاصیت مخروطی، چه خیلی بزرگ باشند و چه خیلی کوچک به بزرگی مثلث‌ها بستگی ندارند.



*نگاکون در مقابل نگاتیو مخروط بکار برده شده است که ما آنرا مخروط منفی، چه اهم نامند.





ما صفحه ای تخت بر می‌داریم و آنرا به خطوط موازی چنان می‌بریم که شکل راه راه منظمی داشته باشد. منظور ما اینست آنرا بصورتی انجام می‌دهیم گو اینکه آنرا با آجرهای مربعی سنگفرش کرده باشند. حال ما مسیری را روی آن چنان انتخاب کنیم که تمامی زوایایش بیک اندازه باشند و آنرا چنان ببریم که چندین مربع را ببرد این مسیر شکل خود خطوط موازی را در صفحه بخود می‌گیرند.
هینت مدیره

اما چرا اینکار را برای یک کره انجام ندهیم؟

بسیار هشیارانه، سعی کن یک کره را با آجرهای مربعی مجاور هم سنگفرش کنی، آتموقع به حرف من می‌رسی!

نصف‌النهارهای یک کره کوتاهترین خطوطی هستند که می‌توان روی کره رسم کرد. مسیری که زاویه ای غیر از 90 درجه روی کره داشته باشد آخرش به یکی از قطب‌ها ختم می‌شود.

حرکتی با نرخ نامتغیر به ... قطبها ختم می‌شود





اگر من نصف‌النهارها را روی کره با زاویه‌ی 90 درجه
ببرم من مسیری با هم موازی را طی خواهم کرد.

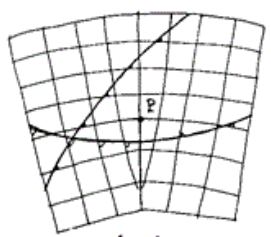


اینو بدان که خطوط موازی
در اینجا هم ارتفاع نیستند*.

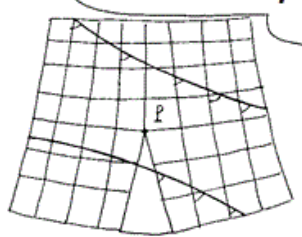


من می‌خواهم یک صفحه را،
صفحه‌ی اقلیدسی را با اجزاء
مسطح چهار خانه پر کنم.

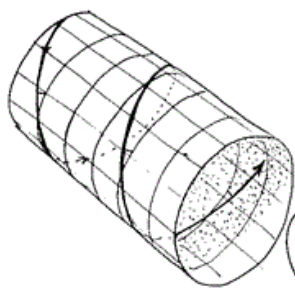
اگر من خودم را چنان حرکت بدهم و این توری را
با زاویه‌ی معینی ببرم، بشرطیکه بندها را درست
سرچایشان بگذارم، یواش یواش من به یک خط هندسی
هم ارتفاع دست خواهم یافت.



مخروط مثبت



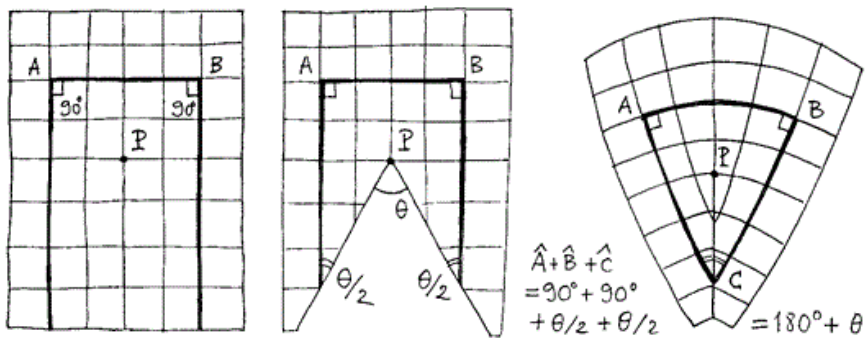
مخروط منفی



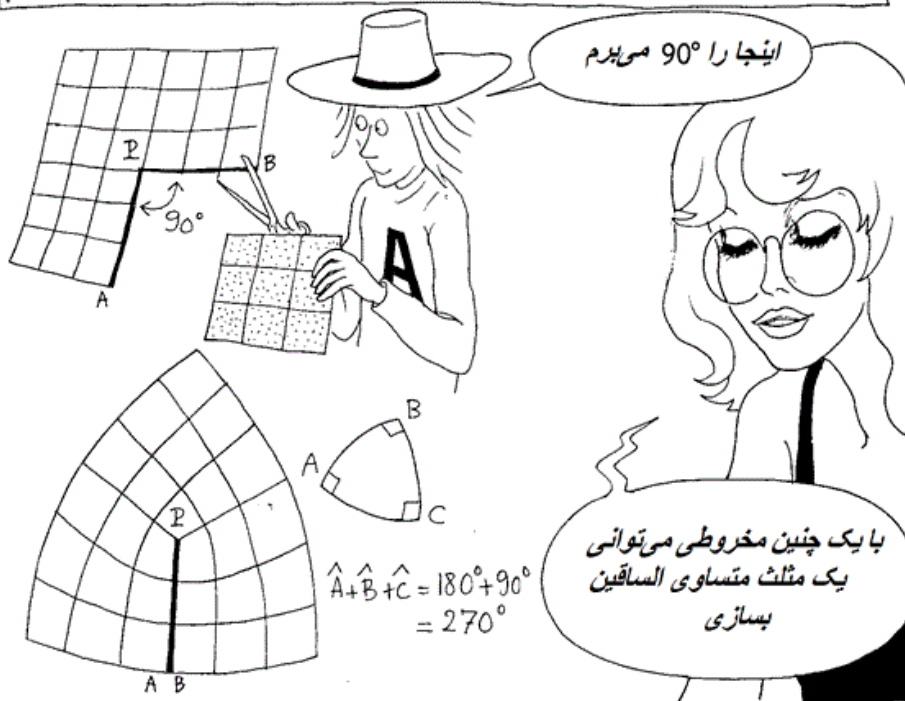
بهمان سادگی تو هم به خطوط هم ارتفاع یک استوانه
دست خواهی یافت، اما به شکل یک فنر باز.

(* ما نمی‌توانیم آنرا روی کره بوسیله‌ی نوار چسب رسم کنیم. (بجز روی خط استوا)

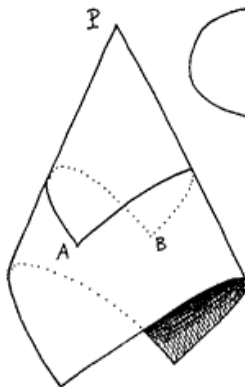
بدین دلیل است که مجموع زوایا در یک مخروط مثبت بزرگتر از زاویه‌ی پریده شده‌ی θ می‌شود.



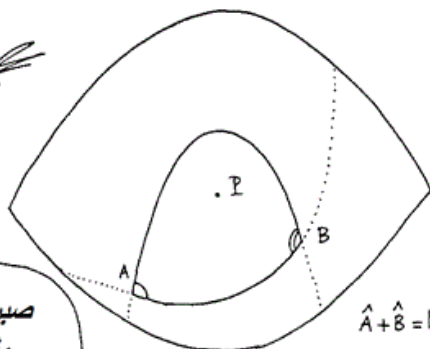
آنسلم اکنون می‌خواهد مخروط‌های جدیدی بسازد، که در آن نظم شبکه‌ها حفظ شوند.







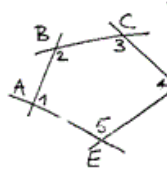
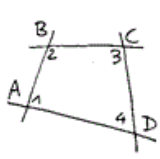
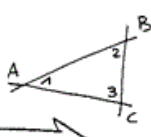
ما بر روی این مخروط می‌توانیم یک دو زاویه‌ای رسم کنیم که مجموع زوایایش 180 درجه باشد.



صبرکن! صبرکن! حالا من نمی‌فهمم... ما از مثلث حرف زدیم. اما اکنون ما دو زاویه‌ای داریم. چرا یک زاویه‌ای نداشته باشیم!؟

مخروط از زاویه‌ی دید بالا

همه‌ی این اشکال چند زاویه‌ای و چند ضلعی هستند.



روی یک صفحه

مجموع زوایا برای یک

...الآخر

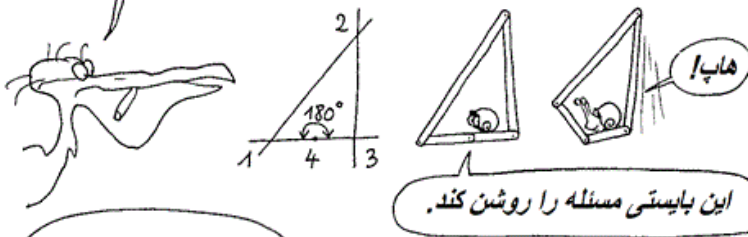
- مثلث 180°
- چهار ضلعی $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$
- برای یک پنج ضلعی $180^\circ + 180^\circ + 180^\circ = 540^\circ$

من موافقم!

اما اضلاع یک دو ضلعی بر روی صفحه روی هم می‌افتند.

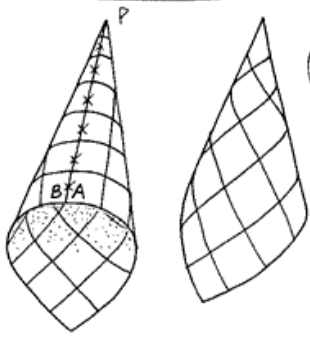
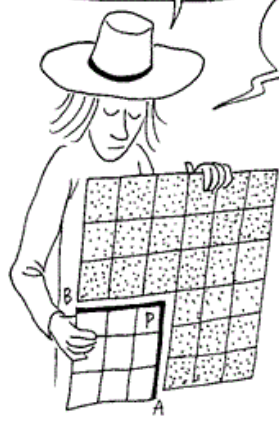


چرا وقتی یک نک می‌گذاریم مجموع زوایا 180 درجه می‌شود؟



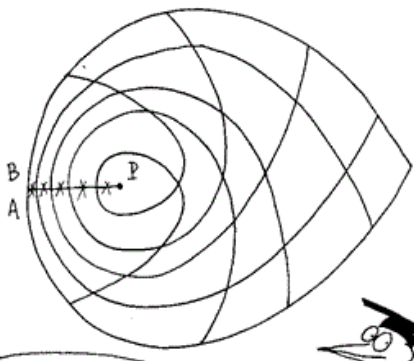
خوب، ادامه می‌دهیم...

حالا من یک چهارم یک صفحه را بر می‌دارم.



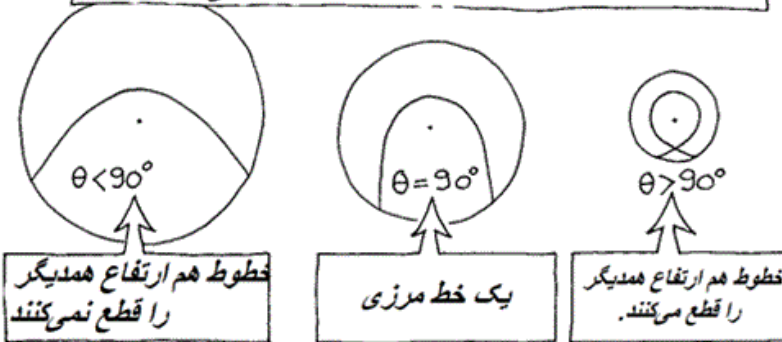
شبیبه دستمال سفره شد.

وقتی از سوراخ ته آن نگاه می‌کنم...

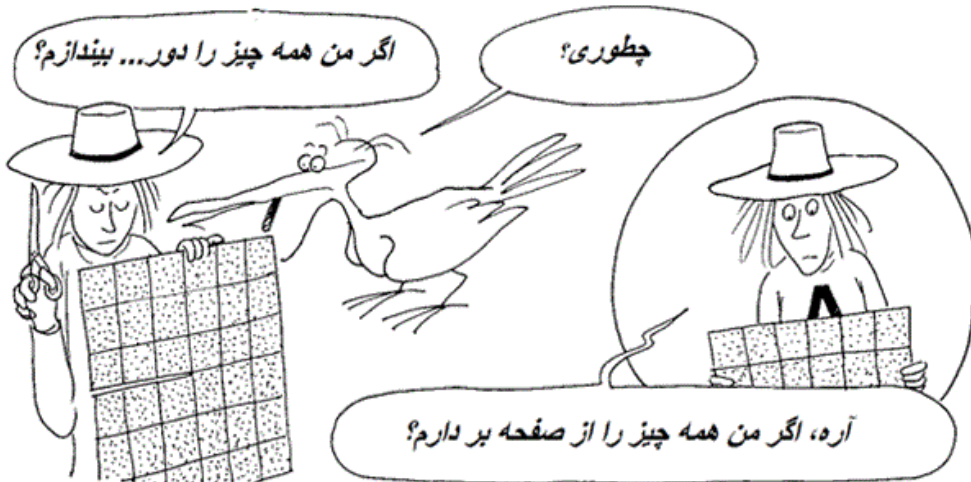


آنسلم اینطوری می‌بیند.



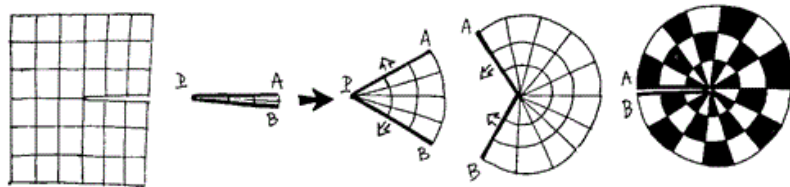


طرح نهائی





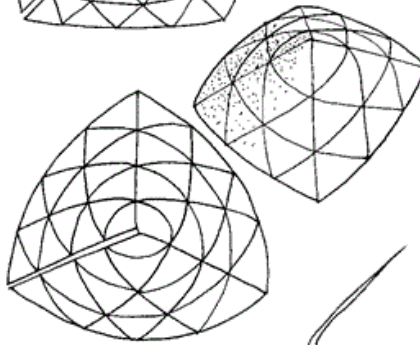
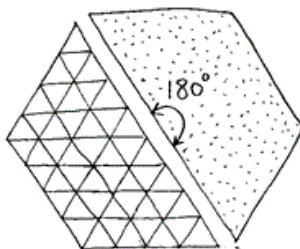
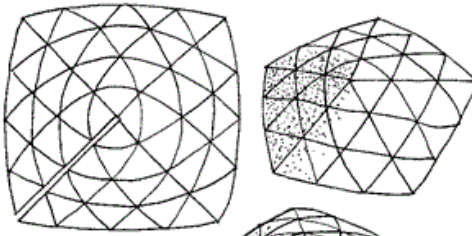
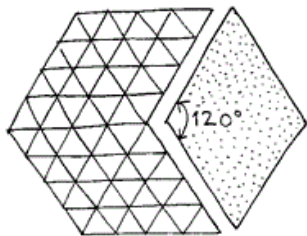
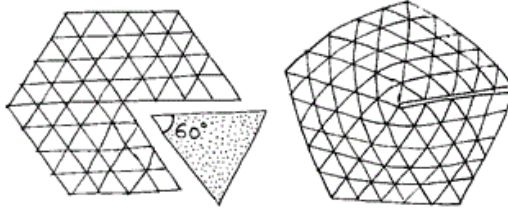
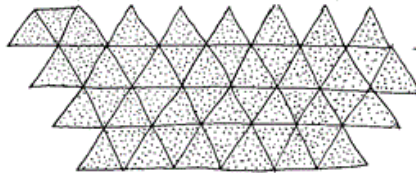
با از بین بردن تمامی طرح و بکارگیری این روش، اینرا بدست می آوریم:



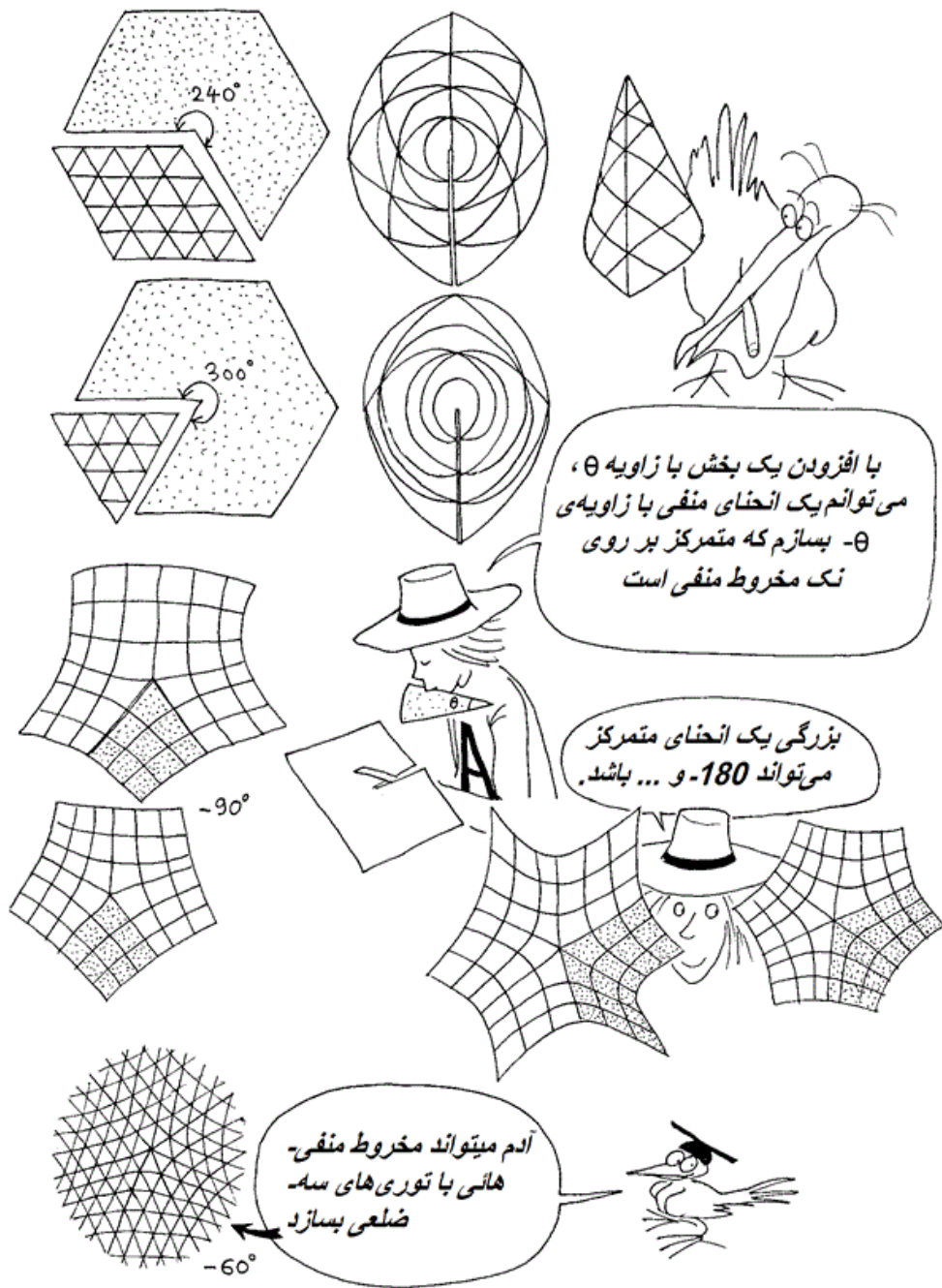
چند لحظه پیش من صفحه‌هایی را با سنگهای چارگوش فرس
کردم، اما حالا می‌خواهم همین کار را با مثلث‌ها انجام دهم.



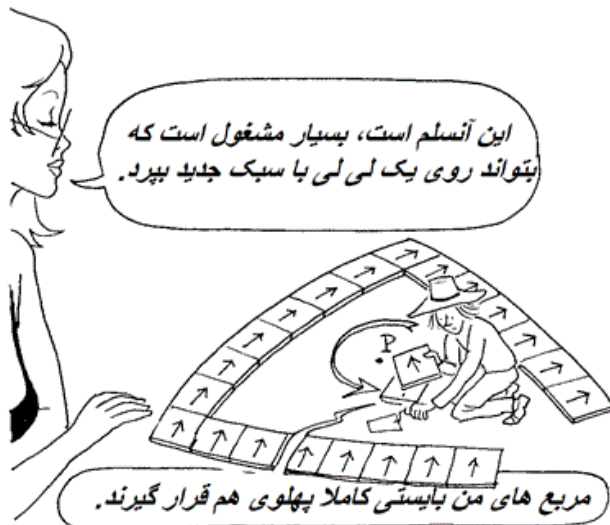
یا باش گوشه‌ها



این توری‌ها با مثلثهای متساوی‌الساقین اجازه ساختن
مخروطهایی با زوایای 60° , 120° , 180° , 240° و یا
 300° درجه را می‌دهد.

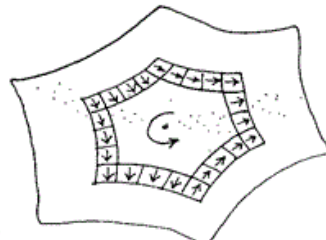
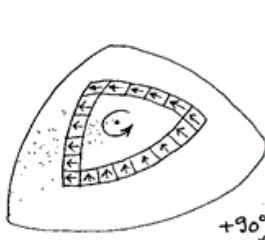
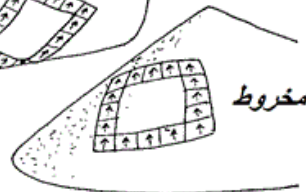
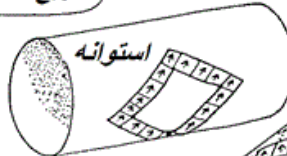
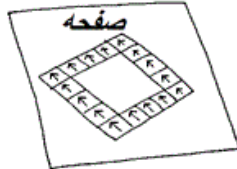


اندازه گیری انحناء



بازی شامل این می شود که نقطه ی مرکزی انحناء را با دارا بودن فلش های روی مربعها محاصره کنیم. زاویه ی هر فلش دور و بر P اندازه ی کامل چرخش مستقیم انحنای θ است.

چند تا مثال:
صفحه، استوانه،
مخروط (بدون
محاصره راس آن):
بزرگی انحنای برابر
با صفر.

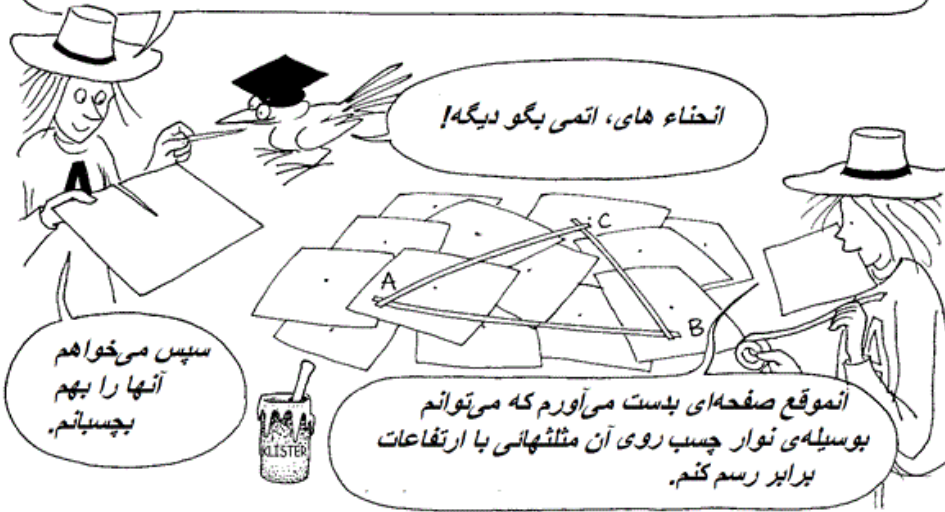


-180°
مخروط منفی -180°

مخروط مثبت $+90^\circ$

ما دور نقطه به هر جهتی که می خواهیم می چرخانیم. اگر فلش ها در همان جهت بچرخند، بدین معنی است که ما مخروط مثبت داریم. اما اگر آنها به جهت مخالف بگردند، به معنی مخروط منفی است.

می‌خواهم با زاویه‌های بسیار کوچک θ ، مخروط‌های مثبت بسازم.



انحناء‌های، اتمی بگو دیگه!

سپس می‌خواهم
آنها را بهم
بچسبایم.

انموقع صفحه‌ای بدست می‌آورم که می‌توانم
بوسیله‌ی نوار چسب روی آن مثلث‌هایی با ارتفاعات
برابر رسم کنم.

مجموع زوایای مثلثها 180 بیشتر از مقداری می‌شود که از مجموع
زوایای راس‌های مخروط‌های اولیه‌ای که مثلث را پر میکنند.
هیئت مدیره

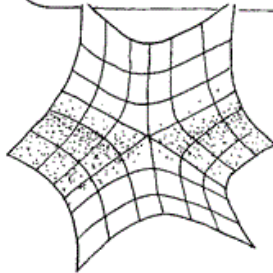


انچیزی که ما آنرا سطح خمیده می‌نامیم می-
تواند مانند مقایر زیادی از مخروط‌های ریز
بهم چسبیده تلقی شوند.

آدمی می‌تواند مخروط‌های مثبت یا مخروط‌های مثبت
و منفی را بهم بچسباند.
در این صورت هر چقدر تعداد انحناء‌های بهم چسبیده بیشتر باشند
مجموع زوایا به 180 درجه جبری نزدیکتر می‌شود.

سرهم بندی

سوفیا، اگر ما چند مخروط منفی را بهم بچسبانیم چه پیش می‌آید؟



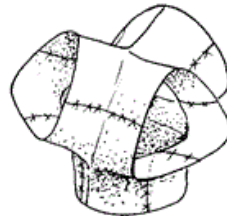
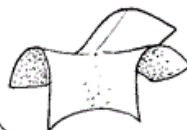
بعنوان مثال یک
مخروط منفی

$$\theta = -180^\circ.$$

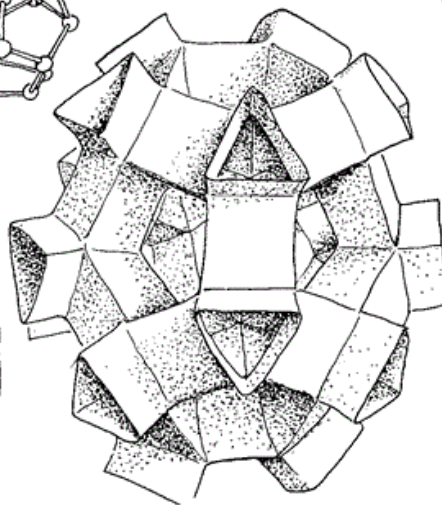
خطوط بیرونی آنها یک
شش ضلعی با گوشه هانی
که زاویه‌ی 90 درجه می-
باشند، خواهد ساخت.

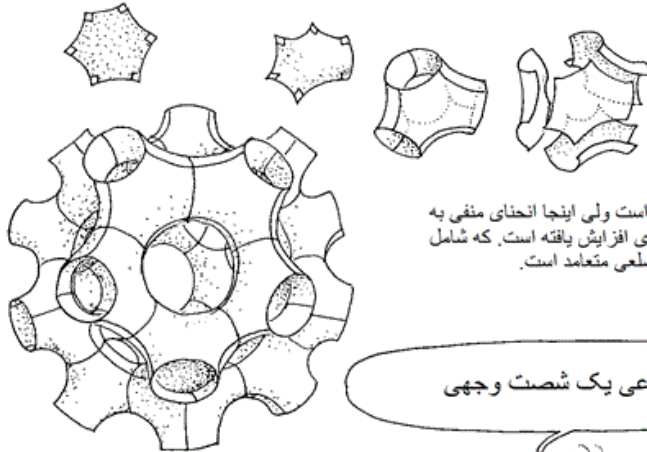


ابتدا چهار تا چهار تا بهم
می چسبانیم



اگر تو بیست تا را بهم
بچسبانی، چیزی با انحنای
منفی بدست می آوری.
هر جزء روی یکی از بیست
گوشه‌ی یک دوازده سطحی
می چسبند.





همان چیز سابق است ولی اینجا انحنا منفی به واحد های زیادی افزایش یافته است. که شامل شصت شش ضلعی متعامد است.

بنوعی یک شصت وجهی

شبه مهره ی ستون فقرات دوازده سطحی است.

اگر تو یک کاشیکار بودی و زمین را با کاشی های شش وجهی متعامد فرش می کردی، اینجوری دیده می شد.

دوست عزیزم، من شنیده ام که اگر ژن های یک هلزون را عوض کنند. آدمی می تواند چنان کند که صدف آن ...

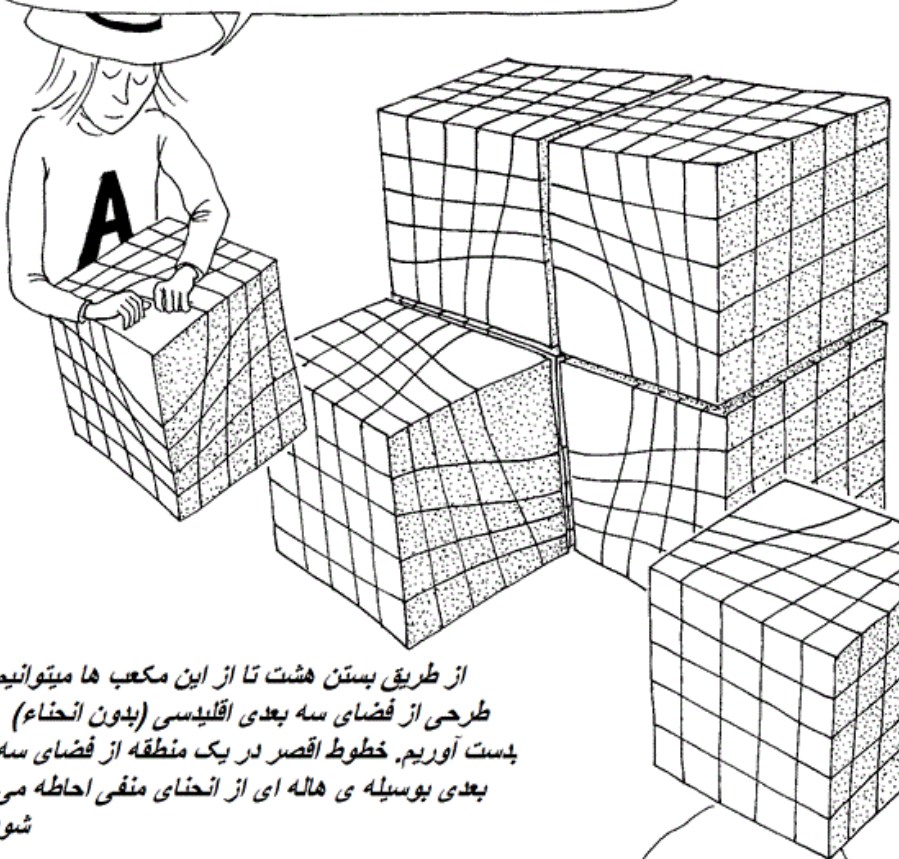
این مثال نشان می دهد که چگونه این انحنا به فرم اشیاء اثر می کند

وحشتناکه!

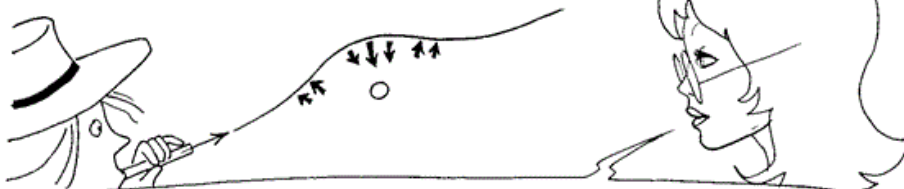
سه بعدی ها



و حالا می‌خواهم کش‌ها را اینگونه ببندم:

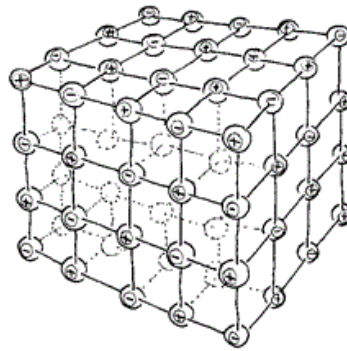
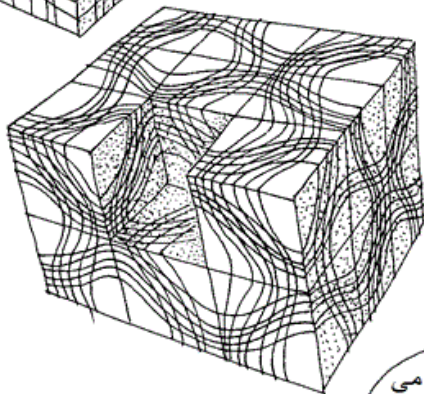
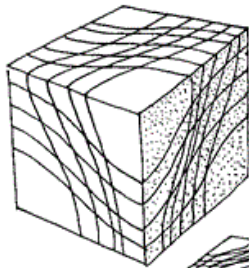


از طریق بستن هشت تا از این مکعب‌ها می‌توانیم
 طرحی از فضای سه بعدی اقلیدسی (بدون انحناء)
 بدست آوریم. خطوط اقصر در یک منطقه از فضای سه
 بعدی بوسیله‌ی γ هاله‌ای از انحنای منفی احاطه می
 شود



با شبیه‌سازی خطوط اقصر با خطوط مسیر آن آدمی ابتدایه دافعه،
 و سپس به یک کشش، و سپس به یک دافعه می‌رسد

از طریق بستن نخ بدین طریق و قرار دادن مکعب‌ها بروشی مناسب، میتوان تصویری از ساکنان زمین را با انحنا مثبت و منفی ساخت.



وقتی از نزدیک بدان نگاه میکنم. بنظر می آید که تغییر شکل یافتگی، مکعب‌هایی را که فضای سه بعدی را پر کرده اند، تحت تاثیر قرار می‌دهد



نگاه کن، جالب است. من توانستم اینهمه مکعب عجیب و غریب را روی هم گذاشته و فضا را پر کنم.

تصاویر (تصویر فکنی‌ها)







ظاهرا این شیئی شامل دو سطح شفاف، با چین خوردگیها و ورم کردهگی هاست، ولی مشابه هم بوده، نزدیک همدیگرند.

و این همان است که اجازه میدهد که توپهای کوچکی را بین آن دو با در نظر گرفتن مسیر حرکت آنها شلیک کنیم.

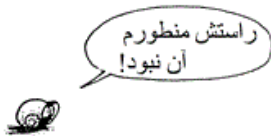
مسیر حرکت آنها بستگی به سرعت اولیه ی v ندارد چرا که ما فرض کردیم این سرعت در تمامی مسیر ثابت باقی بماند. هیئت رئیسه

در حالت خاص نشان میدهد که تمامی مسیرهای حرکت ممکن خطوط ژئودزی هستند. (اما اگر نیروی کششی بود، اینگونه نمی شد.)

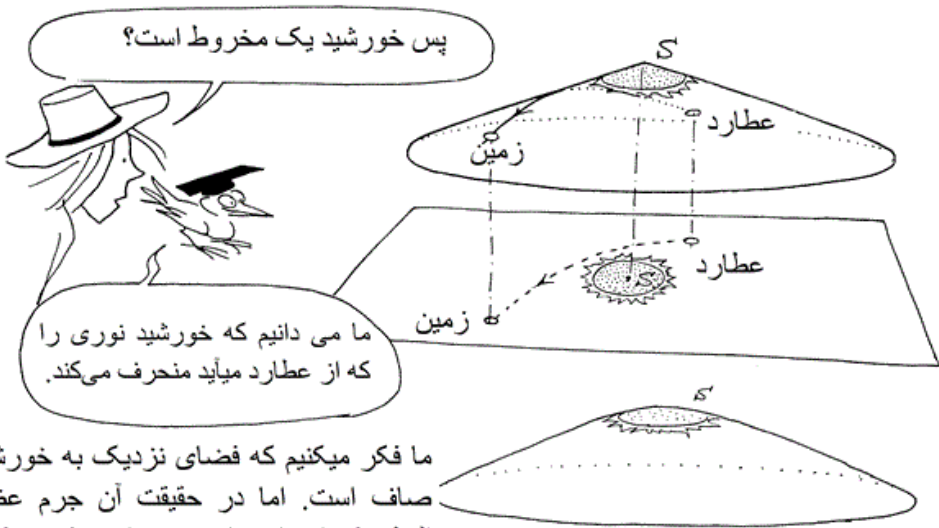
نگاه کن!
لامپ مسیر حرکت را بر کف کپسول فضائی ما تصویر می کند.

آنکسی که تنها این سایه ها را دیده است، بایستی فکر کند که آن چیزی که در این سطح حرکت می کند تحت تاثیر یک نیروی میدان فرعی است.





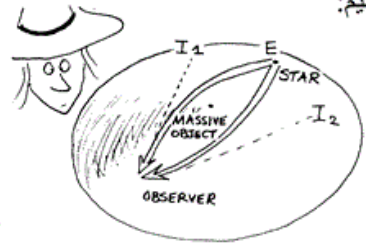
ماده و جرم



پس خورشید یک مخروط است؟

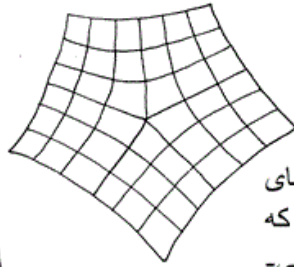
ما می دانیم که خورشید نوری را که از عطارد میآید منحرف می‌کند.

ما فکر میکنیم که فضای نزدیک به خورشید صاف است. اما در حقیقت آن جرم عظیم الجثه یک انحنای مشخصی را معرفی می‌کند. ولی چون خورشید یک جرم نقطه‌ای نیست ما آنرا با یک مخروط ناقص بدون تک مشخص می‌کنیم:



یک شیئی چگال فضا را می تواند چنان انحنای دهد که یک ناظر بتواند از یک ستاره E دو تصویر I₁ و I₂ را همزمان مشاهده کند: این یک اثر لنز گرانشی است که مشاهدات اخیر آنرا نشان داده اند.





آنها مرا بیاد "جرمهای منفی می اندازند"، که تولید نیروهای منفی می-کنند. جهانی پر از جرمهای منفی بایستی عجیب غریب باشد.

جرمهای منفی به جای تولید کهکشانشانها و ستارگان، بایستی حبابها، و پوچی‌های بزرگی را درست کرده باشند. پس بایستی اجتماع کهکشانشانها بدین وسیله از هم جدا شده باشند. بمانند اینست که یک فرم عجیبی از بافتهای سلولی درست کرده که در آنها سلولها از هم دیگر چند 200 میلیون سال نوری ای فاصله دارند.



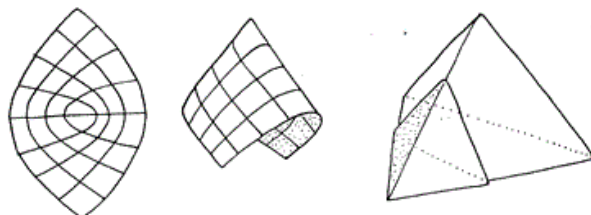
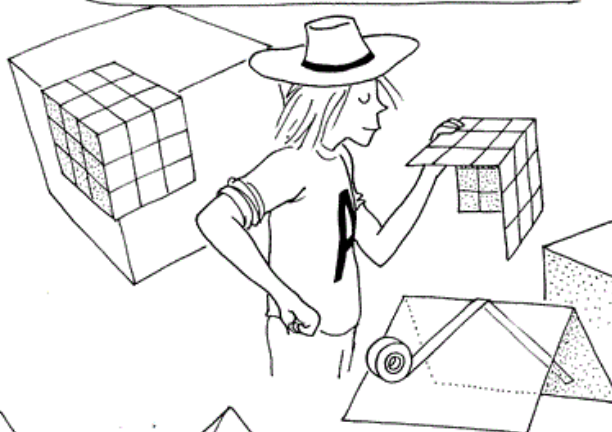
بنابراین گرانش می‌توانست در فواصل بسیار دور خود را دافعه نشان دهد.

چندوجهی



انسلم، تو بایستی بوسیله‌ی، مثلا یک نوار چسب خطوط ژئودزی را برای یک سطح نشان دهی.

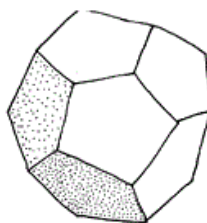
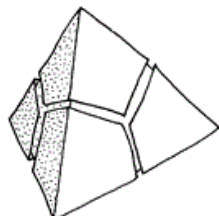
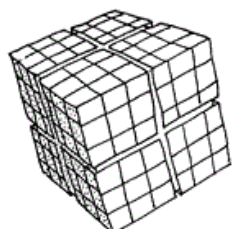
اگر این مخروط را با زاویه $\theta = 90^\circ$ درجه تا کنیم خطوط ژئودزی را تغییر نمی‌دهد، بلکه بیشتر و بهتر به یک مکعب وصل می‌شود.



به همین نحو هم می‌توانی با سه بار تاه کردن روی این مخروط $(\theta = 180^\circ)$ بنحوی که به گوشه‌های چند وجهی منظم متصل شود.



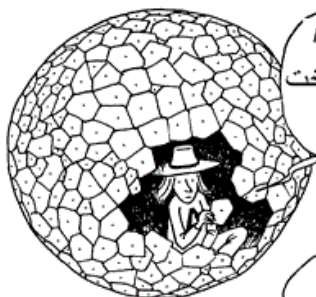
یک فضا بایستی باز یا بسته باشد



با هشت گوشه ی $(\theta = 90^\circ)$
می توان یک مکعب
 $90^\circ \times 8 = 720^\circ$
درست کرد.

با چهار گوشه ی $(\theta = 180^\circ)$
می توان یک چهار وجهی منظم
 $180^\circ \times 4 = 720^\circ$
درست کرد.

با بیست گوشه ی $(\theta = 36^\circ)$
می توان یک بیست وجهی منظم
 $36^\circ \times 20 = 720^\circ$
درست کرد.



بنابراین، می توان با چیدن تعداد زیادی مثلا به تعداد N
وجه ریز و کوچک با زاویه ی θ یک چند وجهی ساخت
 $N \times \theta = 720^\circ$ که نزدیک به یک کره باشد.

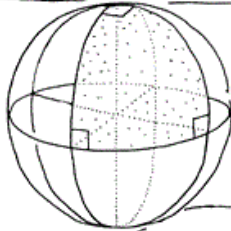
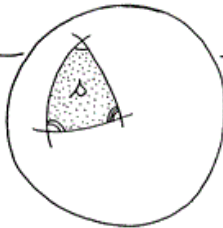
طبیعی است، چرا که کل انحنای
یک کره 720° است.

حالا دوست عزیزم از
آن تو بیا بیرون!

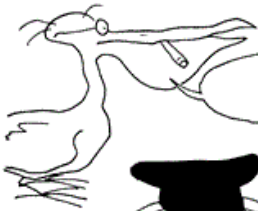


روی کره انحناء بطور مساوی تقسیم شده است. بنابراین جمع زوایای مثلثی که روی آن کره رسم شود برابر می شود با $\frac{4\pi}{3} \times 180^\circ + 720^\circ$ که در آن s مساحت مثلث و S مساحت کره است. بقیه ی رابطه: یعنی $\frac{4\pi}{3} \times 720^\circ$ بزرگی انحنای متعلق به مثلث را نشان می دهد.*

هیئت مدیره!



بعنوان مثال: این مثلث یک هشتم سطح کره را شامل می شود.
 $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ + \frac{720^\circ}{8} = 270^\circ$
 که درست است چرا که هر زاویه 90° است.



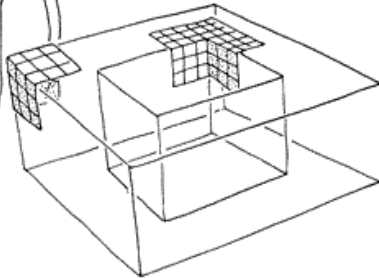
مهرکه!

به همین روال، اگر چگالی متوسط فضای سه بعدی ما (منظور بزرگی انحنای بر واحد حجم) از مقدار 10^{-29} gm/cm^3 تجاوز کند، این فضا بخودی خود بسته می شود.



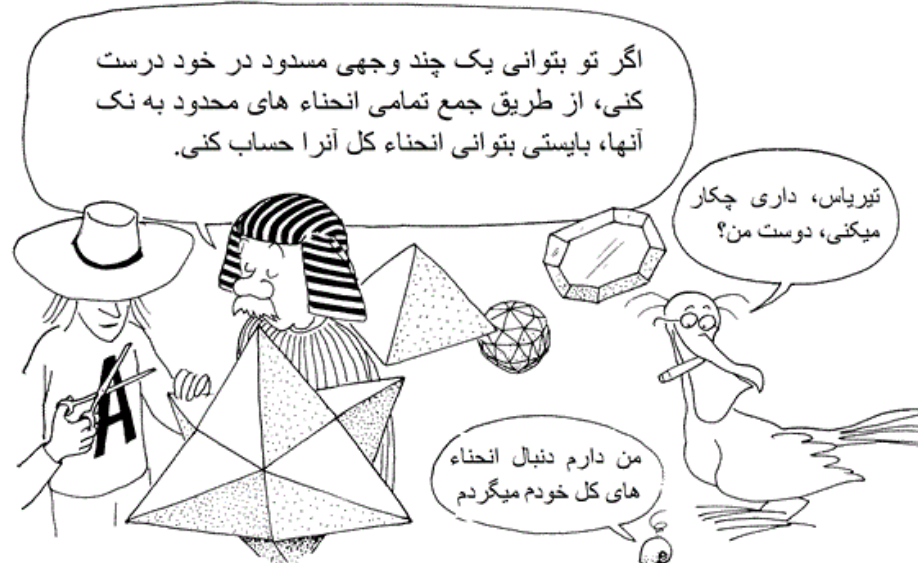
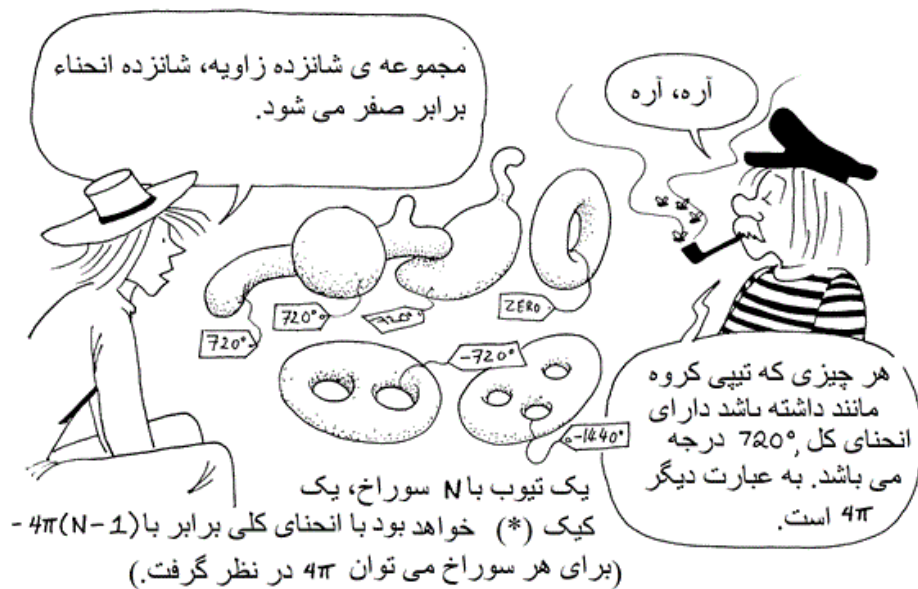
بگو ببینم آقای آلبرت، برای یک تیوب انحنای کل چقدر است؟

ساده است، آنسلم، بایستی آنرا بدین صورت در نظر بگیری که: هشت مخروط مثبت ($\theta = +90^\circ$) و هشت مخروط منفی ($\theta = -90^\circ$) داشته باشیم.**



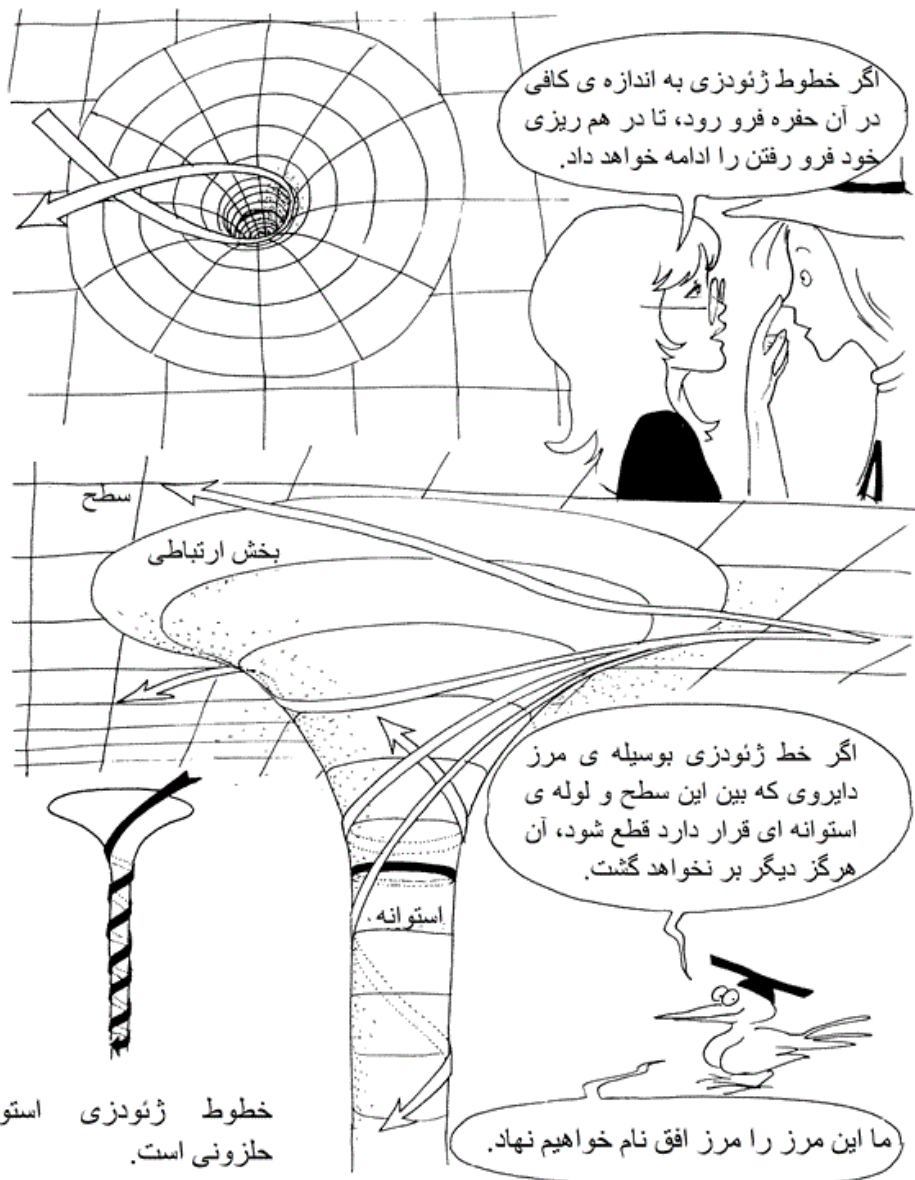
(*) قضیه ی گاوس.

(**) چنانکه در شکل می بینید منظور از مخروط مثبت و منفی همان گوشه ی سه بعدی مکعب بیرونی و درونی است.

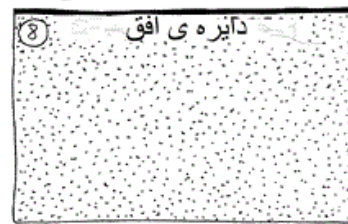
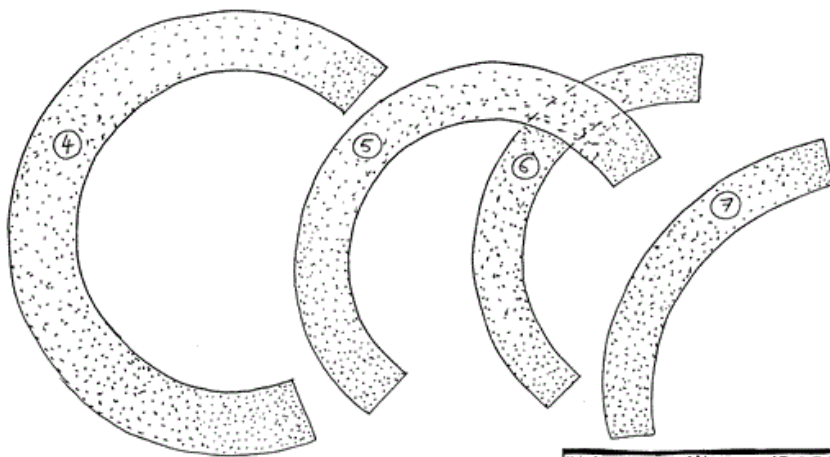


اولین نگاه به حفره ی سیاه

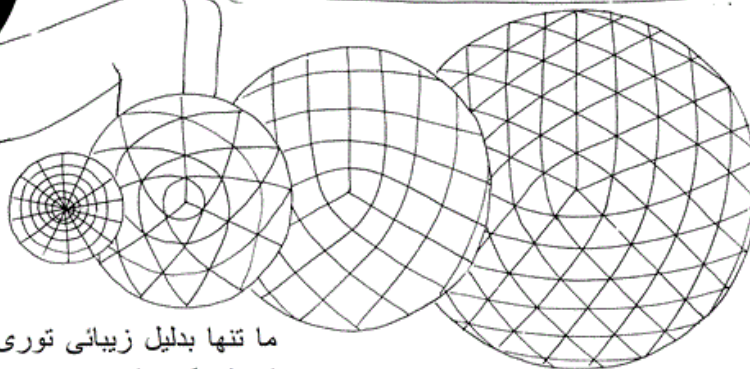




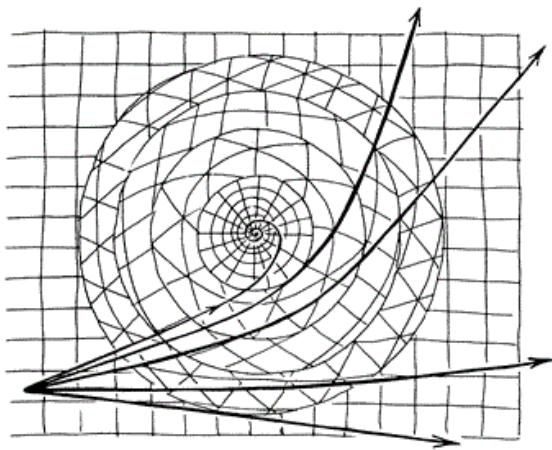




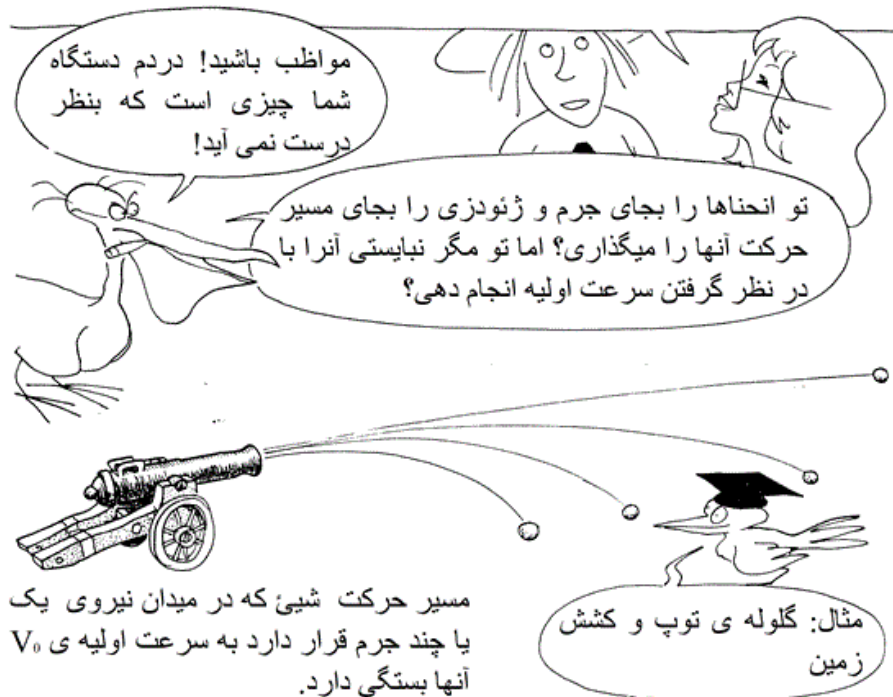
این هم روش دیگر درست کردن
سیاهچاله به کمک توری است.



ما تنها بدلیل زیبایی توری با تارهای منظم
انتخاب کرده ایم.



قاعده ی بازی اینست که توری‌ها را در یک خط و بدون تغییر زاویه آنها قیچی کنیم، که هر دایره مرزی متصل با دیگری داشته و بدون انفصال باشد. هر چه آدمی به سیاهچاله نزدیکتر شود بهمان اندازه نیروی کشش را بیشتر حس می‌کند. در داخل دایره ی افق چرخش حلزونی شروع می‌شود. آدمی حس خواهد کرد که خطوط ژنودزی مرکز توری، یعنی قطب آن، با توری‌های استوانه یکی شده و در داخل استوانه ادامه می‌یابند.



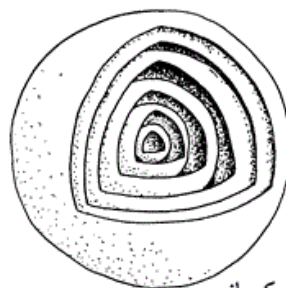
مسیر حرکت شیئی که در میدان نیروی یک یا چند جرم قرار دارد به سرعت اولیه ی V_0 آنها بستگی دارد.

یعنی این بدین معنی است که اشکالی که پیش از این رسم کردیم برابر است با مقدار مشخصی از سرعت اولیه V_0 است؟



غواصی

ما حالا دنیایی را تجسم میکنیم که مانند پیاز باشد، یعنی دارای لایه های هم-مرکز (متحدالمرکز!)*



پارک کیهانی

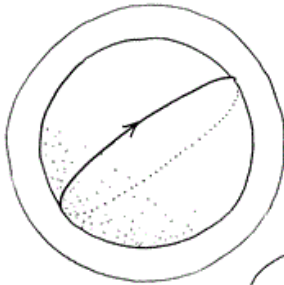
هر لایه نمایانگر یک مقدار سرعت V است. و هرچه آدم سریعتر برود، خود را بیشتر در ژرفای می یابد.



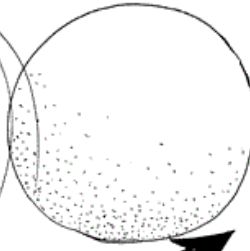
با سرعت نور ما خود را در مرکز پیاز می یابیم.

(* این مدل پیش از این در کتاب همه چیز نسبی است که توسط همین نویسنده نوشته شده است، تحت عنوان پارک کیهانی پیش کشیده شده است.)

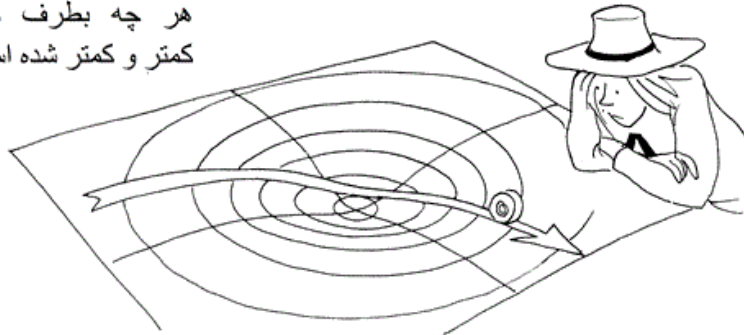
اگر نیروئی در کار نباشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند. بنابراین آن جسم روی کره‌ای می‌ایستد، و همیشه همان فاصله را تا مرکز پیاز حفظ می‌کند. آن از ژنودزی ای پیروی می‌کند، که بزرگترین دایره روی این کره است.



حال توجه کن!



این نتیجه‌ی ضربه‌ی چکش آقای اینشتاین است. اثر آنرا می‌بینیم که هر چه بطرف مرکز می‌رویم کمتر و کمتر شده است.

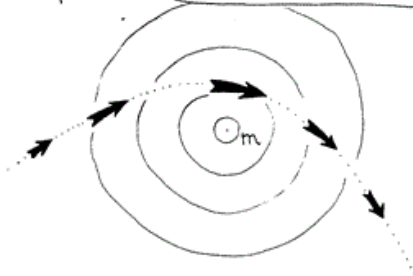


اینجا یک تغار است با یک فرو رفتگی (یا یک برجستگی، فرقی ندارد هر دو یکی است). ما خطوط تراز را (که خطوط ژنودزی نیستند) در امتداد یک خط ژنودزی انتخاب شده رسم می‌کنیم.

$$V_1 < V_2 < V_3$$



هر چقدر که سرعت اولیه کم باشد، تغییر شکل واضحتر و انحنای مسیر حرکت بیشتر خواهد بود.



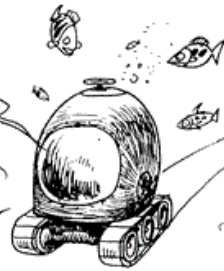
ابتدا تحت تاثیر کشش گرانش سرعت جسم بیشتر می شود. زمانی به حداکثر سرعت خود میرسد که فاصله بین جسم و جرم جاذب کمترین مقدار خود باشد. ستاره شناسان آنرا حضیض خورشیدی می نامند.





(*) یادآوری: اصل دوم می‌گوید که امکان ندارد که بتوانیم یک خط ژنودزی را در مسیر برگشتی جای - گه دنبال کنیم (پارک کیهانی).
 - منظور اینست که زمان را نمی‌توان به عقب برگرداند. مترجم -
 هیئت رئیسه

چون فشار P_R از P_E بزرگتر است. گاه جریان می‌یابد و جریان نگار ما (گاهشمار ما) نشان می‌دهد که زمان می‌گذرد.



هر چه عمیق‌تر در گاه فرو روی فشار P_E بیشتر می‌شود. و چون جریان متناسب با تفاوت فشارهاست ($P_R - P_E$): بدانجهت زمان آهسته‌تر پیش می‌رود.

و عمق سرعت است. هر چه سریعتر حرکت کنیم همانقدر زمان آهسته‌تر می‌گذرد. (*)

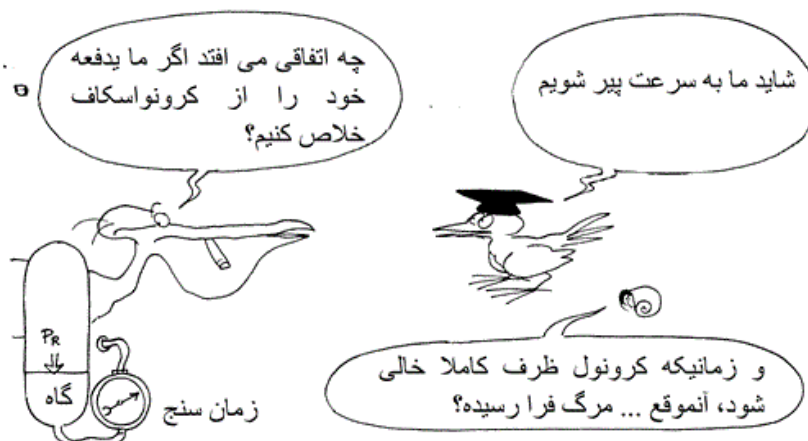
و اگر سرعت، سرعت نور باشد، P_E دقیقاً برابر با P_R می‌شود و زمان می‌ایستد.

و چون آدمی نمی‌تواند سریعتر از سرعت نور برود، به همان دلیل هم آدمی نمی‌تواند عمیقتر از مرکز پارک کیهانی برود.

(*) نگاه کنید به همه چیز نسبی است، از همین نویسنده.



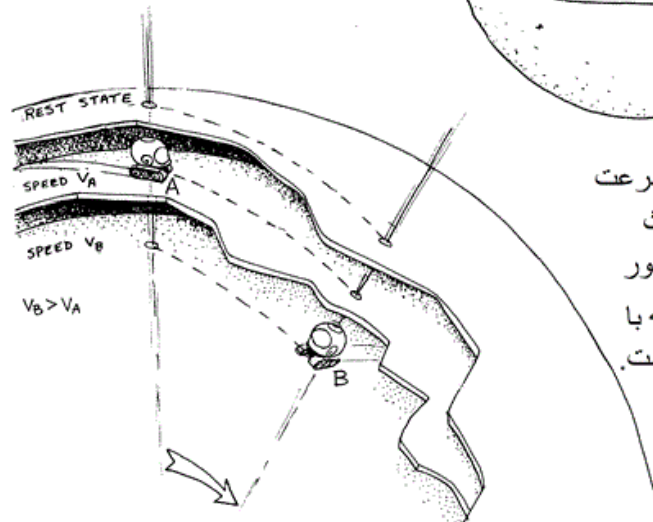
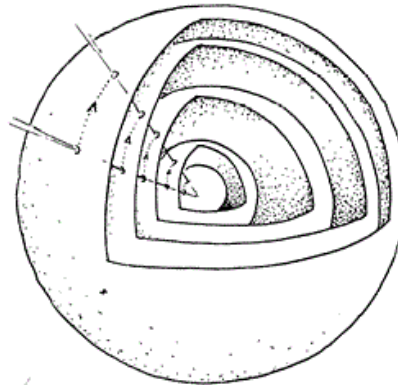
هنگامیکه یک چیز بسیار سنگین باشد، منحنی فضا - زمان را بیشتر خم میکند. این بدین معنی است که در این منطقه هر چند ساکن، تحت فشار بمراتب بالا، یک شیئی غوطه ور در گاه (کرونول) است. زمان برای این جسم بمراتب یواشتر از جسمی می گذرد که دور از یک جسم ثقیل است. موقعیت اول زمانی پیش می آید که یک جسم در نزدیکی جسم متراکمی مانند ستاره ی نوترونی قرار گیرد.



برقراری ترتبات



فوتونها ذرات ریز نور هستند که رفتاری مانند چراغ قوه دارند که مسیر خودشان را با سرعت زاویه‌ای نا متغیر در همه جای پارک کیهانی جارو میکنند.



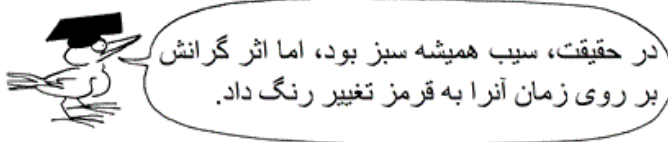
یک جسم مانند A که با سرعت حرکت میکند میتواند باعث حرکت یکی از این ذرات نور در مسیر جسم B باشد که با سرعت V_B در حرکت است.



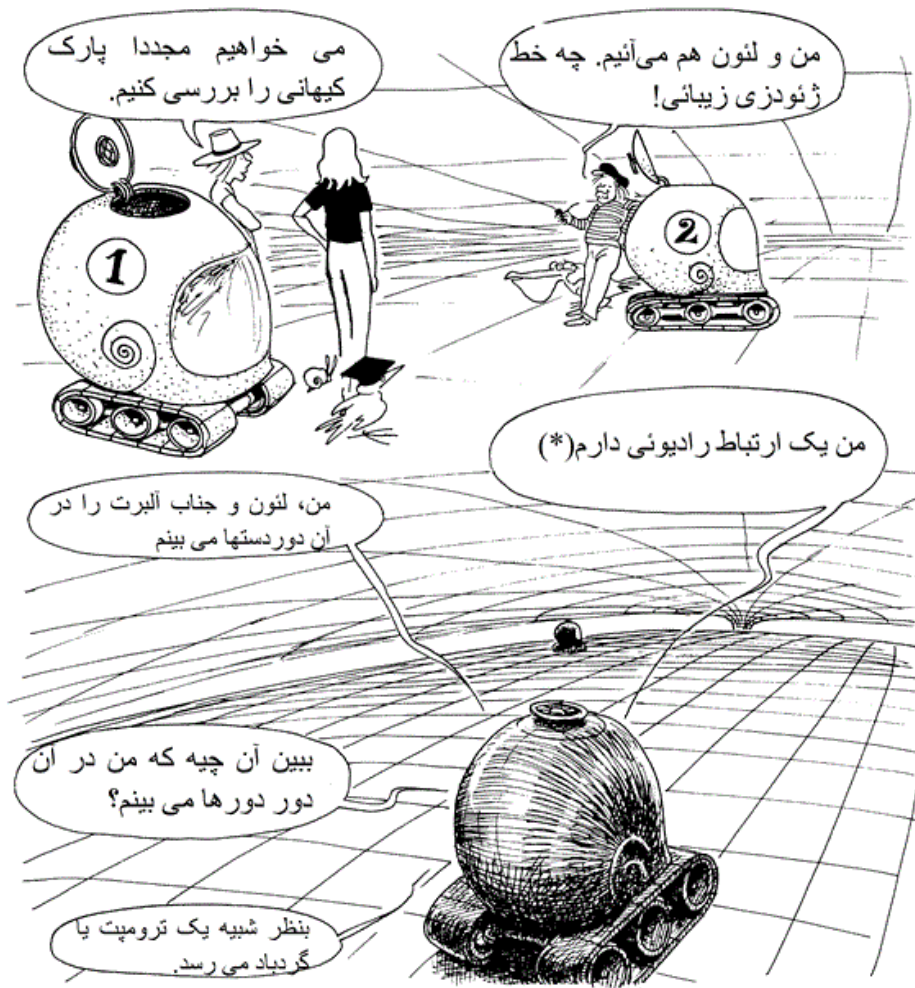
فرکانس فوتونها پخش شده یا دریافت شده بطور نسبی بوسیله ی نرخ جریان زمان در زمان سنج پخش کننده و یا دریافت کننده اندازه گیری می شود. در زمانسنج A آنسلم نور آبی می فرستد. او خودش را در فضائی کاملاً منحنی می یابد. برای مثال او نزدیک یک ستاره ی نوترونی با جرم بسیار متراکم و بالائی است.

زمانسنج سوفی S، این نور را دریافت میکند. او در فاصله ی بسیار دوری از آن جرم سنگین است. بنابراین زمان برای او بسیار سریعتر میگذرد، و او نوری با فرکانس پائین را اندازه خواهد گرفت. برای او رنگ نور (آبی فرستاده شده توسط آنسلم. مترجم) به سرخ تغییر رنگ خواهد داد. (او نور آبی را قرمز دریافت خواهد کرد. مترجم)

آنسلم دارد به یک ستاره ی نوترونی سقوط می‌کند. پیش از آنکه او تحت
تاثیر وزن خودش بسرعت در سطح ستاره پهن شود. ما با هزار مصیبت او
را نجات دادیم.



سیاهچاله‌ها از منظری دیگر



(*) امواج رادیویی از جنس همان امواج نور هستند. آنها با سرعت نور C پخش می شوند، ولی فرکانس کمتری دارند.



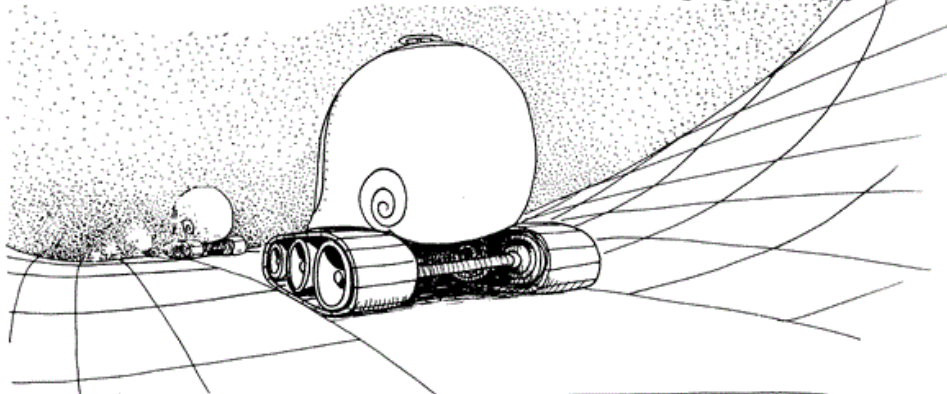
مورد زمان

هر چقدر که آقای آلبرت و لئون بیشتر توی کرونول می روند، فشار بیرونی P_E بیشتر میشود. ظرفیت ساعت آبی کمتر شده و زمان کمتری برای آنها می گذرد.



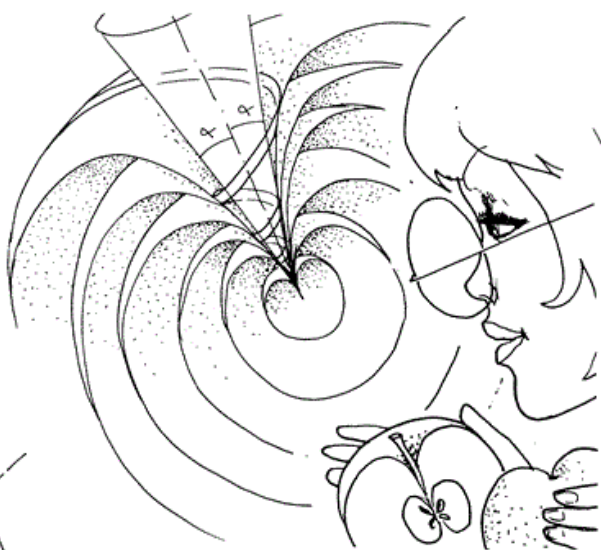
هنگامیکه آنها به ته چیزها رسیدند، و سرعشان به سرعت نور رسید، ساعت آبی آنها از خود تنها یک مقدار محدودی کرونول پخش خواهد کرد. این بدان معنی است که آنها به ته زمان متناهی رسیده اند. اما اگر سوفیا، آنسلم، ماکس و تیر یاس بتوانند به دیدن فرود آنها ادامه دهند برایشان بینهایت بنظر خواهد رسید.

نوری که زمان سنج آنها پخش می کند بسرعت به فرورسرخ رسیده که خارج از محدوده ی نور مرئی است، در همان حال پیام رادیوئی صدا یواشتر و یواشتر و آهسته تر و آهسته تر خواهد شد.



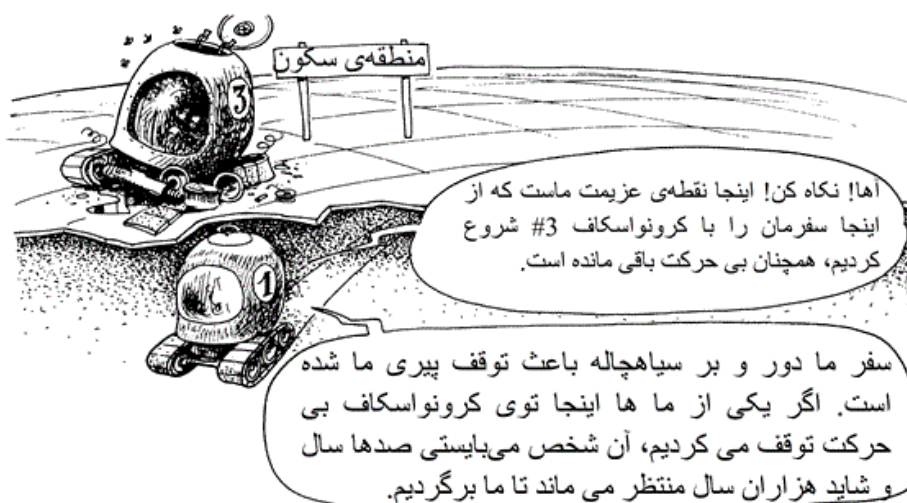
این مرا به یاد پارادوکس آشیل می اندازد که کوشش می کند که به لاک پشت نزدیک شود ولی او در هر قدم تنها نصف فاصله ی که بین خودش را می پیماید. بنابراین بینهایت زمان لازم دارد تا به لاک پشت برسد. ولی زمان آشیل محدود است.

بر طبق مدل پارک کیهانی ، این یک عکس از سیاهچاله است. مانند اینکه میخی تا مرکز فضا - زمان فرو رفته باشد، یعنی آنجا که تنها سرعت، سرعت نور است. همهی لایه‌ها در آن نقطه مماس به مخروطی هستند که نصف زاویه‌ی راس آن α است.

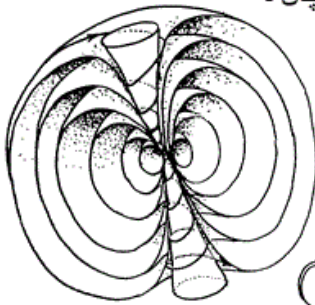


در این مدل فاصله در حقیقت زاویه ای است بین دو بردار شعاعی: بعنوان مثال OM و OC . زمانیکه ما به شکل بالا نگاه می‌کنیم، می‌توانیم بفهمیم که هیچ چیز نمی‌تواند خود را از میان این مخروط با نیم زاویه‌ی α عبور دهد. فرض کنید ناظری بی حرکت روی سطح کروئول ایستاده باشد، او انحنای فضا زمان را درک نخواهد کرد، او این مرز سیاه چاله را افق رویداد می‌نامد. که مانند دایره‌ای دیده می‌شود که به سرعت نور نیز رسیده است.





اینجا، در این مدل پارک کیهانی - یک زوج اصیل (سیاهچال - سفید چال) بایستی بتوان برپا کرد.



فواره‌ی سفید دقیقاً مانند (سیاهچاله/مترجم) است ولی با موقعیتی که در آن خطوط ژئودزی در آنها در جهت عکس سیاهچاله‌اند.



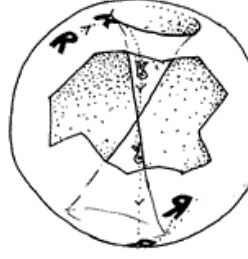
اما غیر از افق رویداد چه چیزی داخل سیاهچاله‌ها است؟ هیچ ... وجود ندارد؟!

منظورت اینست که داخل سیاهچاله‌ها مطلقاً چیزی نیست؟



نه خیر! «داخل» سیاهچاله بایستی بطور ساده بیرون فواره‌ی سفید متعلق به آن باشد.

در این مدل آدمی خواهد فهمید که در ساختار سیاهچاله - سفید فواره لایه‌های مدل پارک کیهانی قابلیت جهت دار شدن، نبوده و تنها یک جهت دارد و هر چیزی که وارد آن می شود تصویر آینه‌ای آن برمی‌گردد. برای مثال R بصورت R بر می‌گردد.



کثیف چون گل *

اما تئوری‌های دیگری نیز وجود دارند که برخی از آنها معتقدند که سیاهچاله‌ها اجازه می‌دهند که جهان ما با دوقلوی خود تماس بگیرد.



(* در زبان سوئدی این عبارت را ظرف دوات و در انگلیسی آنرا تمیز چون گل ترجمه کرده‌اند که در هر دو زبان معنی کثیف از آن مستفاد می‌شود.



اختتامیه



اگر این جهان بهتر از جهانهای
ممکن دیگر است، پس چه خوب که من
اینجا زندگی می‌کنم!



پایان



