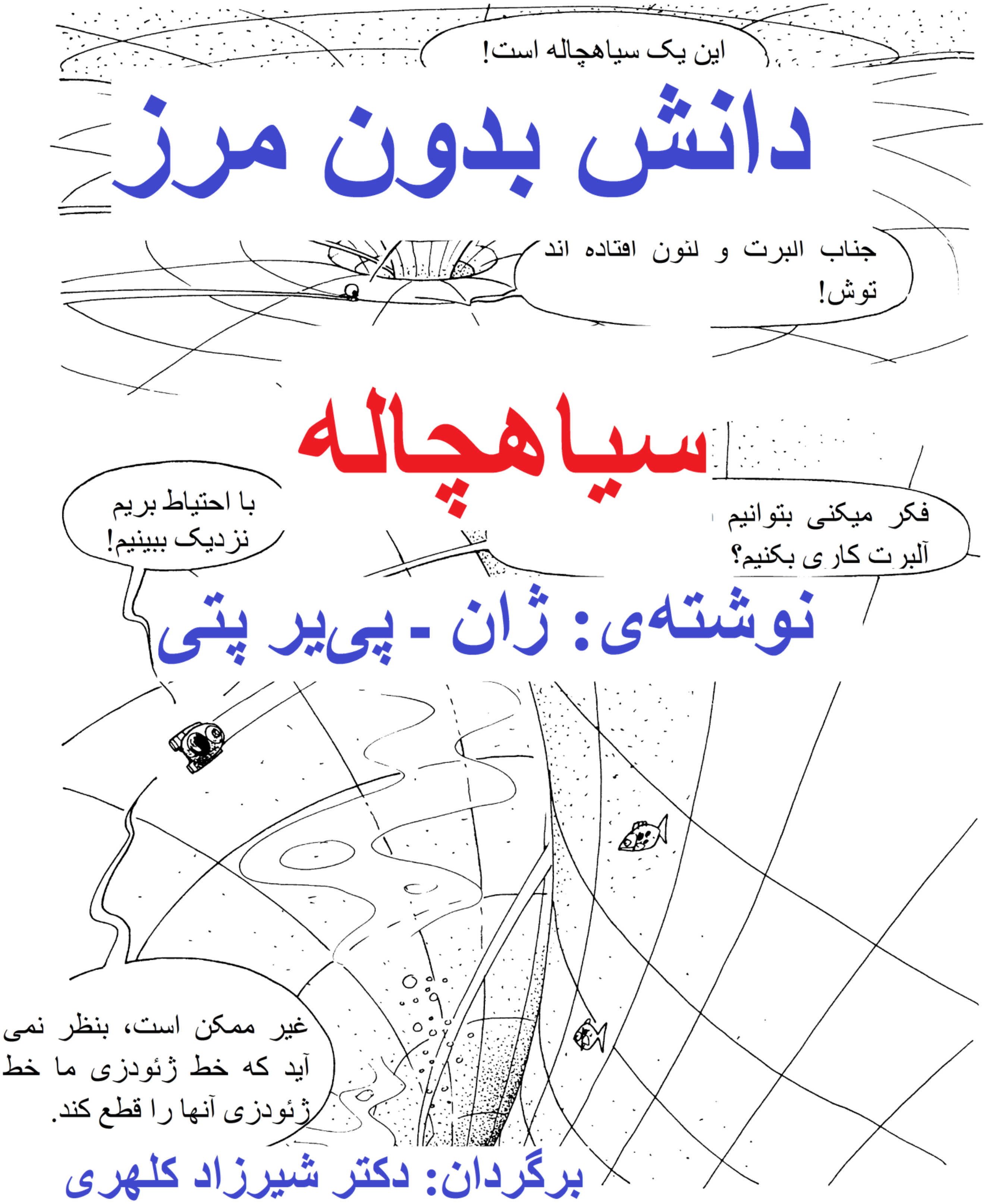
دانش بدون مرز

سیاهچاله

نوشته‌ی: ژان - پی‌یر پتی

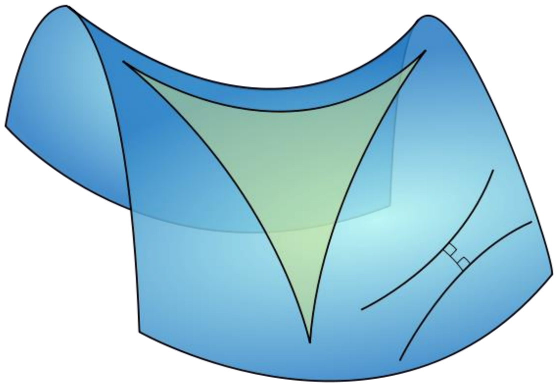


برگردان: دکتر شیرزاد کلهری

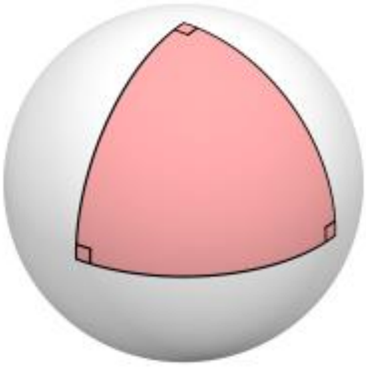
تقدیم به مادرم که همیشه مهربان است

پیشگفتار مترجم:

این کتاب توضیح بسیار زیبا و بصورت تصویری انحناهائی کیهانی است و برای خوانندگانی نوشته شده که برایشان تصویر سازی ذهنی این جهانها مشکل است. در حقیقت بیان تصویری جهانی است که بصورت ریاضی توسط بزرگانی چون اقلیدس، لباچفسکی و ریمان بیان شده‌اند.
همه‌ی ما با جهانی که یک عمر عرصه‌ی ریاضیات را قبضه کرده بود. یعنی جهان هندسه‌ی اقلیدسی آشنا هستیم. در مدرسه آموزگاران دلسوز بما یاد داده‌اند که این هندسه روی چه پایه‌ی اساسی بنیان شده است. همواره برایمان گوشزد کرده‌اند که « از یک نقطه واقع در خارج یک خط، تنها می‌توان یک خط بموازات آن رسم کرد، نه بیش!» این اصل پایه‌ی ریاضیات کهن را سالهای سال محکم نگهداشت و باعث شد که ما به ریاضیات نوین دست بیابیم. لوباچفسکی ریاضیاتی با انحنای منفی را بنیاد نهاد که در آن مثلا مجموع زوایای یک مثلث کمتر از 180 درجه است. شکل زیر (بر گرفته از گوگل) را نگاه کنید:



و سپس ریمان جهانی با انحنای مثبت را پیش کشید که در آن مثلثها دارای مجموع زوایای بیش از 180 درجه می‌باشند. شکل زیر (بر گرفته از گوگل) را نگاه کنید:



این اشکال بظاهر ساده، ریاضیاتی بسیار پیچیده را پیش کشیده، حل کردند. بدون این ریاضیات شاید نسبیت اینشتاین هرگز بنا نمی‌شد و اگر هم بنا می‌شد نه قابل درک بود و نه می‌شد از آن استفاده کرد. استفاده از این ریاضیات ما را تا درک سیاهچاله‌ها پیش می‌برد. در این کتاب همراه با **ژان - پی یر پتی Jean-Pierre Petit** این جهان را مشاهده خواهیم کرد.

ژان - پی‌یر پتی

ژان - پی یر پتی متولد 1937 در فرانسه است. وی اکنون پروفسور بازنشسته فیزیک کیهانشناختی و عضو افتخاری مرکز ملی پژوهشهای علمی در رصدخانه ی مارسی در فرانسه است. رشته ی اصلی وی مکانیک سیالات، تئوری جنبشی گازها، فیزیک پلاسما و کاربرد آن روی ماگنوهیدرودینامیک و تولید انرژی است. ایشان بهمان اندازه در توپولوژی و فیزیک نجومی و کیهانشناسی صاحبنظر است.

ترجمه‌ی این کتاب بدون حمایت و پشتیبانی همسرم خانم گوهر نظریان امکان ناپذیر بود. از ایشان بپاس مهربانی‌ها و حمایت‌های بیدریغ‌شان تشکر می‌کنم.

در پایان خواهش می‌کنم که از این کتاب استفاده‌ی مالی نشود ولی اگر کسی خواست کمک مالی بکند به سایت جناب آقای ژان پییر پتی رفته و به حساب ایشان برای کمک به دانش بدون مرز وجهی واریز کند.

سایت ایشان است:

http://www.savoir-sans-frontieres.com

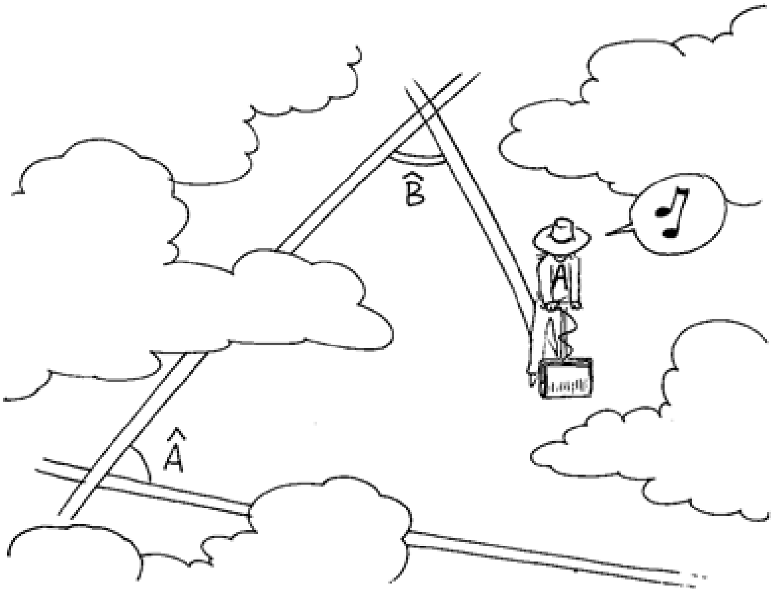
شیرزاد کلهری   30-12-2014

آقای آلبرت! چیکار میکنید؟
همین، آنسلم، بشین اینجا
آن چیه؟
این کوسموله، آنسلم، کوسمول... که در را باز میکند
در؟ کدام در؟ من نمی فهمم
فهمیدن! آهووو، می فهمم...
آنیکی ها میگویند:یک رفتار منطقی... چقدر چرند!
کوسمول... فقط... در را باز میکند...
چرت می گند...
در را، آهان، در را...


کیهان...
برای کیهان بزرگ
کیهان...
دوباره این ابر ضخیم
جناب آلبرت!
سوفی؟
هووم

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

با همین دستگاه است که آنسلم توانست ضلع یک سطح را رسم کند. با سه ضلع می توان یک مثلث رسم کرد:



یک مساحت فضائی 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 یانه! 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 فضائی که انحنای مثبت دارد مجموع زوایای مثلث بزرگتر از 180درجه می شود
A
$\hat{A}$ $\hat{B}$ $\hat{C}$
$\hat{A}+\hat{B}+\hat{C}=180$
جهانی با انحناهای متغیر
من وسیله ای برای اندازه گیری انحناها پیدا کرده ام. این وسیله شامل سه صفحه ی نازک است که می تواند براحتی روی مهره های A, B, C جابجا شود.
A B C
فقط کافیست که آنرا روی سطح مورد نظر بگذاریم و با نقاله هائی که در سه راس آن نصب شده است زوایا را اندازه بگیریم.
انحنای منفی
انحنای مثبت

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

نقاط مخروطی

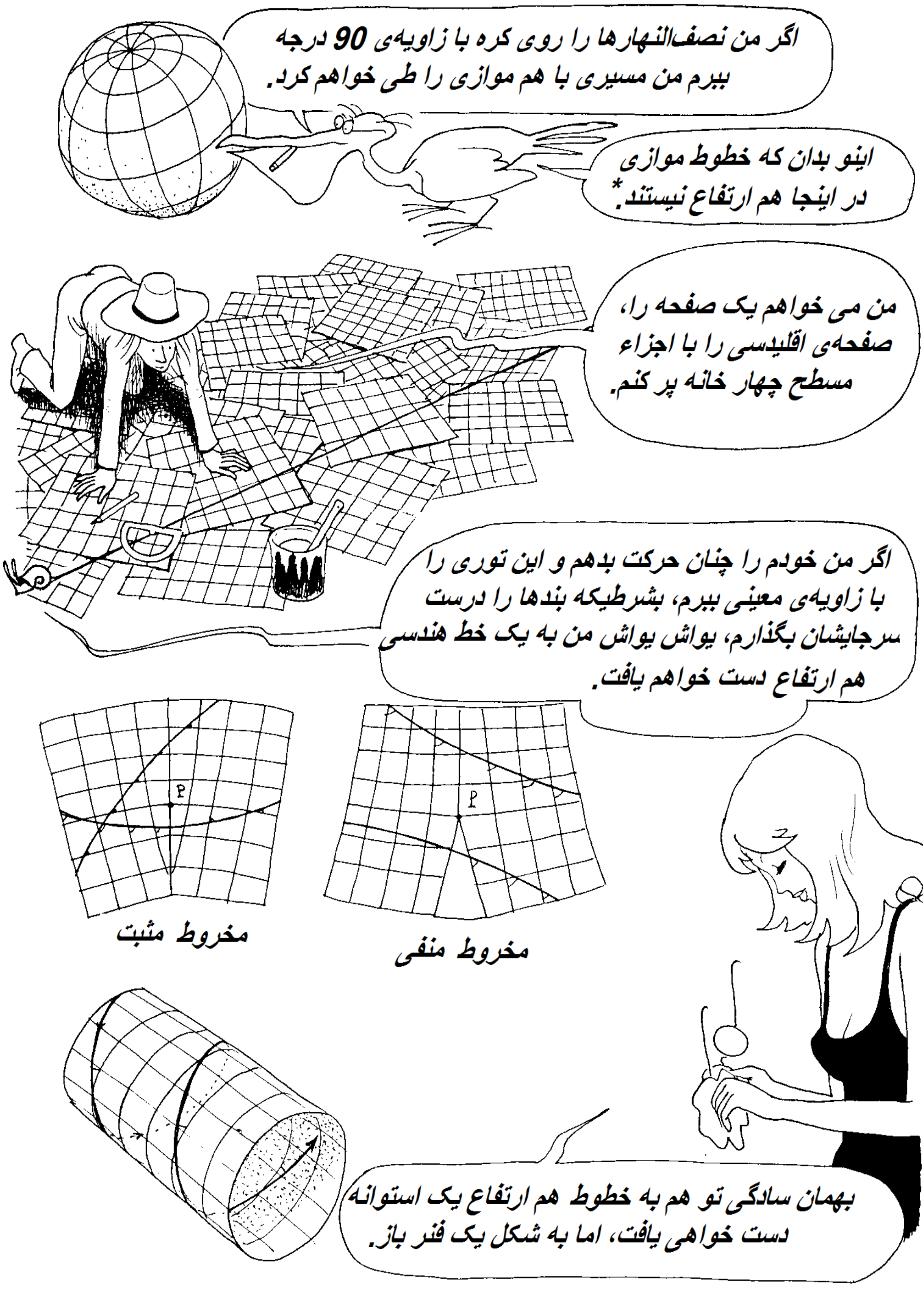

می‌بینی آنسلم، هنوز چیزهای عجیب و غریبی یافت میشه
عجله کن، تیرسیا، من بیتابم که هرچه زودتر بدونم ...
صبر کن منهم بیام
می‌بینی، تیرسیا، من می‌خواهم از طریق بافتن اضلاع بهم دیگر یک تور روی سطح بکشم. این در اختیار من تعداد زیادی مثلث می‌گذارد.
می‌خواهی بوسیله‌ی آن قشرهای تعویض انحناء را ... ببینیم چی میشه!
عجبا! من هیچ سر در نمی‌آورم! چه بر سر این نقطه P می‌آید؟
تو تنها باید ابزار اندازه‌گیری انحناء را بکار ببری.
P

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

*نگاکون در مقابل نگاتیو مخروط بکار برده شده است که ما آنرا مخروط منفی خواهیم نامید.

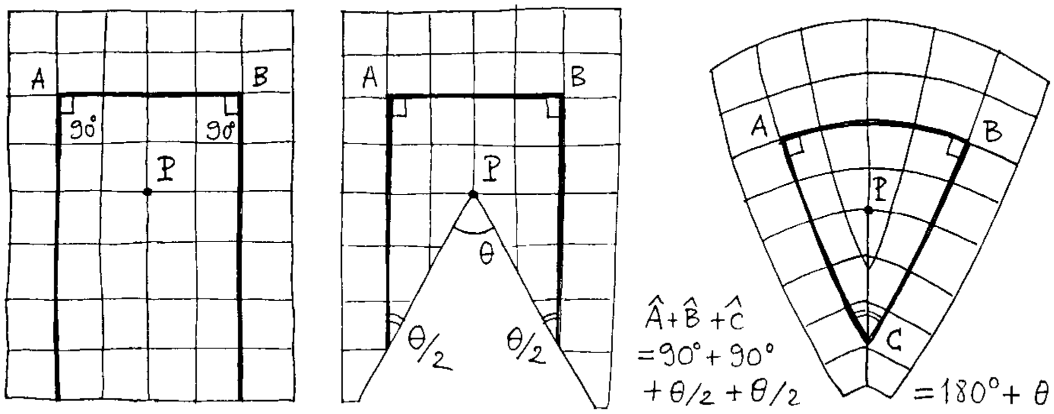

بهر حال آیا این یک خط منحنی هست یا نیست؟
یک منحنی مخروطی، آنسلم، آن بخشی از منحنی تمرکز یافته در انحناء مخروطی است
بین نقاط مخروطی یک فضای اقلیدوسی وجود دارد که انحناء ندارد.
بزرگی θ مقیاسی برای بزرگی انحناء است.
مخروط ات را باز کن و آنرا بصورت صفحه بگذار!
POSIKON
P
P
این نتیجه ی عملیاتی است که آنسلم در حالتی که یک مخروط انحناء مثبت داشته انجام داده است
و حالتی که در آن مخروط انحنای منفی داشته است
NEGAKON
P
P

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 اگر 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.
هیئت مدیره
اما چرا اینکار را برای یک کره انجام ندهیم؟
بسیار هشیارانه، سعی کن یک کره را با آجرهای مربعی مجاور هم سنگفرش کنی، آنموقع 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 قطب ها ختم می‌شود.
حرکتی با نرخ نامتغیر به ... قطبها ختم می‌شود
POL

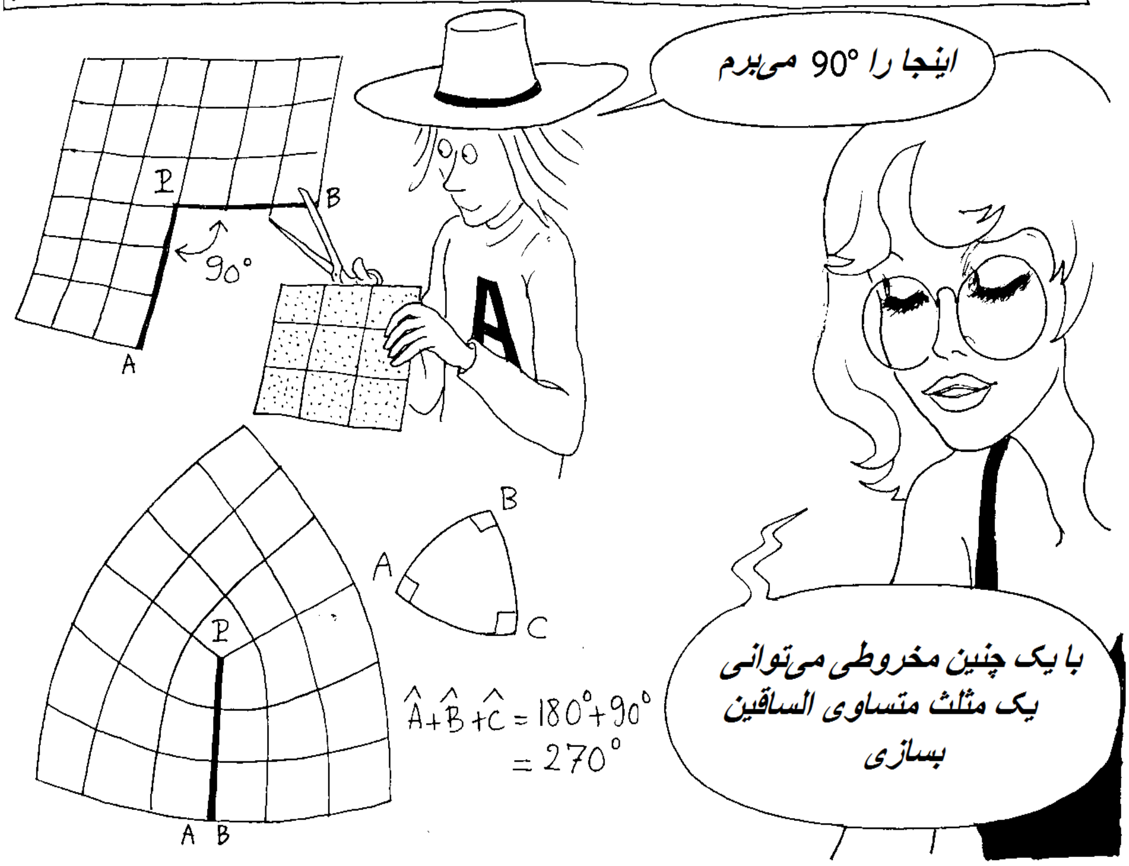


(*) ما نمی‌توانیم آنرا روی کره بوسیله‌ی نوار چسب رسم کنیم. (بجز روی خط استوا)

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

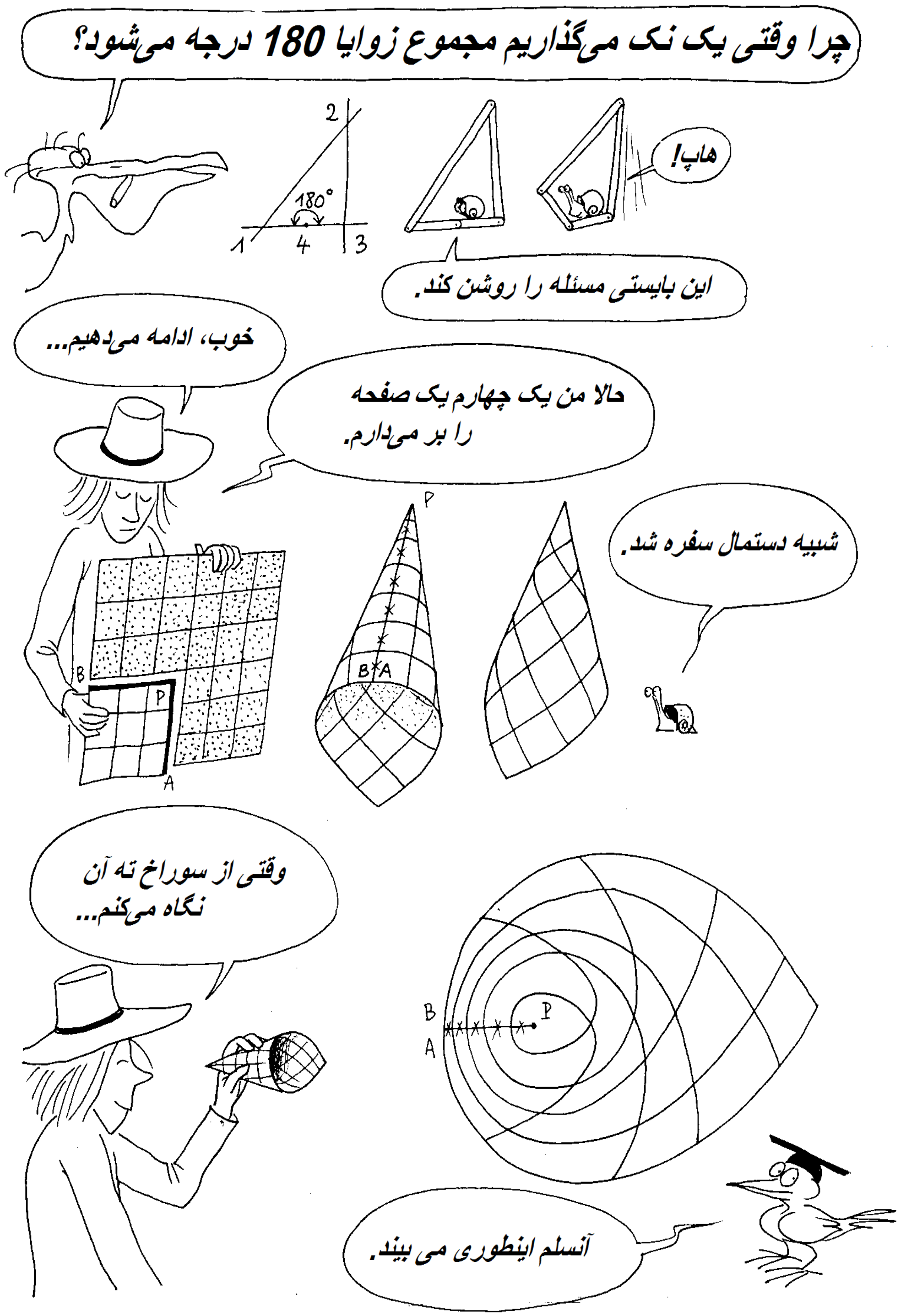


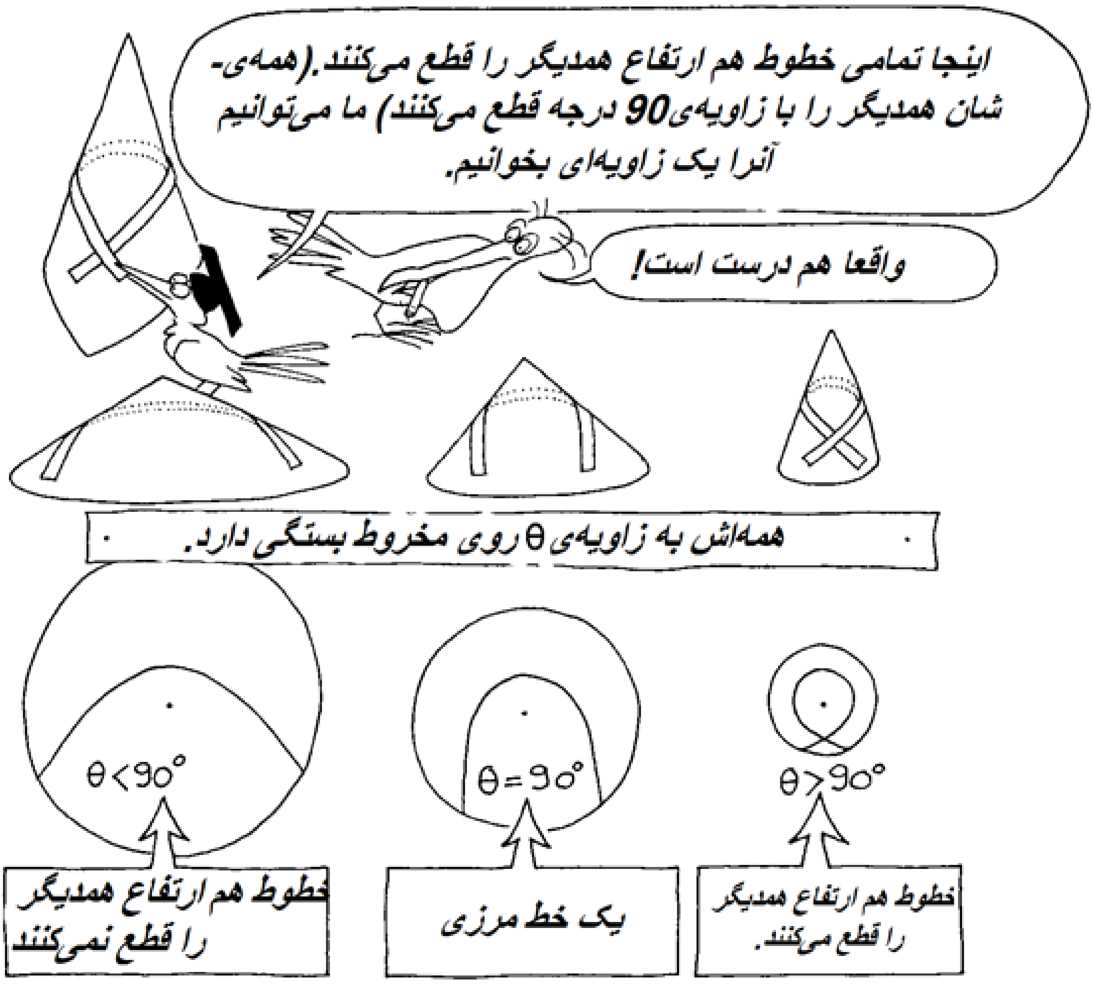
آنسلم اکنون می‌خواهد مخروط‌های جدیدی بسازد، که در آن نظم شبکه‌ها حفظ شوند.




B
P
180°
A
حالا من این بخش را 180
درجه خم می‌کنم
P
A B
با یک چنین مخروطی من مثلثی
با مجموع زوایای 360 درجه
خواهم داشت
این بدین معنی است که به کمک خطوط هم ارتفاع میتوان
مثلثی رسم کرد که سه زاویه‌ی 120 درجه داشته باشد،
چنین گشاد.
120°
با اینهمه باز او خودش را زندانی میکند؟
هوووم
روشنه، دوست خوب من تیره‌سیاس،
خودت گشادی ، تنبل!
من؟

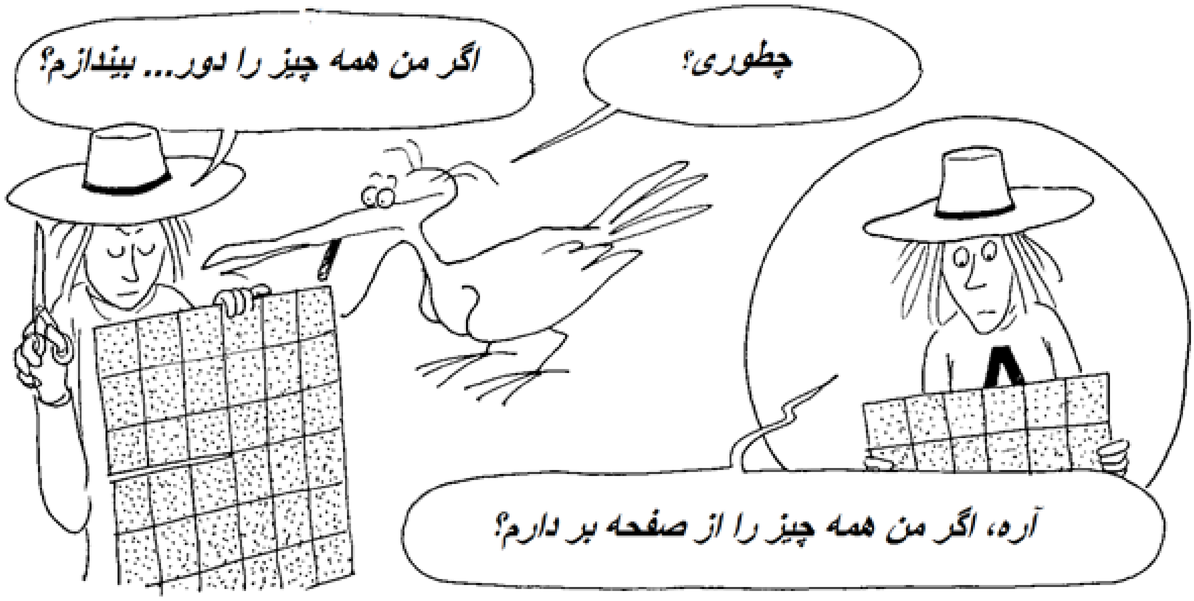

ما بر روی این مخروط می‌توانیم یک دو زاویه‌ای رسم کنیم که مجموع زوایایش 180 درجه باشد.
$\hat{A}+\hat{B}=180°$
مخروط از زاویه‌ی دید بالا
صبرکن! صبرکن! حالا من نمی فهمم... ما از مثلث حرف زدیم. اما اکنون ما دو زاویه‌ای داریم. چرا یک زاویه‌ای نداشته باشیم؟!
همه‌ی این اشکال چند زاویه‌ای و چند ضلعی هستند.
الاآخر...
روی یک صفحه
مجموع زوایا برای یک
- مثلث 180°
- چهار ضلعی 180°+180°=360°
- برای یک پنج ضلعی 180°+180°+180°=540°
من موافقم!
اما اضلاع یک دو ضلعی بر روی صفحه روی هم می‌افتند.


چرا وقتی یک نک می‌گذاریم مجموع زوایا 180 درجه می‌شود؟
2
180°
1 4 3
هاپ!
این بایستی مسئله را روشن کند.
خوب، ادامه می‌دهیم...
حالا من یک چهارم یک صفحه
را بر می‌دارم.
B
P
A
P
B A
شبیه دستمال سفره شد.
وقتی از سوراخ ته آن
نگاه می‌کنم...
B
A
P
آنسلم اینطوری می بیند.

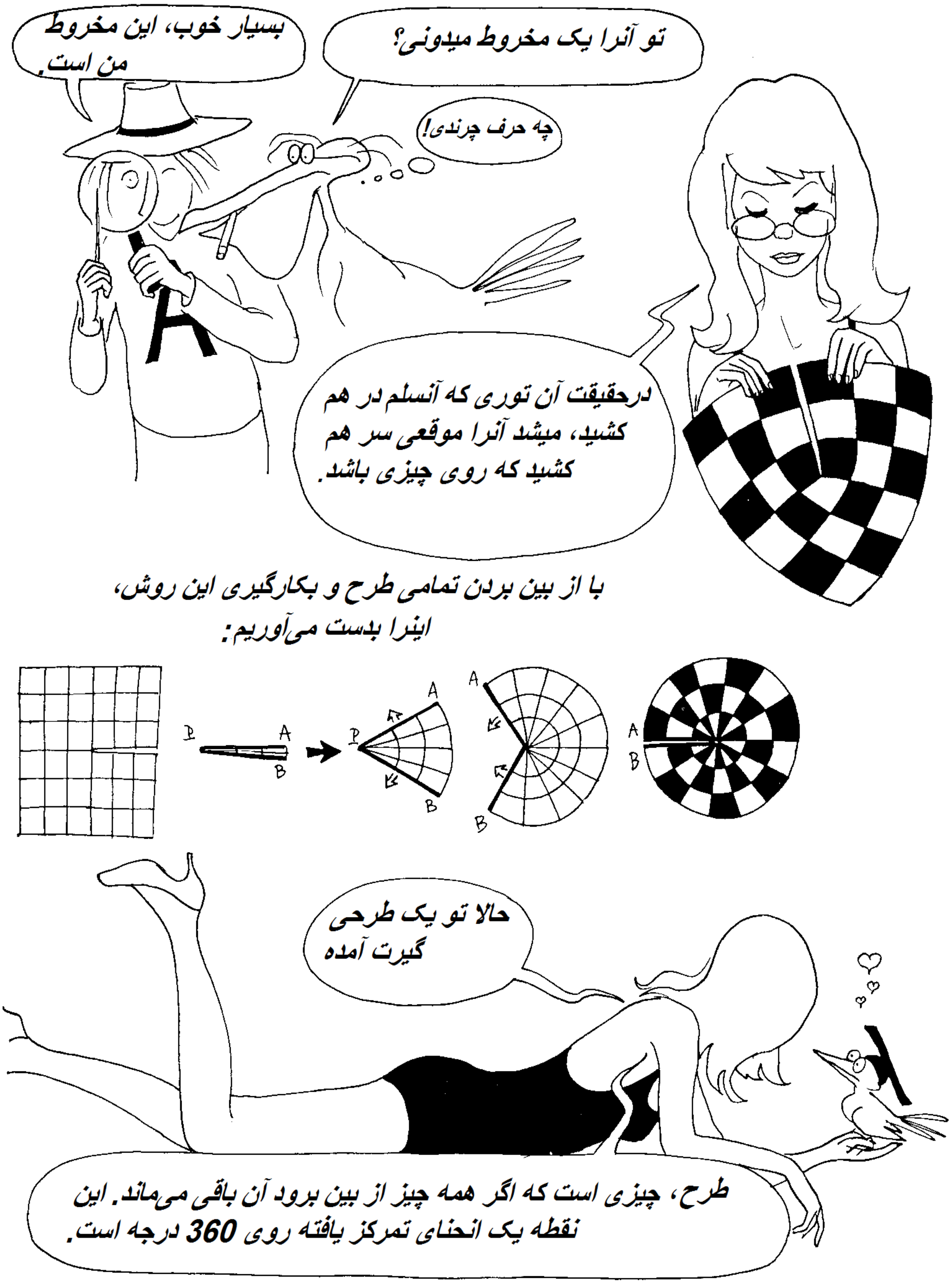


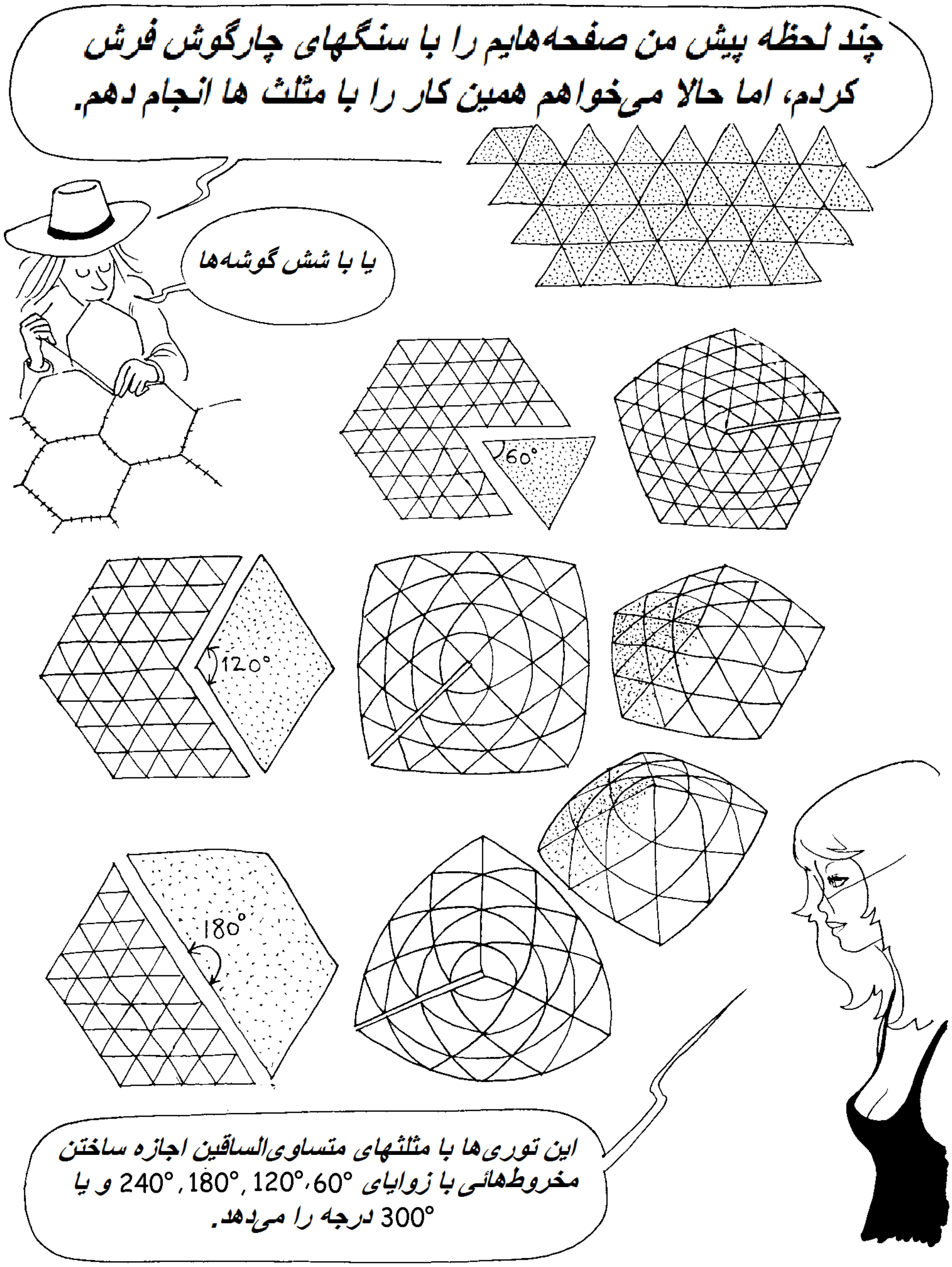
اینجا تمامی خطوط هم ارتفاع همدیگر را قطع می‌کنند.(همه‌ی-
شان همدیگر را با زاویه‌ی90 درجه قطع می‌کنند) ما می‌توانیم
آنرا یک زاویه‌ای بخوانیم.
واقعا هم درست است!
همه‌اش به زاویه‌ی θ روی مخروط بستگی دارد.
θ<90°
θ=90°
θ>90°
خطوط هم ارتفاع همدیگر را قطع نمی‌کنند
یک خط مرزی
خطوط هم ارتفاع همدیگر را قطع می‌کنند.

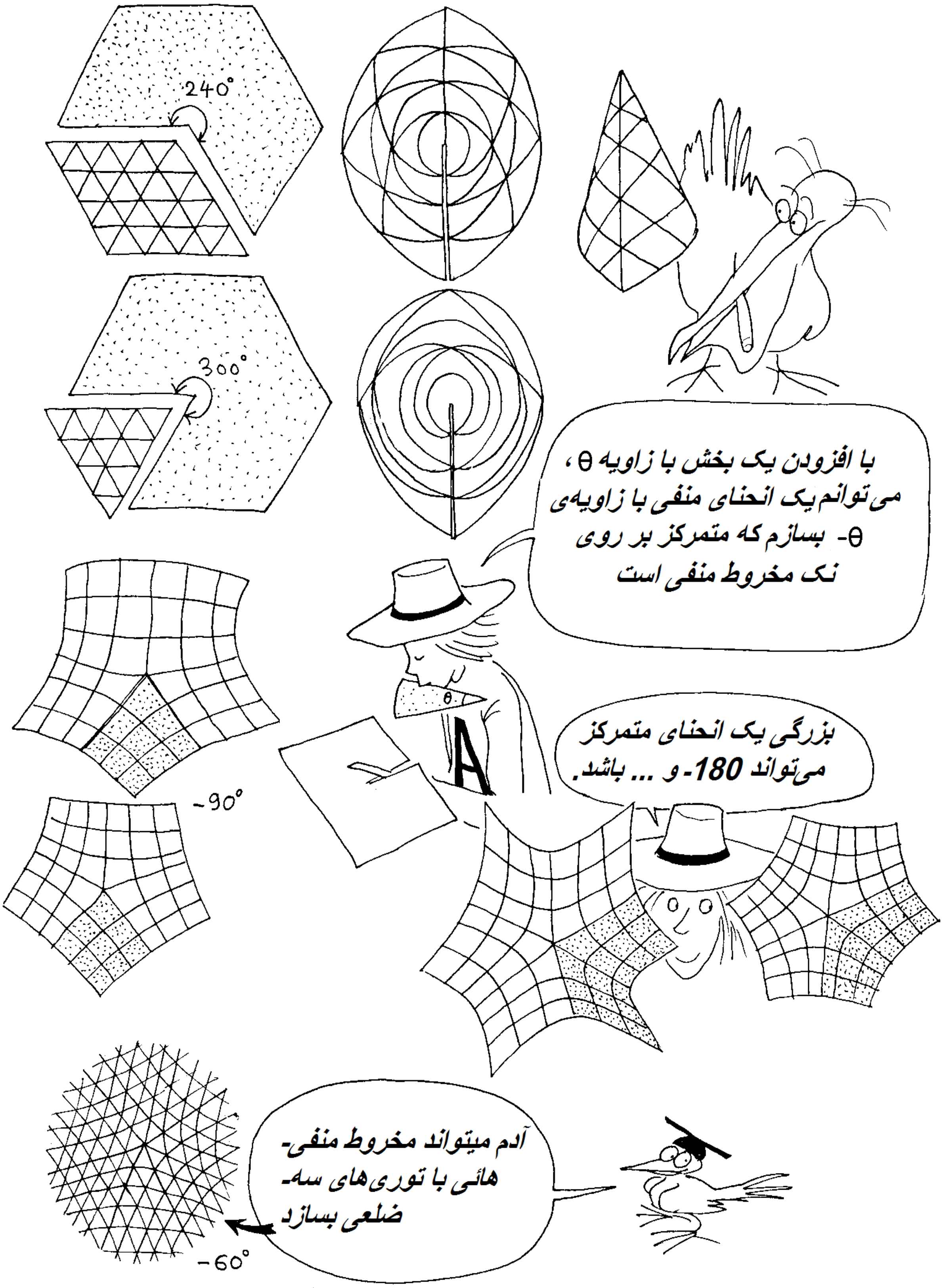
طرح نهائی



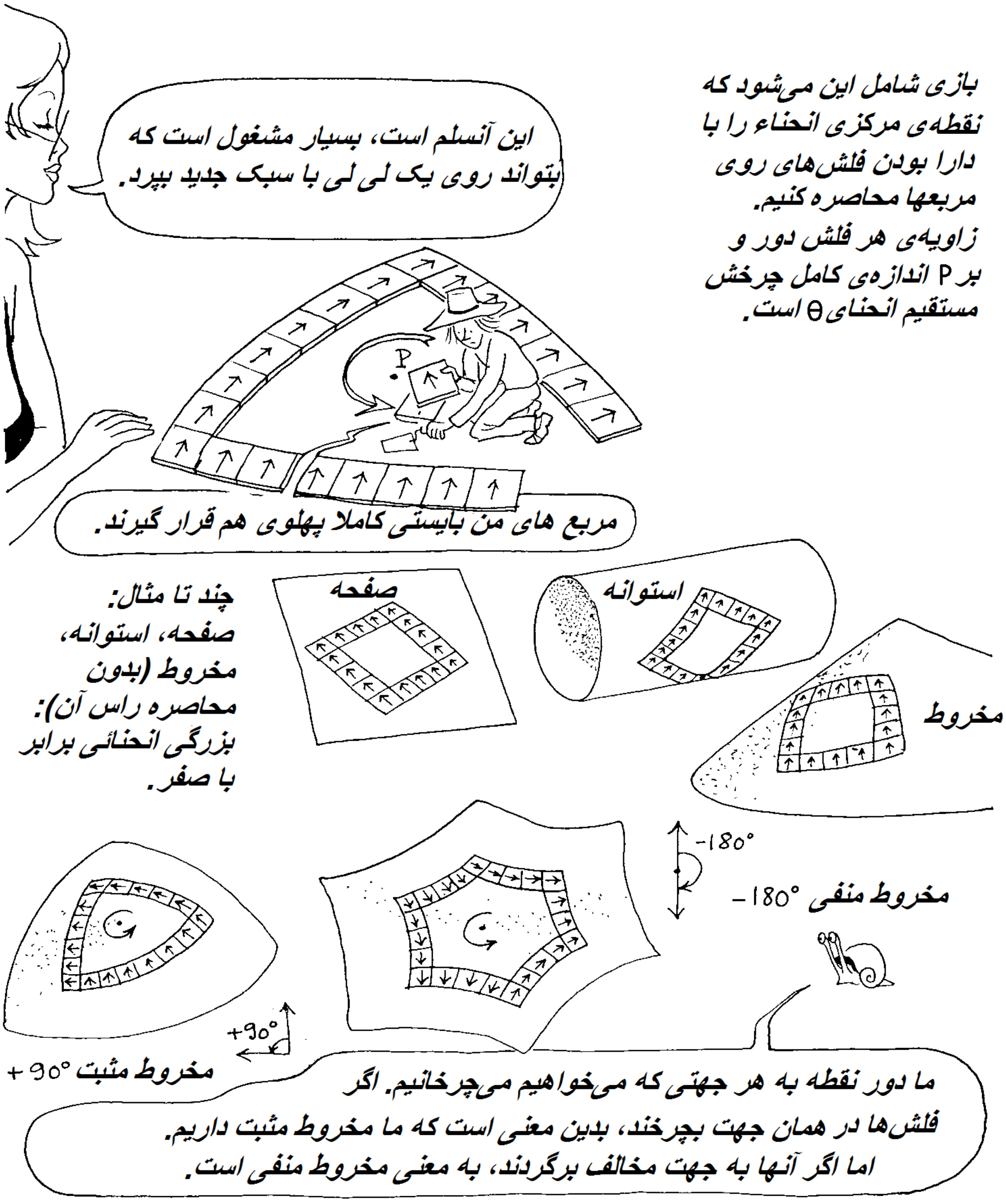
اگر من همه چیز را دور... بیندازم؟
چطوری؟
آره، اگر من همه چیز را از صفحه بر دارم؟

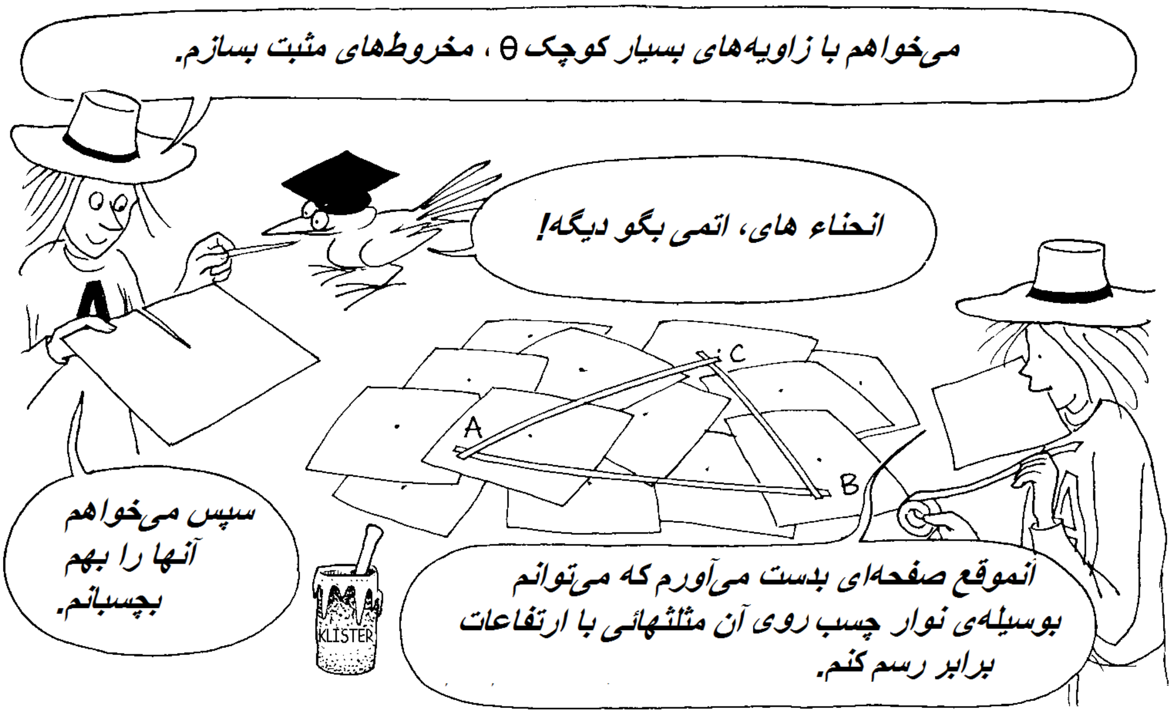

تو آنرا یک مخروط میدونی؟
بسیار خوب، این مخروط من است.
چه حرف چرندی!
درحقیقت آن توری که آنسلم در هم کشید، میشد آنرا موقعی سر هم کشید که روی چیزی باشد.
با از بین بردن تمامی طرح و بکارگیری این روش، اینرا بدست می‌آوریم:
حالا تو یک طرحی گیرت آمده
طرح، چیزی است که اگر همه چیز از بین برود آن باقی می‌ماند. این نقطه یک انحنای تمرکز یافته روی 360 درجه است.


چند لحظه پیش من صفحه‌هایم را با سنگهای چارگوش فرش کردم، اما حالا می‌خواهم همین کار را با مثلث ها انجام دهم.
یا با شش گوشه‌ها
60°
120°
180°
این توری‌ها با مثلثهای متساوی‌الساقین اجازه ساختن مخروطهائی با زوایای 60°، 120°، 180°، 240° و یا 300° درجه را می‌دهد.


240°
300°
با افزودن یک بخش با زاویه θ ،
می‌توانم یک انحنای منفی با زاویه‌ی
θ- بسازم که متمرکز بر روی
نک مخروط منفی است
θ
A
بزرگی یک انحنای متمرکز
می‌تواند 180- و ... باشد.
-90°
آدم میتواند مخروط منفی-
هائی با توری‌های سه-
ضلعی بسازد
-60°

اندازه گیری انحناء

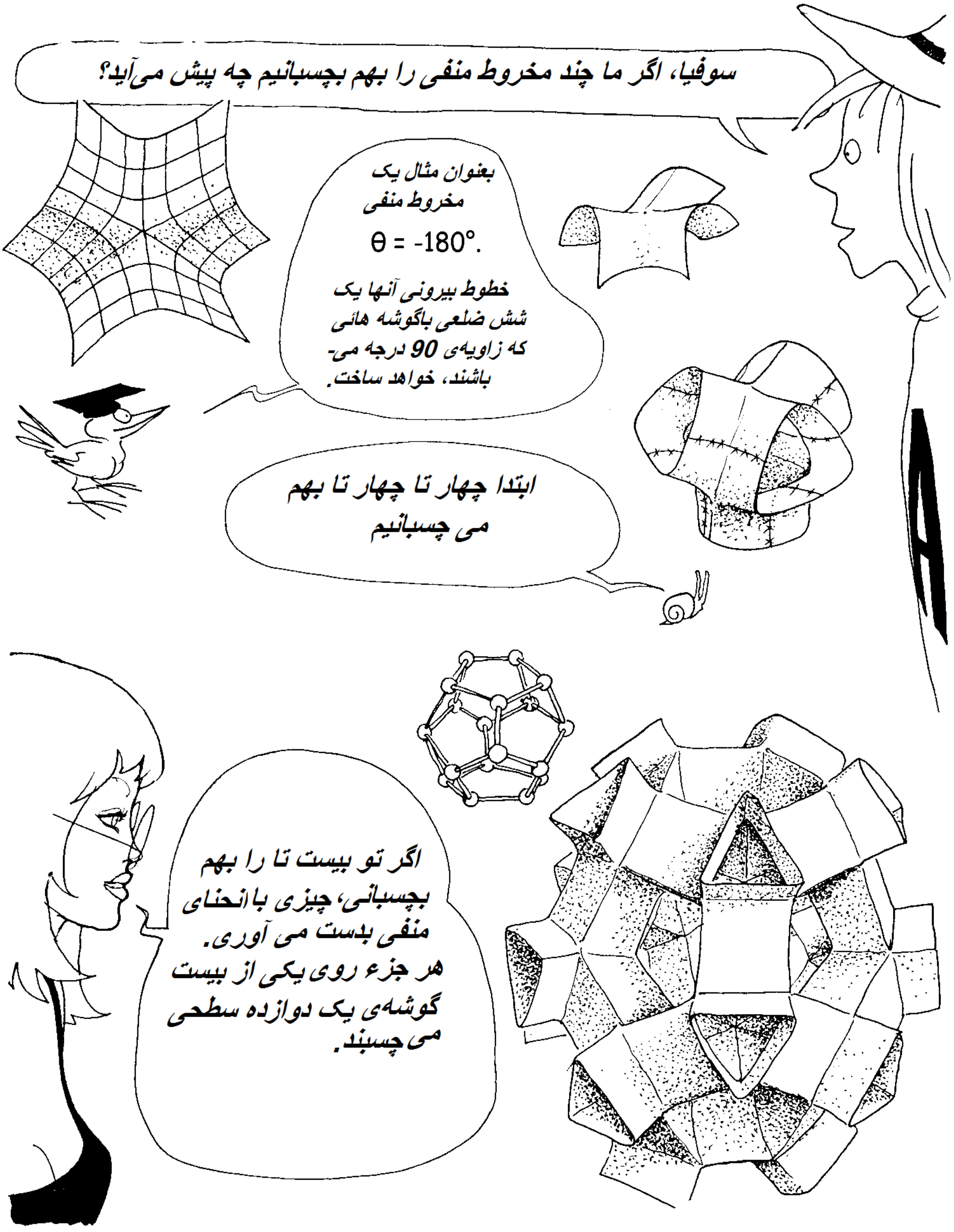


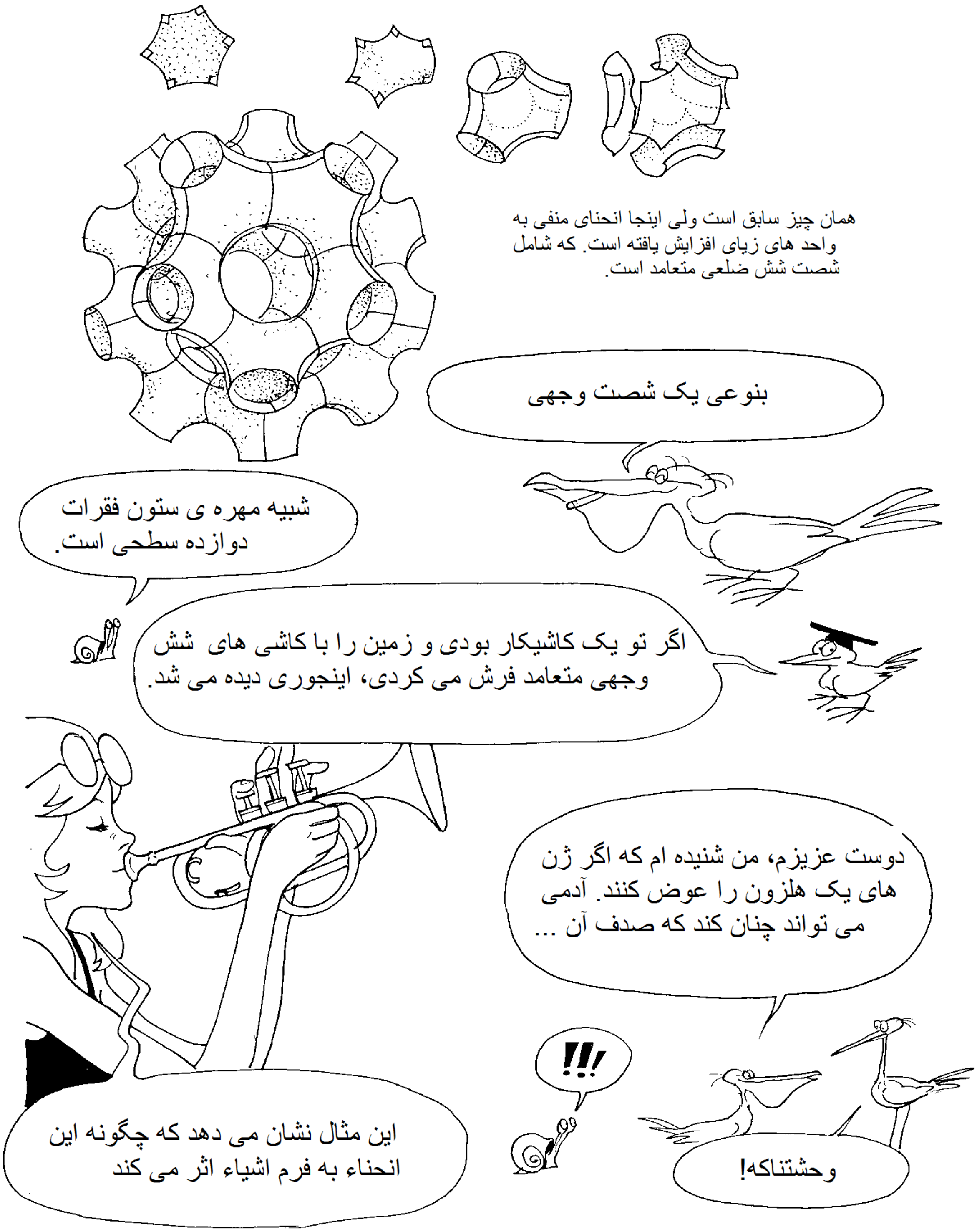


مجموع زوایای مثلثها 180 بیشتر از مقداری می‌شود که از مجموع زوایای راس‌های مخروطهای اولیه‌ای که مثلث را پر میکنند.

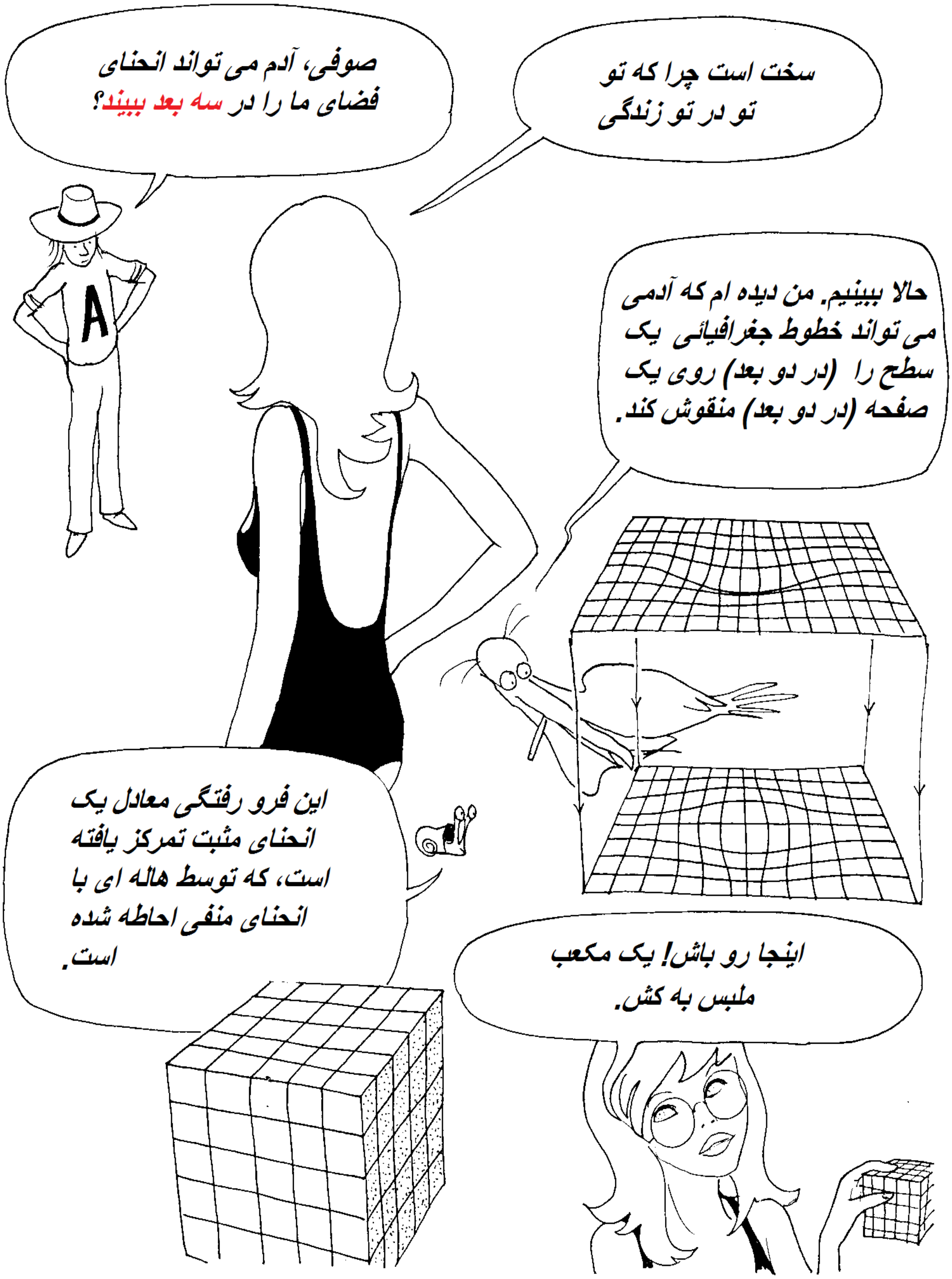
هیئت مدیره

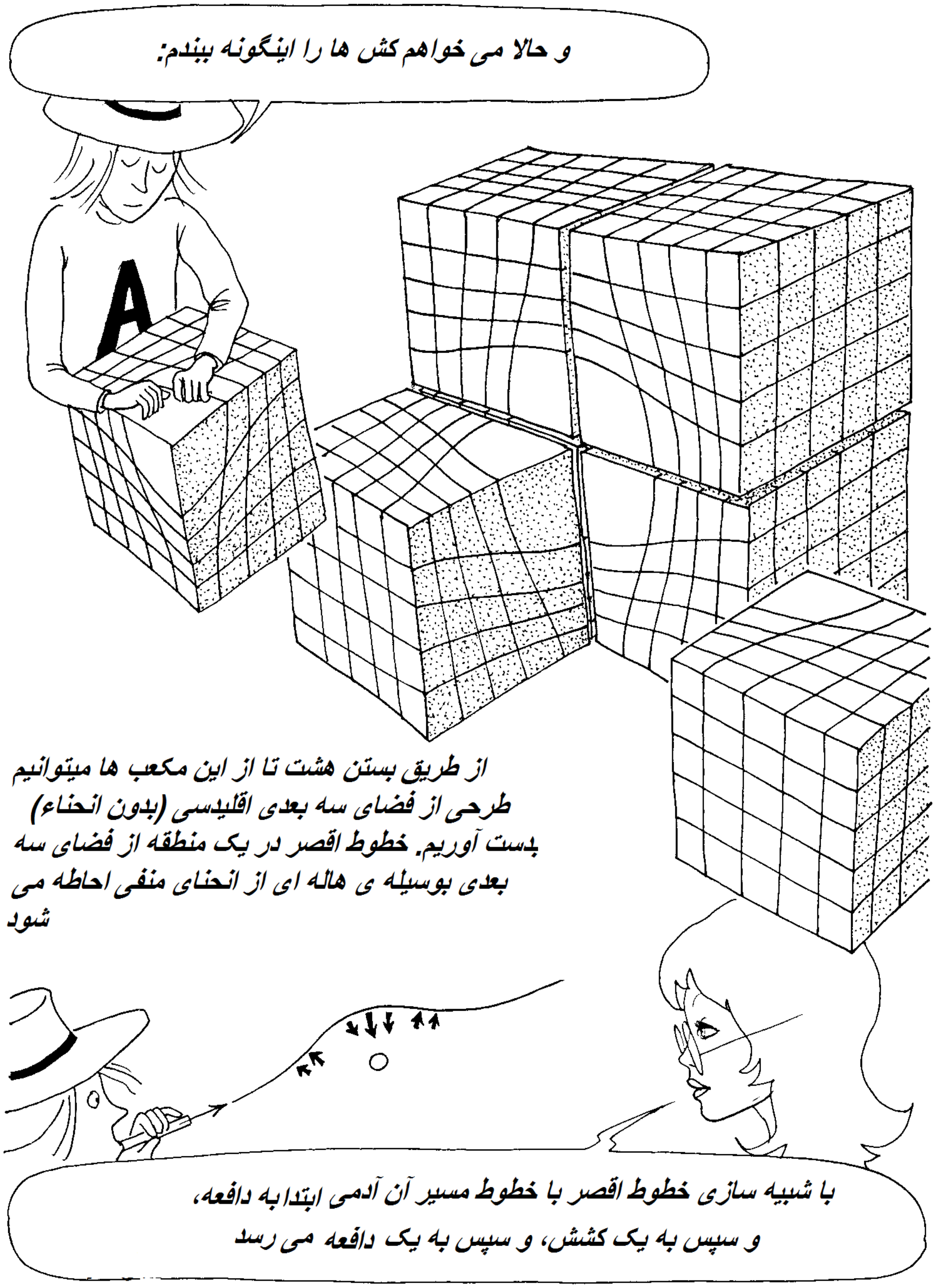
سرهم بندی


سوفیا، اگر ما چند مخروط منفی را بهم بچسبانیم چه پیش می‌آید؟
بعنوان مثال یک مخروط منفی
θ = -180°.
خطوط بیرونی آنها یک شش ضلعی باگوشه هائی 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.

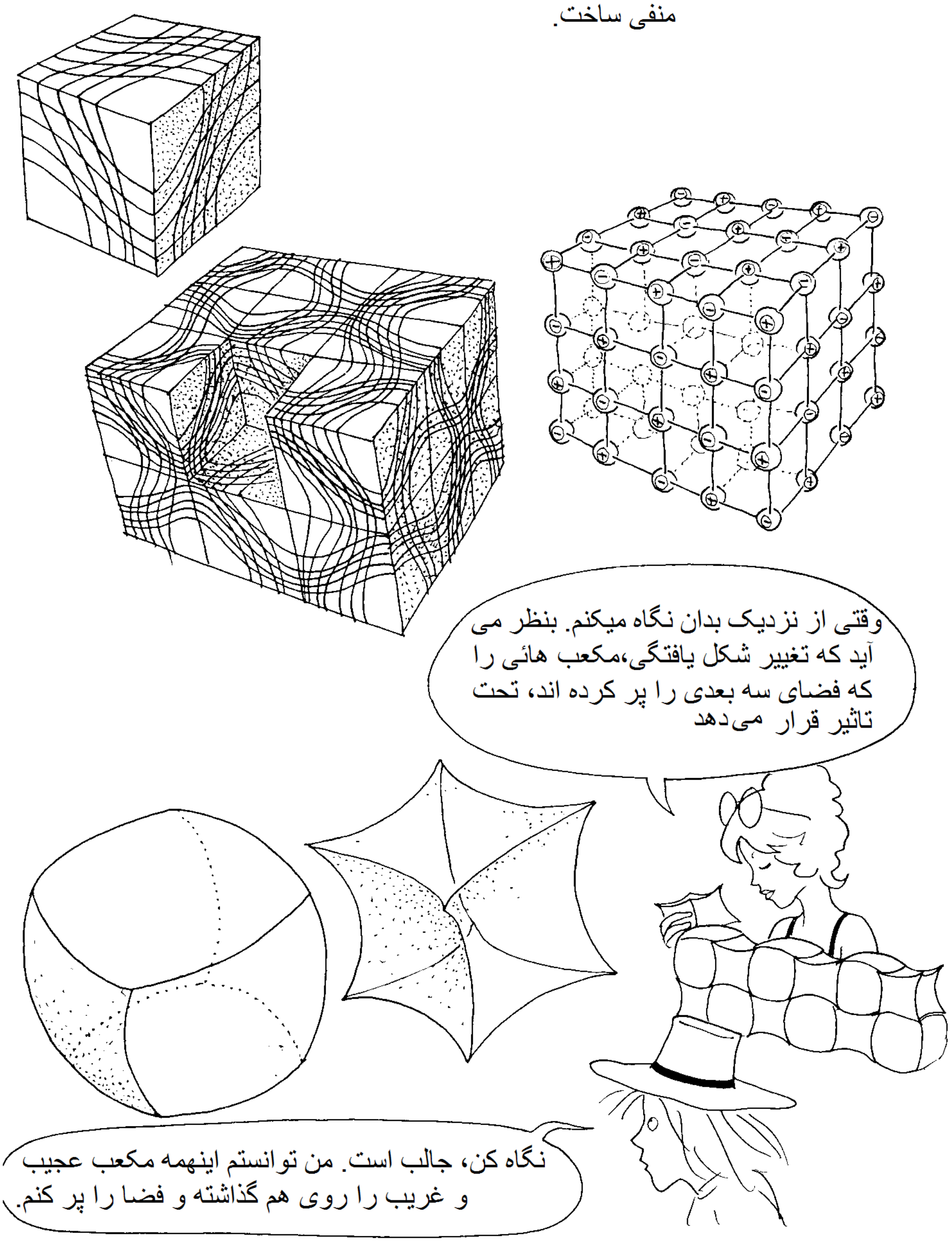

همان چیز سابق است ولی اینجا انحنای منفی به واحد های زیای افزایش یافته است. که شامل شصت شش ضلعی متعامد است.
بنوعی یک شصت وجهی
شبیه مهره ی ستون فقرات دوازده سطحی است.
اگر تو یک کاشیکار بودی و زمین را با کاشی های شش وجهی متعامد فرش می کردی، اینجوری دیده می شد.
دوست عزیزم، من شنیده ام که اگر ژن های یک هلزون را عوض کنند. آدمی می تواند چنان کند که صدف آن ...
!!!
این مثال نشان می دهد که چگونه این انحناء به فرم اشیاء اثر می کند
وحشتناکه!

سه بعدی ها


صوفی، آدم می تواند انحنای فضای ما را در سه بعد ببیند؟
سخت است چرا که تو تو در تو زندگی
حالا ببینیم. من دیده ام که آدمی می تواند خطوط جغرافیائی یک سطح را (در دو بعد) روی یک صفحه (در دو بعد) منقوش کند.
این فرو رفتگی معادل یک انحنای مثبت تمرکز یافته است، که توسط هاله ای با انحنای منفی احاطه شده است.
اینجا رو باش! یک مکعب ملبس به کش.


و حالا می خواهم کش ها را اینگونه ببندم:
از طریق بستن هشت تا از این مکعب ها میتوانیم
طرحی از فضای سه بعدی اقلیدسی (بدون انحناء)
بدست آوریم. خطوط اقصر در یک منطقه از فضای سه
بعدی بوسیله ی هاله ای از انحنای منفی احاطه می
شود
با شبیه سازی خطوط اقصر با خطوط مسیر آن آدمی ابتدا به دافعه،
و سپس به یک کشش، و سپس به یک دافعه می رسد

از طریق بستن نخ بدین طریق و قرار دادن مکعب ها بروشی
مناسب، میتوان تصویری ازساکنان زمین را با انحناء مثبت و
منفی ساخت.

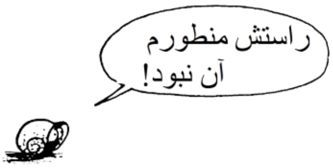


تصاویر (تصویر فکنی‌ها)

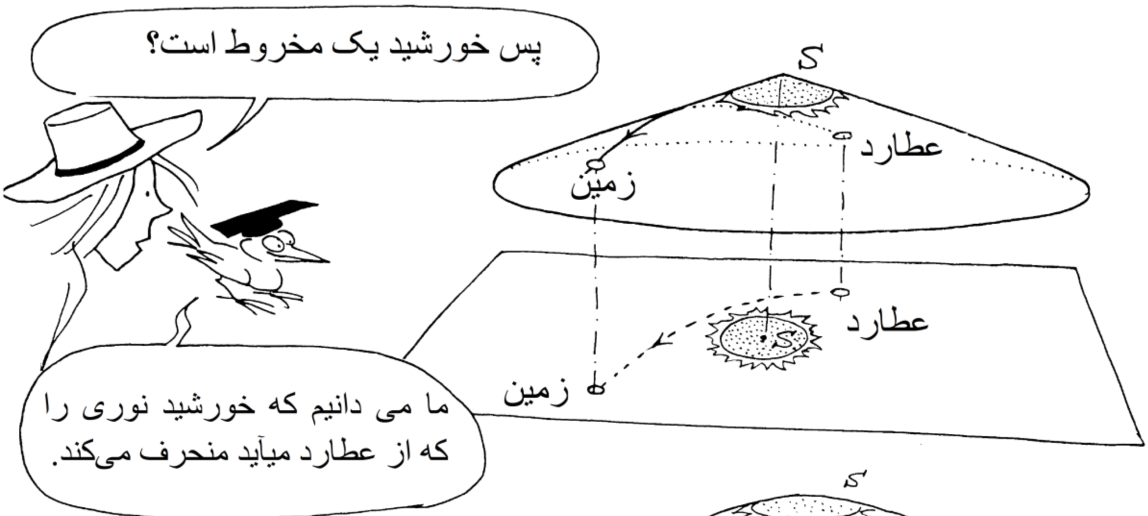

جناب آلبرت، در مجموع، آن چیزی که منظور شماست، اینست که نقاط عطف مسیرها که به نیروها بستگی دارد تنها اثر یک تصویر، در جهان حسی ماست، از مسیری که در سطح دیگری رسم شده که آنهم خودش کوتاهترین مسیر (ژئودزی) در آن سطح است.
باز متافیزیک!
نه آن هندسه است.
برات مثالی میزنم. فکر کن که ما توی یک کپسول فضائی در مدار زمین هستیم.
پس از تاثیر نیروی کشش زمین در امانیم.
ای وای نه!
آره!
حالا یک نوع بازی بیلیارد می کنیم.


ظاهرا این شیئ شامل دو سطح شفاف، با چین خوردگیها و ورم کردهگی‌هاست، 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.
$\vec{V}$
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 نمی‌شد.)
نگاه کن!
لامپ مسیر حرکت را بر کف کپسول فضائی ما تصویر می‌کند.
آنکسی که تنها این سایه ها را دیده است، بایستی فکر کند که آن چیزی که در این سطح حرکت می‌کند تحت تاثیر یک نیروی میدان فرعی است.

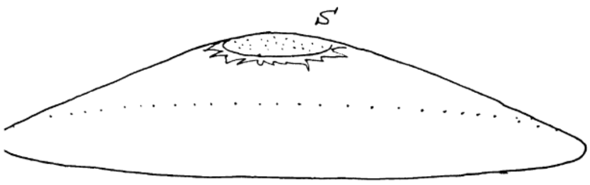

هنگامیکه ما حرکت یک ستاره‌ی دنباله دار را دور خورشید مشاهده می کنیم فکر می کنیم که در یک فضای سه بعدی اقلیدسی بدون انحناء قرار دارد، این ستاره‌ی دنباله دار مسیری را که خودش خط ژئودزی را در یک نوع فضا چنان دنبال می-کند که ... مستقیم به جلو میرود!
اما ما فقط سایه های واقعیت را می بینیم.
تیره سیاس عزیز! آنچیزی که تو می‌گوئی، بسیار افلاطونی است!
تنها راهی که می توان رفت راه مستقیم است.
نور هم از خط ژئودزی پیروی می‌کند.
نگاه کن عجیبه: آن خطوط ژئودزی را هنگامیکه آدمی با یک زاویه‌ی دیگری تصویر می کند یک جور دیگری دیده می شوند.
؟!؟
تیره سیاس!

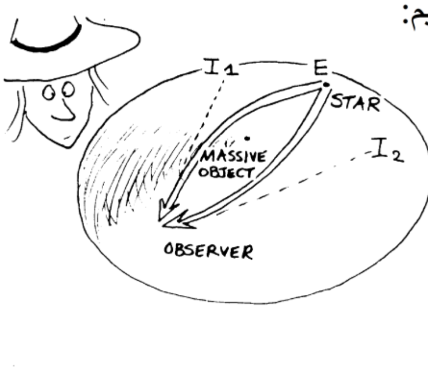


ماده و جرم



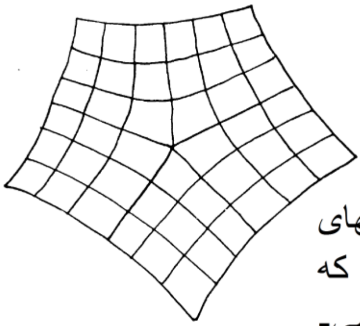
ما فکر میکنیم که فضای نزدیک به خورشید صاف است. اما در حقیقت آن جرم عظیم الجثه یک انحنای مشخصی را معرفی میکند. ولی چون خورشید یک جرم نقطه‌ای نیست ما آنرا با یک مخروط ناقص بدون نک مشخص میکنیم:





یک شیئ چگال فضا را می تواند چنان انحنا دهد که یک ناظر بتواند از یک ستاره E دو تصویر I_1 و I_2 را همزمان مشاهده کند: این یک اثر لنز گرانش است که مشاهدات اخیر آنرا نشان داده اند.


جرمهای اتمها و ذرات همگی در ساخت انحناء عمومی کیهانی شرکت دارند.
بنابراین جرم یک معنی هندسی مهمی دارد.
اما بین اتمها یک فضای خالیست؟
یا شاید من هنوز چیزی دستگیرم نشده...
نه خیر، دوست من، تضاد قدیمی بین ماده و خلاء کلا از بین رفته است. بیش از ... هندسه چیز دیگری باقی نمانده است.
چیزی جز هندسه نیست؟!



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

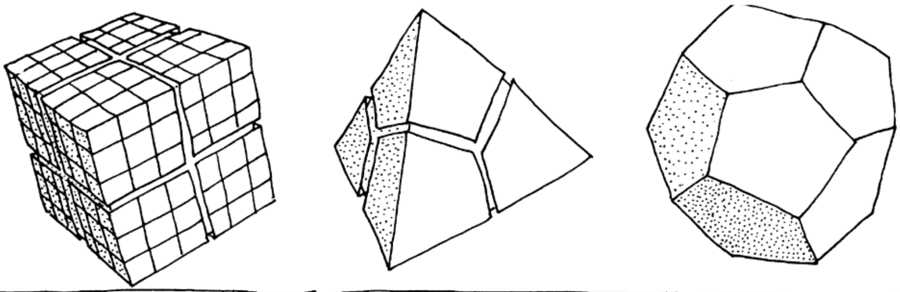
جرمهای منفی به جای تولید کهکشانها و ستارگان، بایستی حبابها، و پوچی‌های بزرگی را درست کرده باشند. پس بایستی اجتماع کهکشانها بدین وسیله از هم جدا شده باشند. بمانند اینست که یک فرم عجیبی از بافتهای سلولی درست کرده که در آنها سلولها از هم دیگر چند 200 میلیون سال نوری ای فاصله دارند.

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

چندوجهی


آنسلم، تو بایستی بوسیله‌ی، مثلا یک نوار چسب خطوط ژئودزی را برای یک سطح نشان دهی.
اگر این مخروط را با زاویه (θ = ۹۰°) درجه تا کنیم خطوط ژئودزی را تغییر نمی دهد، بلکه بیشتر و بهتر به نک یک مکعب وصل می شود.
به همین نحو هم میتوانی با سه بار تاه کردن روی این مخروط (θ = 180°) بنحوی که به گوشه های چند وجهی منظم متصل شود.

یک فضا بایستی باز یا بسته باشد



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

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

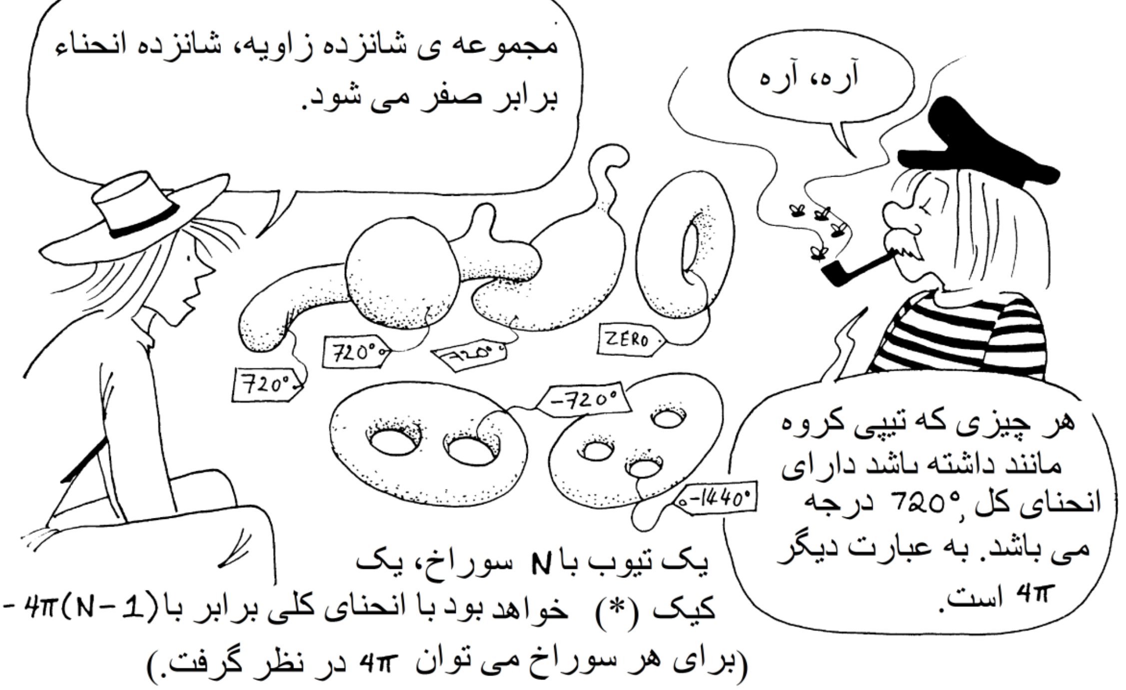
با هشت گوشه ی ($\theta = 90°$)
می توان یک مکعب
$90° \times 8 = 720°$
درست کرد.

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

هیئت مدیره!

(*) قضیه ی گاووس.

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

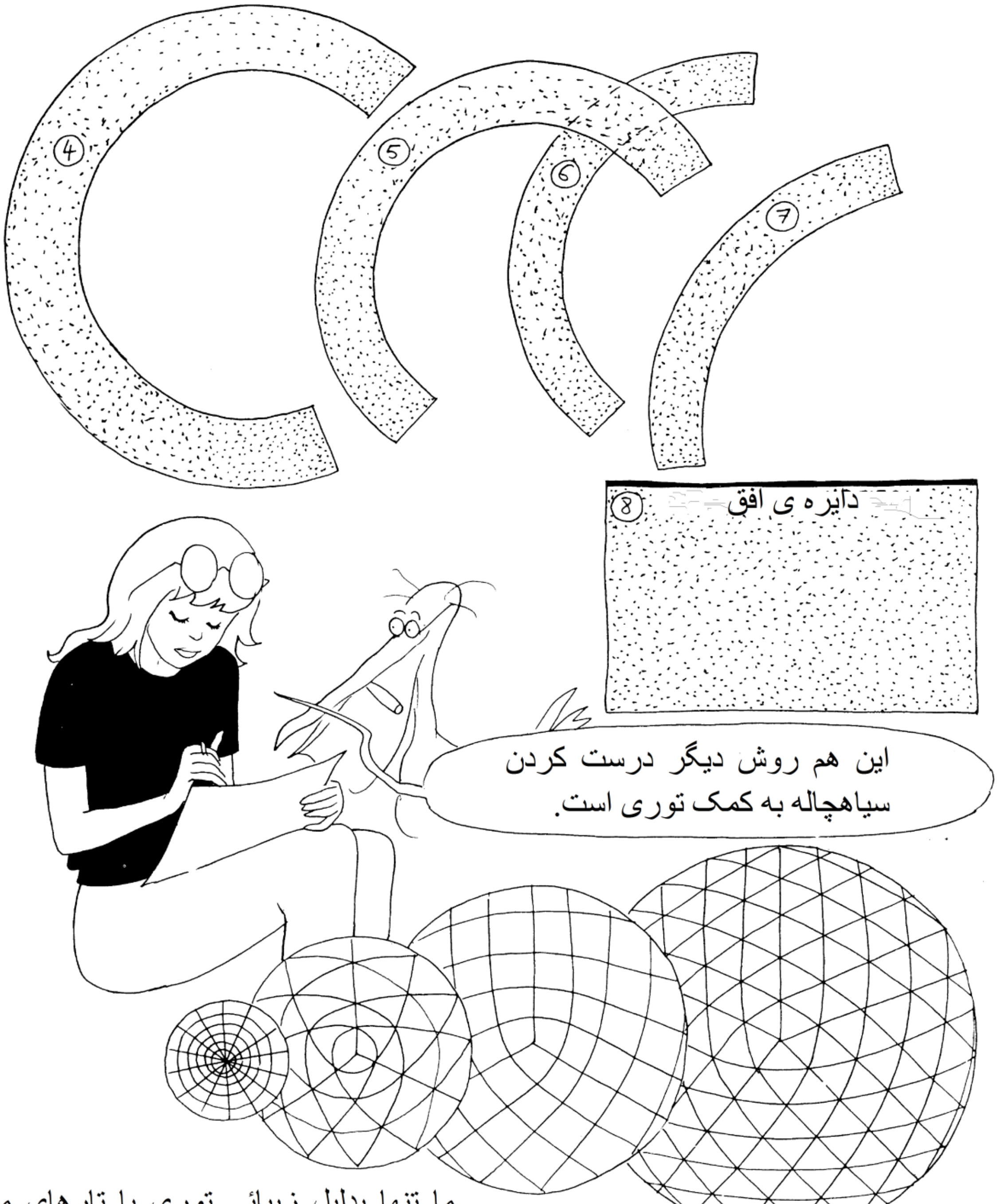


(*) FOUGASSE در حقیقت یکنوع نان است که در فرانسه و در منطقه ای که نویسنده ی کتاب زندگی میکند می پزند.

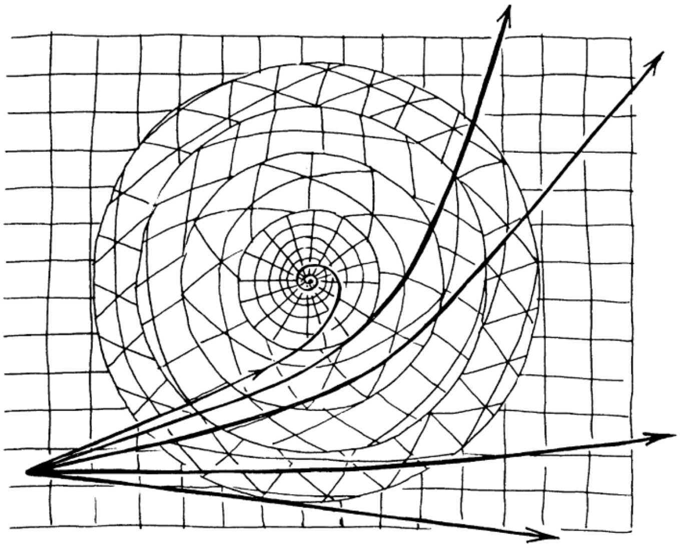
اولین نگاه به حفره ی سیاه

اگر خطوط ژئودزی به اندازه ی کافی در آن حفره فرو رود، تا در هم ریزی خود فرو رفتن را ادامه خواهد داد.
سطح
بخش ارتباطی
اگر خط ژئودزی بوسیله ی مرز دایروی که بین این سطح و لوله ی استوانه ای قرار دارد قطع شود، آن هرگز دیگر بر نخواهد گشت.
استوانه.
ما این مرز را مرز افق نام خواهیم نهاد.
خطوط ژئودزی استوانه حلزونی است.

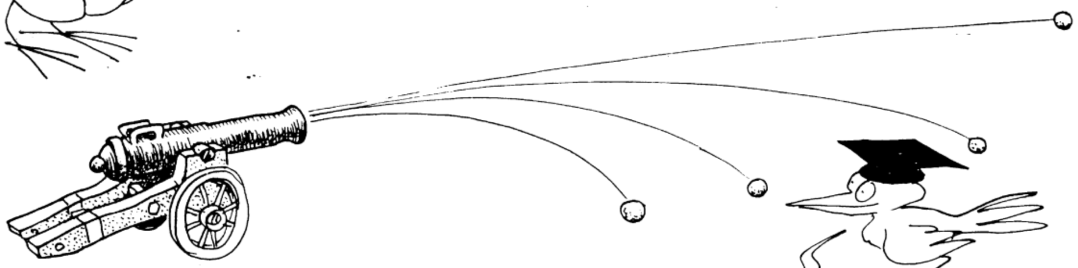

شخصی که فکر میکند میتواند روی این سطح زندگی کند. مسیرهای حرکت را اینچنین خواهد دید.
HORIZON
برای خودت حفره ی سیاهی را با فراهم کردن یک صفحه ی سوراخ (1) و شش نیمه مخروط (که دقیقا رویهم قرار گیرند) و یک استوانه (8) درست کن!
PLANE
استوانه
تغییرات



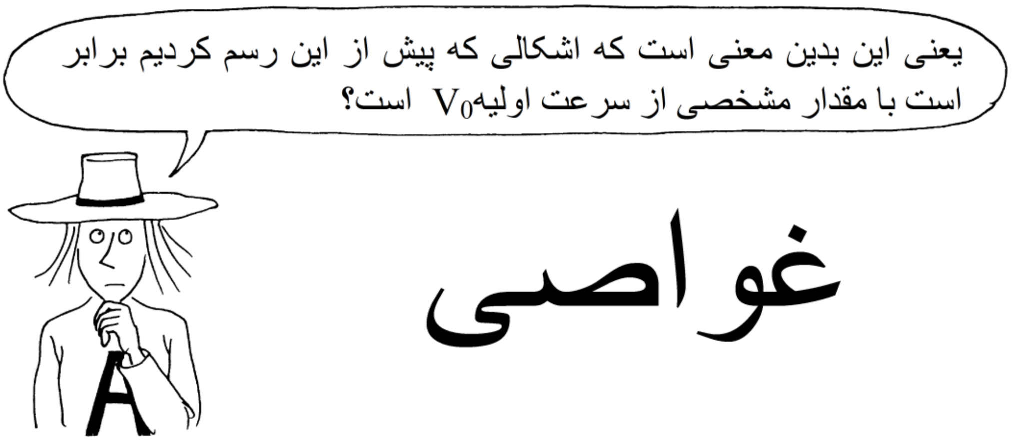
ما تنها بدلیل زیبائی توری با تارهای منطم
انتخاب کرده ایم.



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 ژئودزی مرکز توری،یعنی قطب آن، با توری‌های استوانه یکی شده و در داخل استوانه ادامه می یابند.



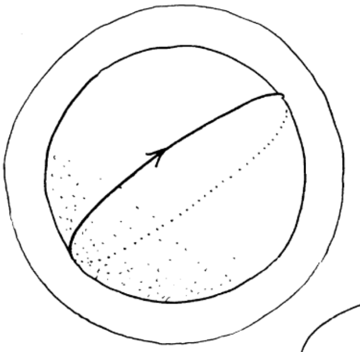
مسیر حرکت شیئ که در میدان نیروی یک یا چند جرم قرار دارد به سرعت اولیه ی V_0 آنها بستگی دارد.



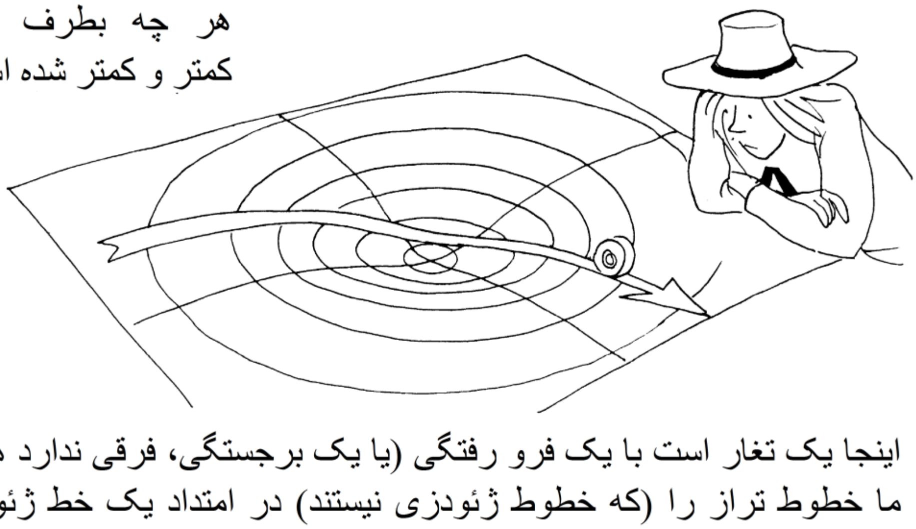
غواصی

(*) 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.

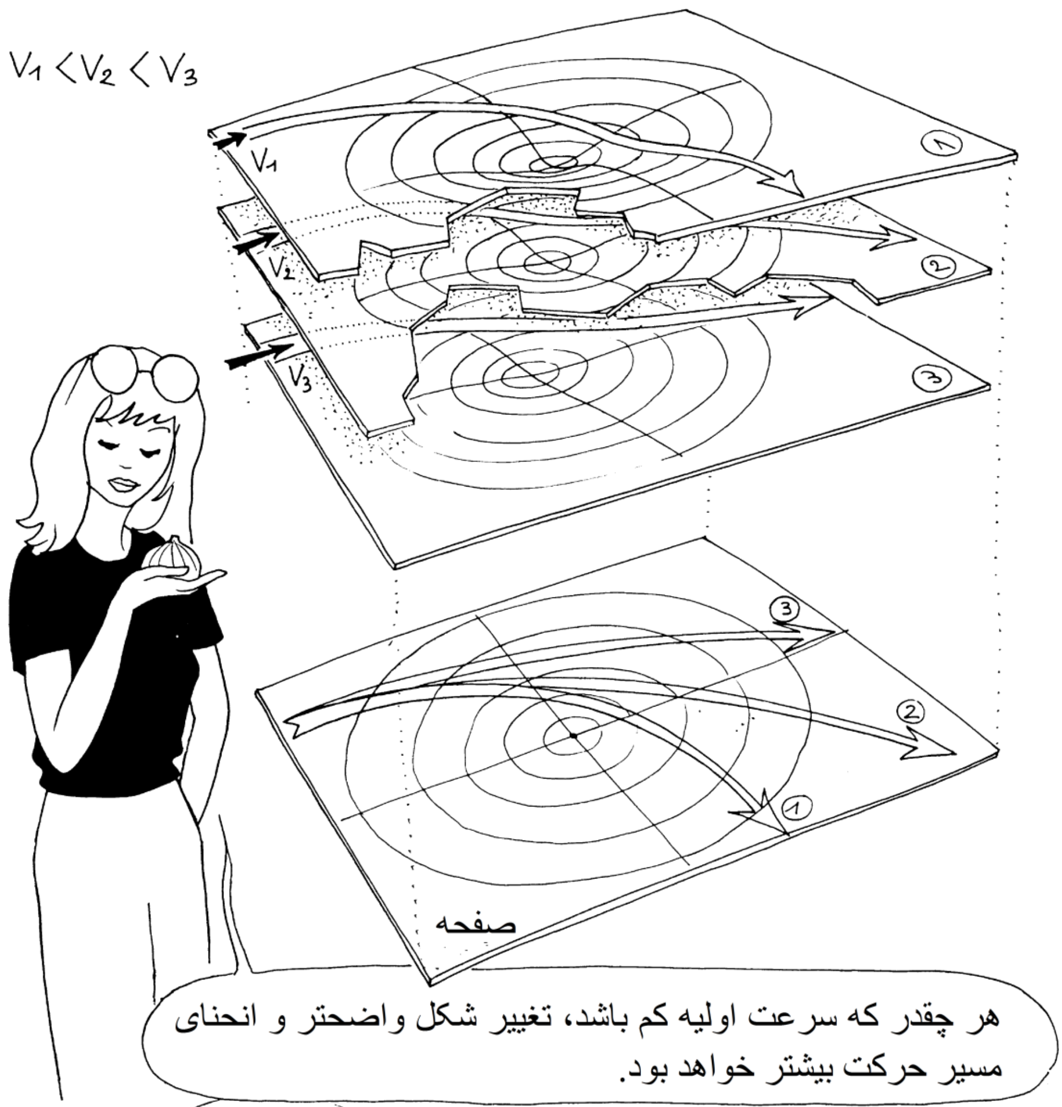
اگر نیروئی در کار نباشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند. بنابراین آن جسم روی کره‌ای می‌ایستد، و همیشه همان فاصله را تا مرکز پیاز حفظ می‌کند. آن از ژئودزی ای پیروی می‌کند، که بزرگترین دایره روی این کره است.

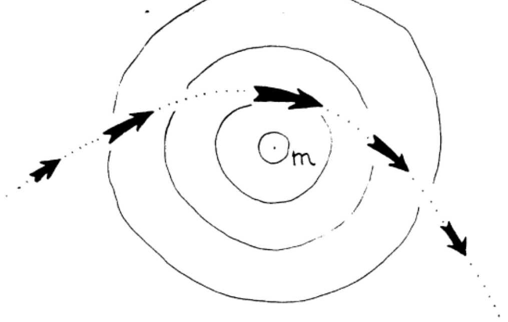


این نتیجه‌ی ضربه‌ی چکش آقای اینشتاین است. اثر آنرا می بینیم که هر چه بطرف مرکز می‌رویم کمتر و کمتر شده است.



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





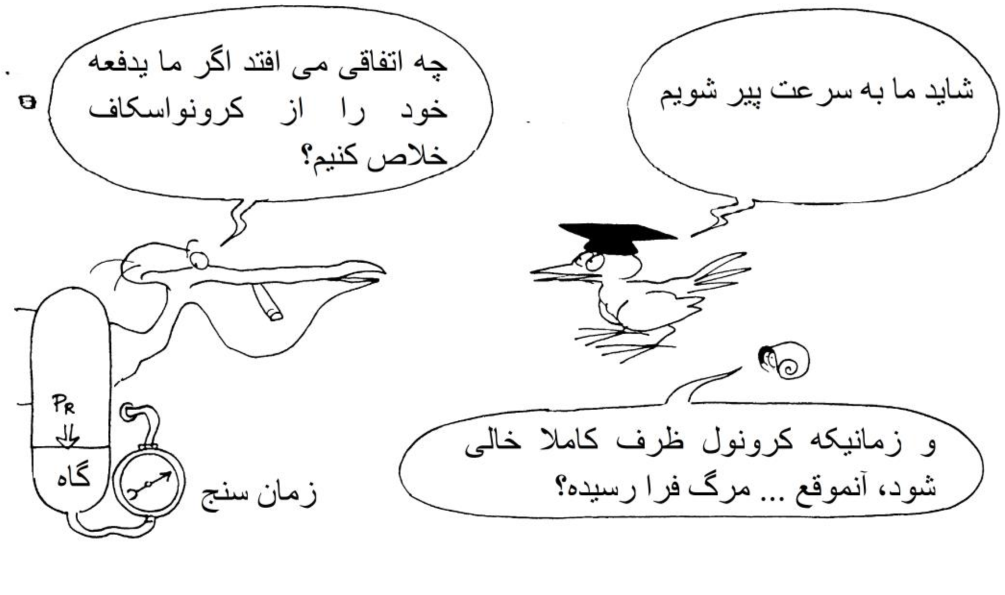
ابتدا تحت تاثیر کشش گرانش سرعت جسم بیشتر می‌شود. زمانی به حداکثر سرعت خود میرسد که فاصله‌ی بین جسم و جرم جاذب کمترین مقدار خود باشد. ستاره شناسان آنرا حضیض خورشیدی می نامند.


ابزار مسخره ای بنظر می رسد.
آن یک زمان سنج است
آن بتو اجازه میدهد که بتوانی خطوط ژئودزی را در پارک کیهانی دنبال کنی.
اما چرا بایستی خود را در یک گاهشمار محبوس کرد؟
همه‌ی مجموعه‌ی پارک کیهانی داخل یک مایع شناور است: گاه (Chronol)
هیچکس اجازه ندارد منو داخل آن حبس کند!
مسیر یک گاهشمار سرنوشت نامیده میشود.

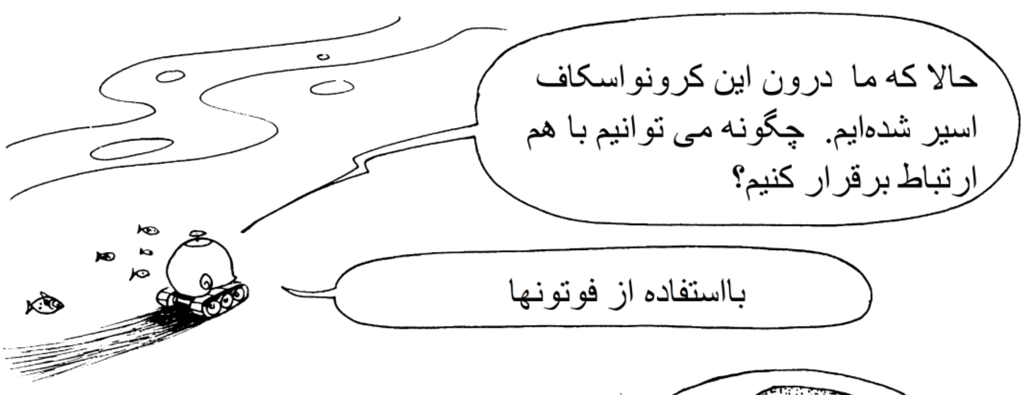
(*) یادآوری: اصل دوم می‌گوید که امکان ندارد که بتوانیم یک خط ژئودزی را در مسیر برگشتی جای ـ گه دنبال کنیم (پارک کیهانی).
ـ منظور اینست که زمان را نمی‌توان به عقب برگرداند. مترجم ـ
هیئت رئیسه

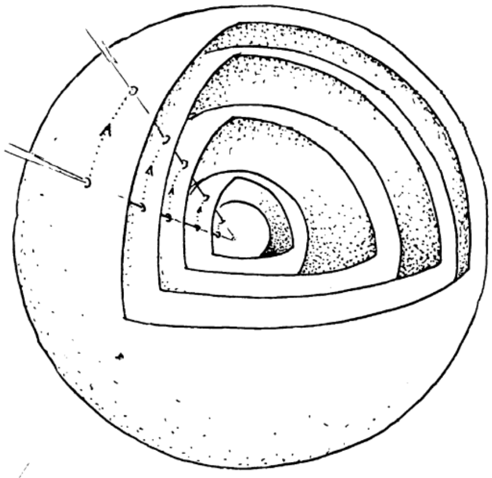
(*) نگاه کنید به همه چیز نسبی است، از همین نویسنده.

هنگامیکه یک چیز بسیار سنگین باشد، منحنی فضا ـ زمان را بیشتر خم میکند. این بدین معنی است که در این منطقه هر چند ساکن، تحت فشار بمراتب بالا، یک شیئ 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.

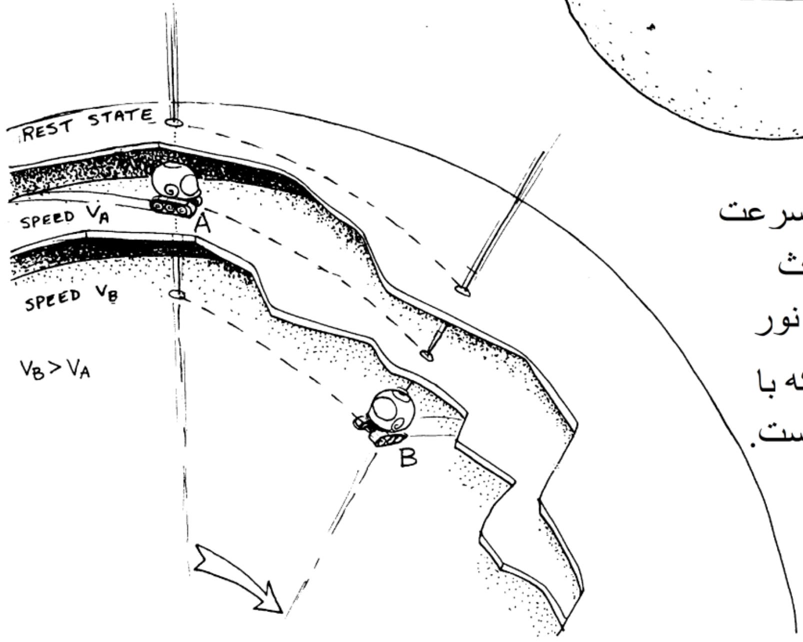


بر قراری ارتباط





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

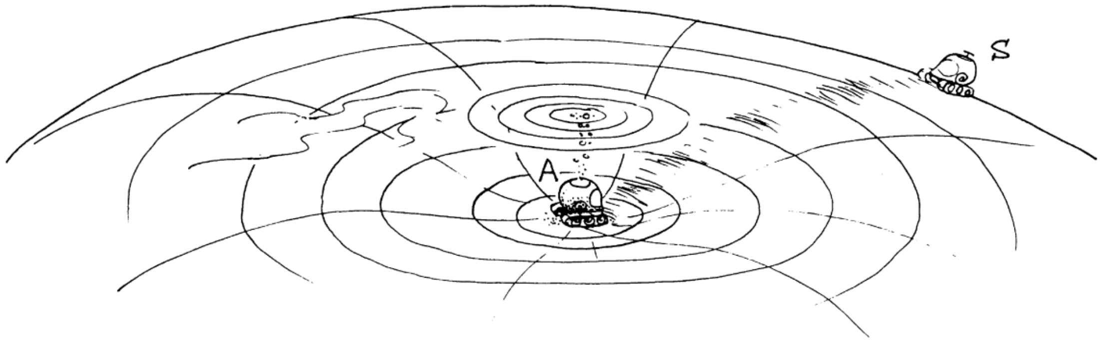


یک جسم مانند A که با سرعت حرکت میکند میتواند باعث حرکت یکی از این ذرات نور در مسیر جسم B باشد که با سرعت V_B در حرکت است.

فرکانس پائین فرکانس بالا

زیرسرخ، سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، بنفش، و فرابنفش.

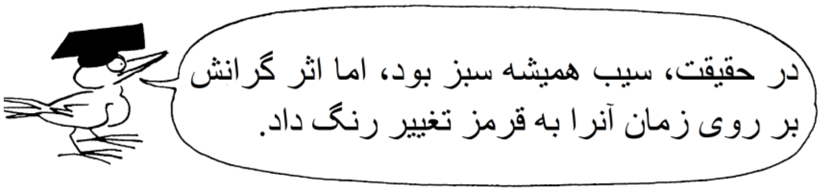
و رنگش بستگی به فرکانس اش است.



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 کاملا منحنی می یابد. برای مثال او نزدیک یک ستاره ی نوترونی با جرم بسیار متراکم و بالائی است.

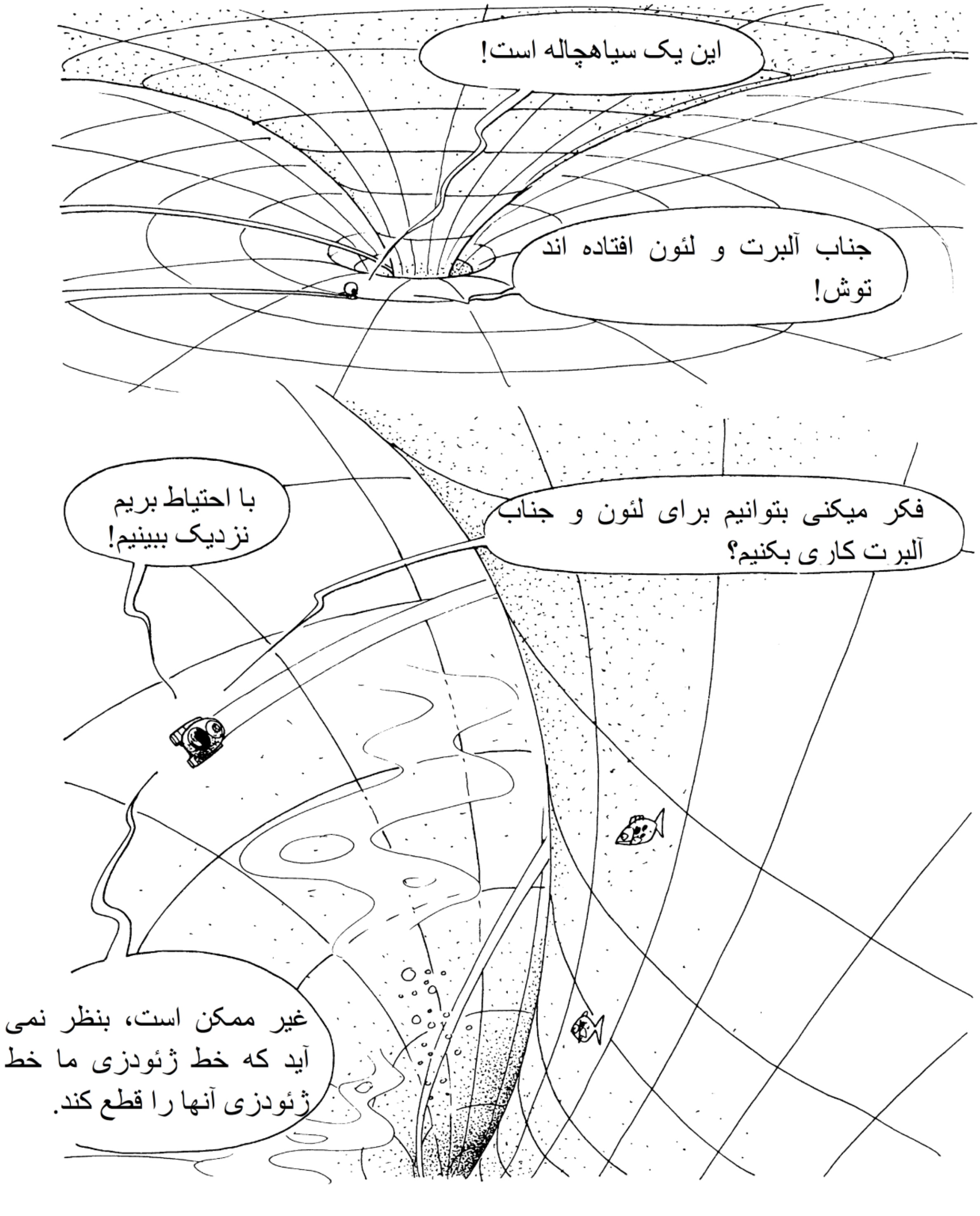
زمانسنج سوفی S، این نور را دریافت میکند. او در فاصله ی بسیار دوری از آن جرم سنگین است. بنابراین زمان برای او بسیار سریعتر میگذرد، و او نوری با فرکانس پائین را اندازه خواهد گرفت. برای او رنگ نور (آبی فرستاده شده توسط آنسلم. مترجم) به سرخ تغییر رنگ خواهد داد. (او نور آبی را قرمز دریافت خواهد کرد. مترجم)

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

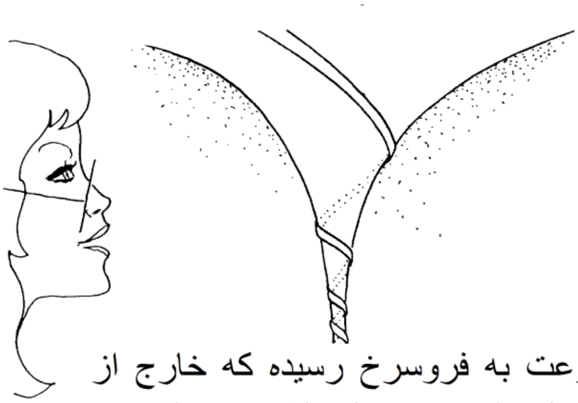
(*) امواج رادیوئی از جنس همان امواج نور هستند. آنها با سرعت نور C پخش می شوند، ولی فرکانس کمتری دارند.


این یک سیاهچاله است!
جناب آلبرت و لئون افتاده اند توش!
با احتیاط بریم نزدیک ببینیم!
فکر میکنی بتوانیم برای لئون و جناب آلبرت کاری بکنیم؟
غیر ممکن است، بنظر نمی آید که خط ژئودزی ما خط ژئودزی آنها را قطع کند.


ته سیاهچاله چنان است که عبور از
آن امکان پذیر نیست
آنها را می بینی؟
من آنها هنوز هم می بینم، اما رنگ chronoscaphe آنها به
سرخی غلیظ مایل است.
الو؟ آقای آلبرت؟ لئون؟ صدای
منو می شنوید؟
من نمی فهمم. چرا صدایش به
جیغ شباهت دارد و بسیار تند
حرف می زند؟
صدایش دائما کُند می شود. می‌شود گفت که
مانند صفحه‌ی گرامافون می‌ماند که دارد
یواش یواش می‌ایستد.
آ ه ه د ت ث ی ه ه ه ...
اگر آدمها در «مناطق زمانی» مختلفی
قرار گیرند ارتباطاتشان مختل می شود.

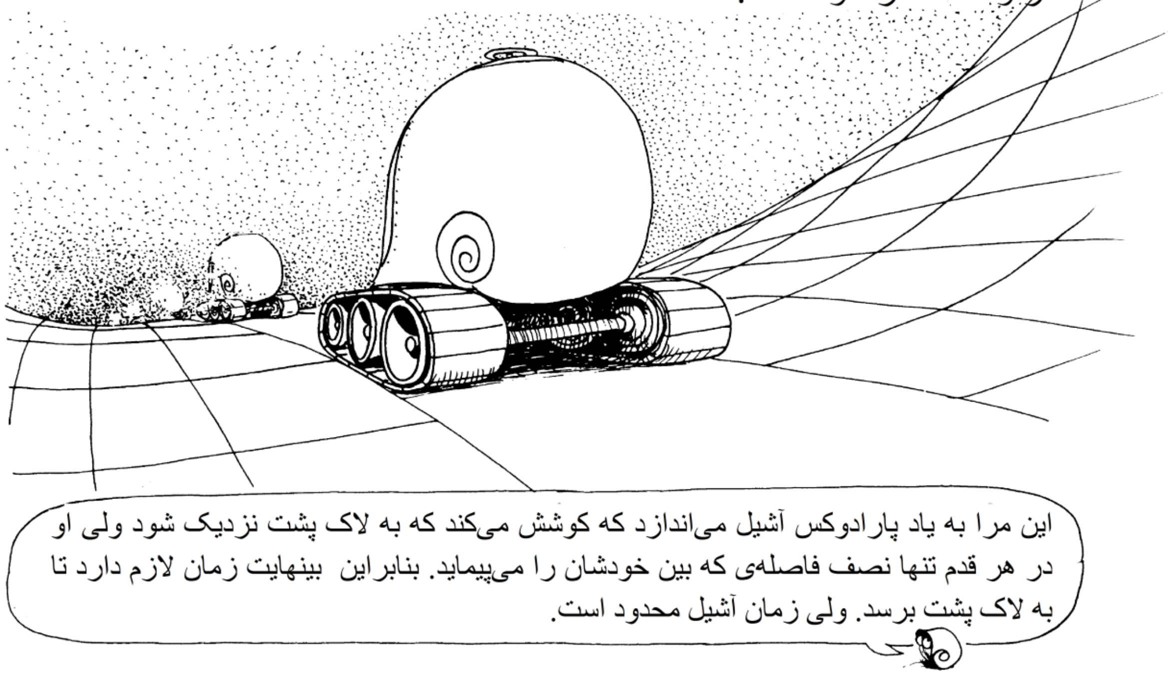
مورد زمان

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.

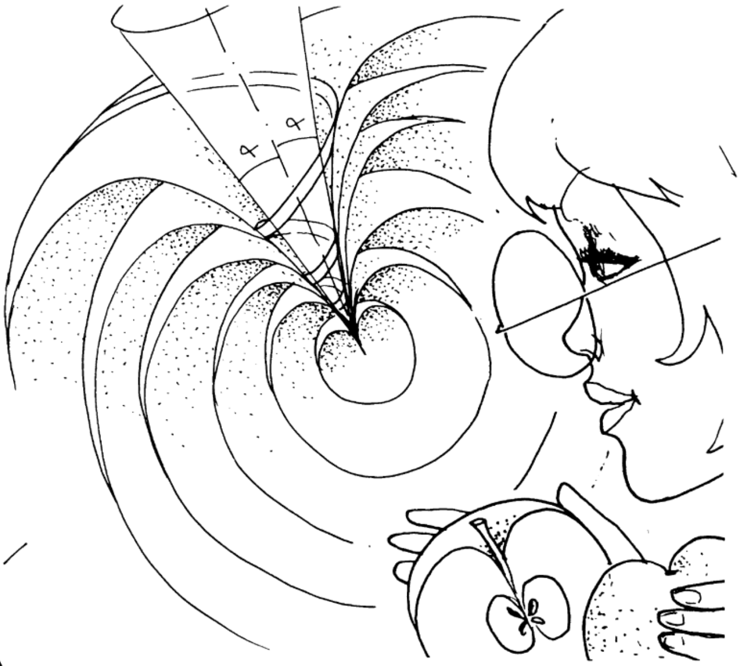


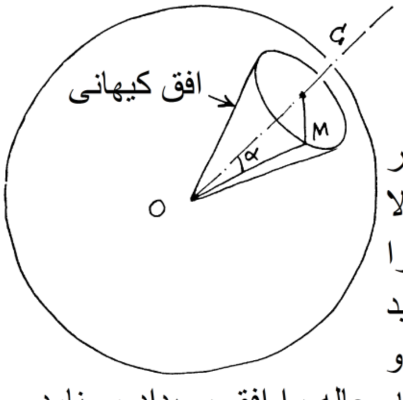
هنگامیکه آنها به ته چیزها رسیدند، و سرعتشان به سرعت نور رسید، ساعت آبی آنها از خود تنها یک مقدار محدودی کرونول پخش خواهد کرد. این بدان معنی است که آنها به ته زمان متناهی رسیده اند. اما اگر سوفیا، آنسلم، ماکس و تیریاس بتوانند به دیدن فرود آنها ادامه دهند برایشان بینهایت بنظر خواهد رسید.

نوری که زمان سنج آنها پخش می‌کند بسرعت به فروسرخ 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.



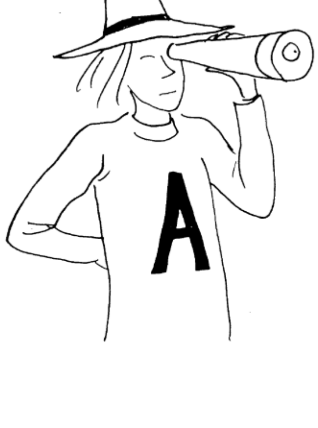
بر طبق مدل پارک کیهانی ، این یک عکس از سیاهچاله است. مانند اینکه میخی تا مرکز فضا - زمان فرو رفته باشد، یعنی آنجا که تنها سرعت، سرعت نور است.همه‌ی لایه‌ها در آن نقطه مماس به مخروطی هستند که نصف زاویه‌ی راس آن α است.

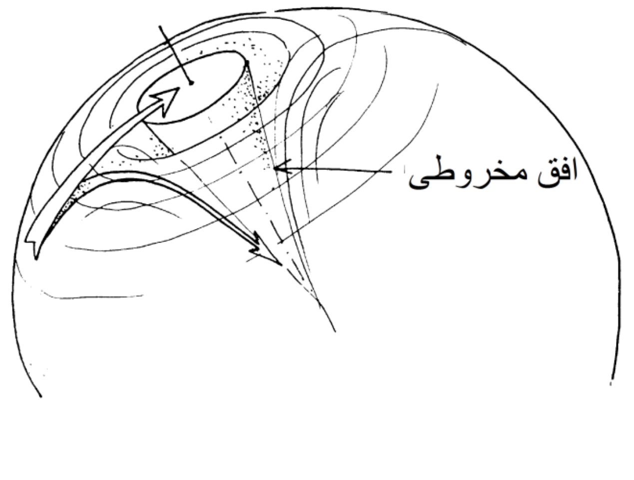


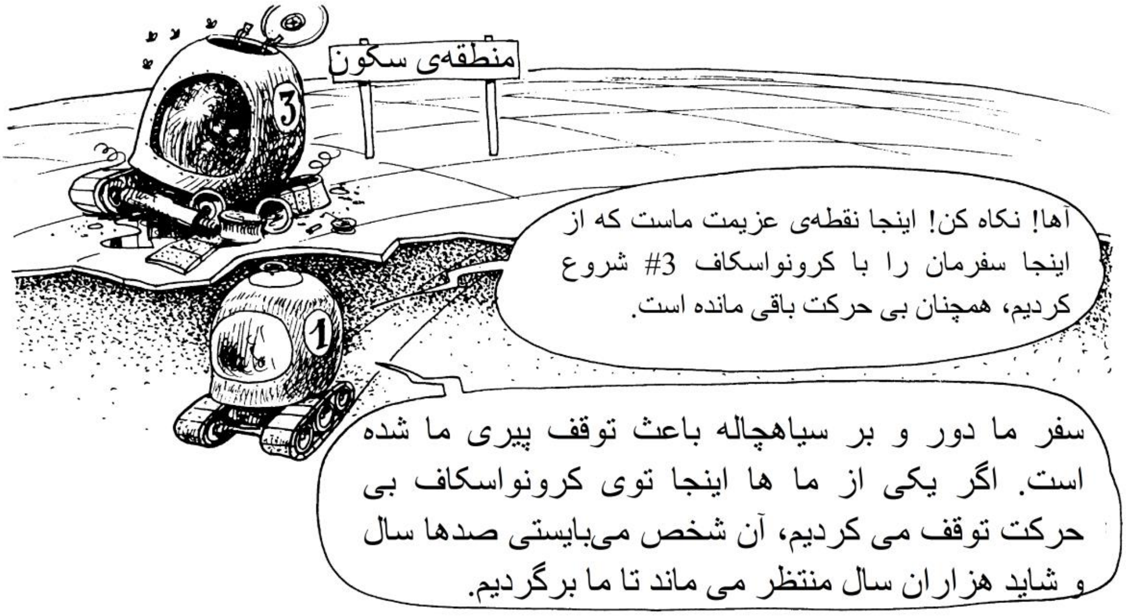


در این مدل فاصله در حقیقت زاویه ای است بین دو بردار شعاعی: بعنوان مثال OM و OC. زمانیکه ما به شکل بالا نگاه می‌کنیم، می‌توانیم بفهمیم که هیچ چیز نمی‌تواند خود را از میان این مخروط با نیم زاویه‌ی α عبور دهد. فرض کنید ناظری بی حرکت روی سطح کرونول ایستاده باشد، او انحنای فضا زمان را درک نخواهد کرد، او این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

که مانند دایره‌ای دیده می‌شود که به سرعت نور نیز رسیده است.






منطقه‌ی سکون
آها! نکاه کن! اینجا نقطه‌ی عزیمت ماست که از اینجا سفرمان را با کرونواسکاف 3# شروع کردیم، همچنان بی حرکت باقی مانده است.
سفر ما دور و بر سیاهچاله باعث توقف پیری ما شده است. اگر یکی از ما ها اینجا توی کرونواسکاف بی حرکت توقف می کردیم، آن شخص می‌بایستی صدها سال و شاید هزاران سال منتظر می ماند تا ما برگردیم.


سیاهچاله آنها را کجا می برد؟
هیچکس نمی داند. تئوری نشان می‌دهد که یک ضد سیاهچاله وجود دارد.
یک فواره‌ی سفید
یعنی می شود گفت، جائی که آدمی نمی‌تواند وارد آن شود . بلکه تنها می‌تواند از آن خارج شود.

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

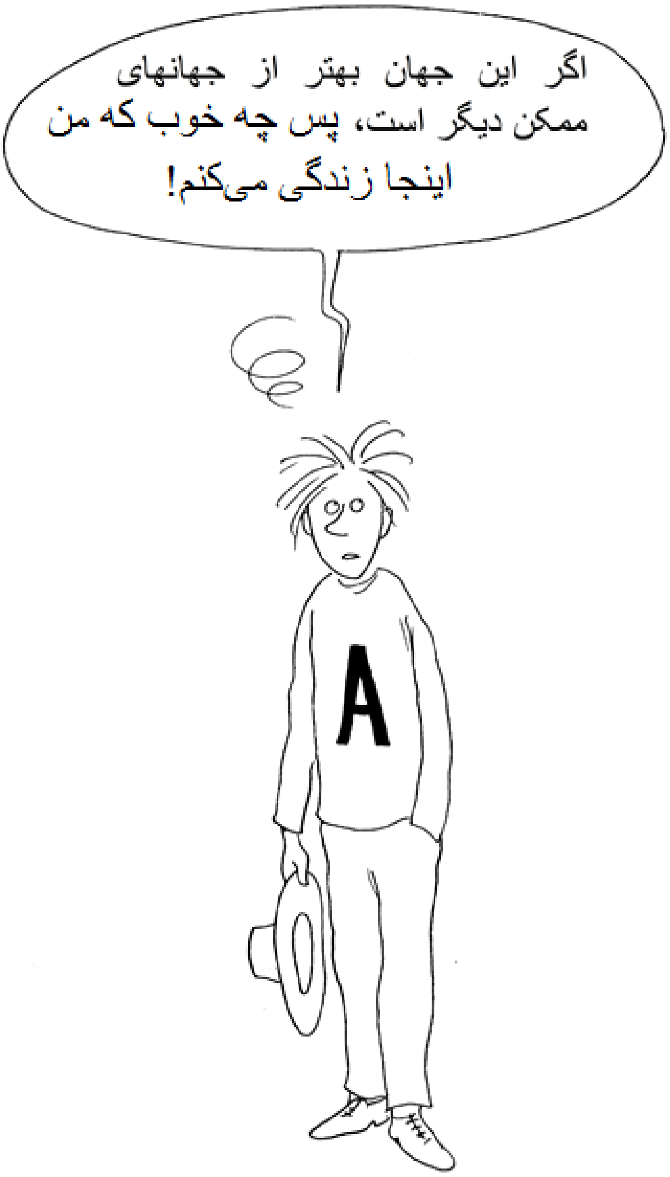
کثیف چون گِل *

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


لئون، سر بسر تیرسیاس نگذار!
بی‌خیال تیرسیاس. مهمترین چیز آنست که آدمی تو پوست خود احساس راحتی کند.
اوه!

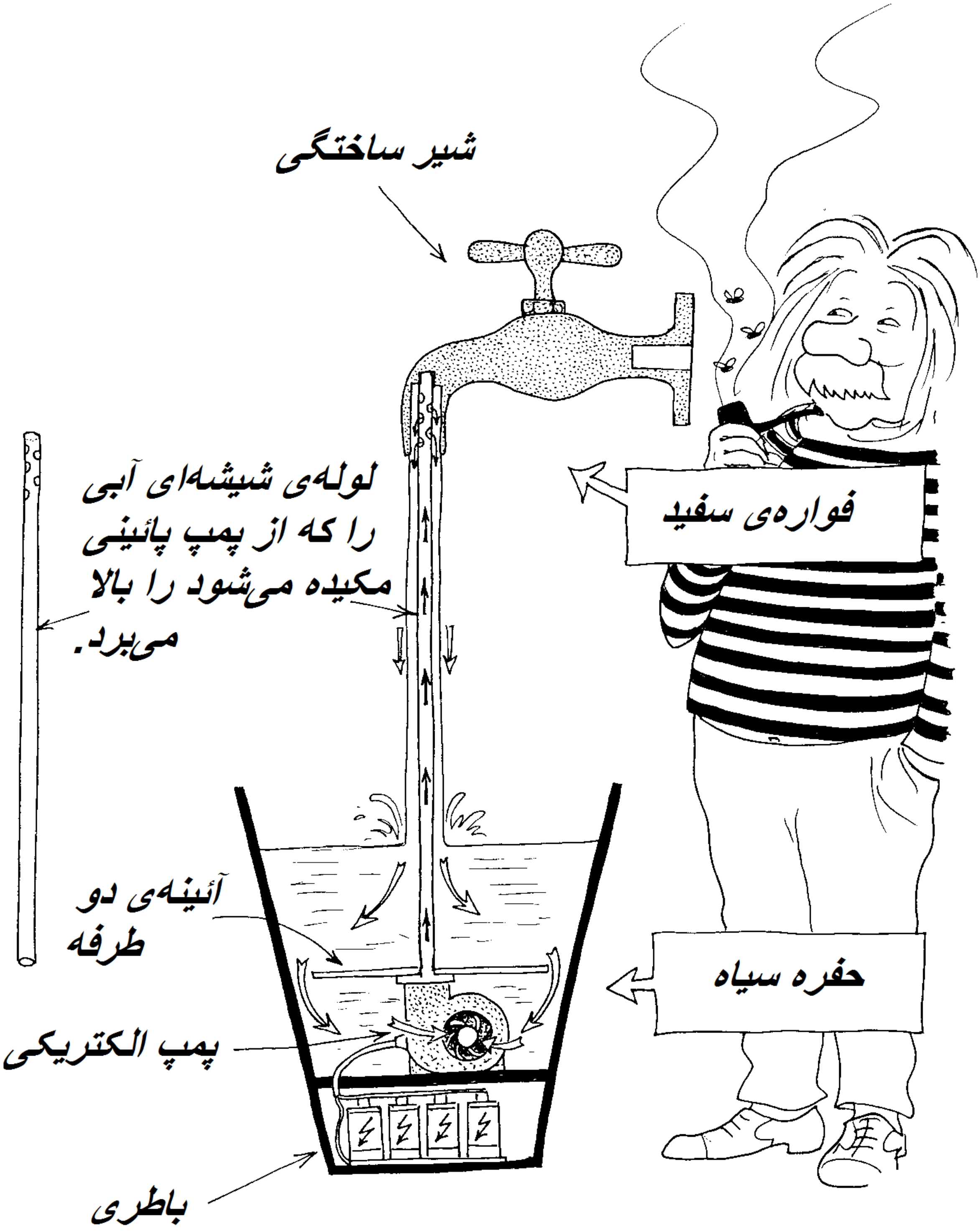
اختتامیه


حالا توجه کنید. خلاء و ماده هردو یکی هستند. فضا می‌تواند در خودش سرهم بیآید و تنها راهی که برای رفتن باقی بگذارد راه مستقیم بسوی جلو باشد.


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

پایان


آب از کجای این شیر
می‌آید که خودش هم
رو هواشناور مانده
است؟
هووووم...
آب کجا می‌رودکه همچنان
سطح آب بلاتغییر مانده
است و بالا نمی‌آید؟
با اینهمه جاری است؟



شیر ساختگی
لوله‌ی شیشه‌ای آبی
را که از پمپ پائینی
مکیده می‌شود را بالا
می‌برد.
فواره‌ی سفید
آئینه‌ی دو
طرفه
حفره سیاه
پمپ الکتریکی
باطری