

savoir sans frontieres

ARCHIE LANTURLU'NUN
MACERALARI

KARA DELİK

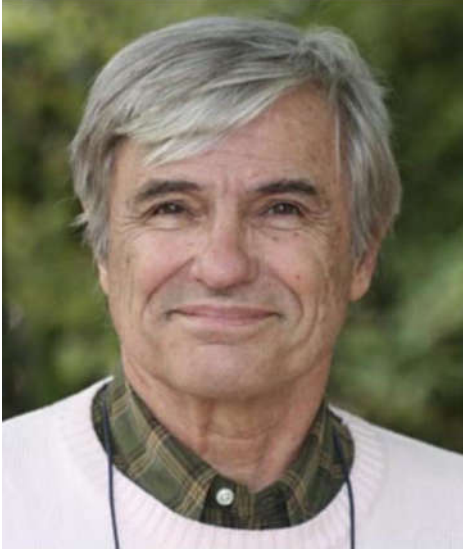
Jean-Pierre Petit

Çeviri : Burak Samancı



Sınır Tanımayan Bilgi

2005 yılında kurulan ve iki Fransız bilim adamı tarafından yönetilen kar amacı gütmeyen dernek.
Amaç: Ücretsiz indirilebilir PDF'ler aracılığıyla çizilen bandı kullanarak bilimsel bilgiyi yaymak.
2020 yılında: 40 dilde 565 çeviri yapılmıştır.
500.000'den fazla indirme ile.



Jean-Pierre Petit




Gilles d'Agostini

Dernek tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır.
Para tamamen çevirmenlere bağışlandı.

Bağış yapmak için ana sayfadaki PayPal düğmesini kullanın:

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





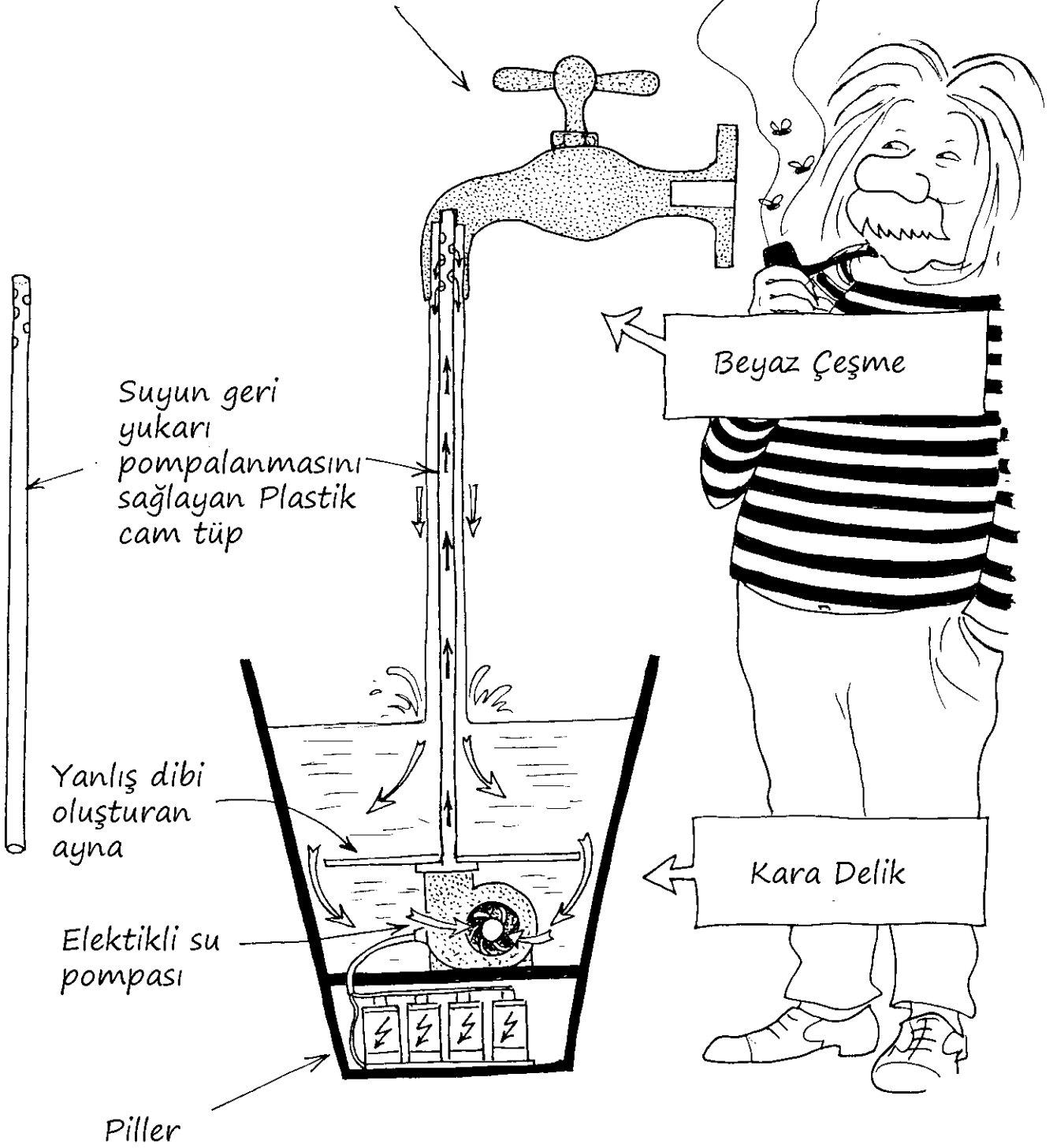
Musluk, havada öylece duruyor - Peki ya su nereden geliyor ?

Himmm...

Bu konuda - nereye gidiyor peki ? Kovadaki su seviyesi hiç değişmiyor.

Hep aynı şekilde akmaya devam ediyor.

Hileli musluk





Bay Albert! Ne yapıyorsunuz?

Otur bakalım, Archie.



Bu nedir ?

Kozmol, Archie : bir Kozmol...
Bu, yol gösterir.



Yol mu ? Ne yolu ?
Anlamıyorum.

Anlamak ? Ah,
tabi, anlama...

Herkes, mantıklı düşünmen gerektiğini
söyler... bu tam bir zirvadır !

Sadece...Kozmol...
yol gösterebilir.

... Zirva ...

Yol ? Ah, o yol ! çıkış yolu...

BÜYÜK EVREEEN...

BÜYÜÜÜK...

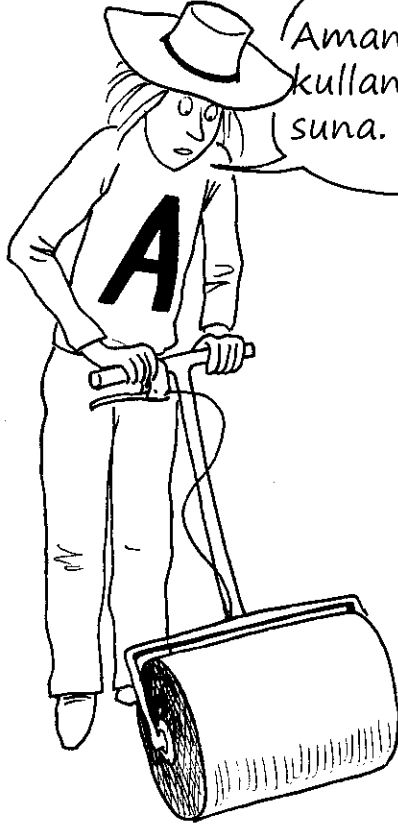
KOCAMAN

Bay Albert ?

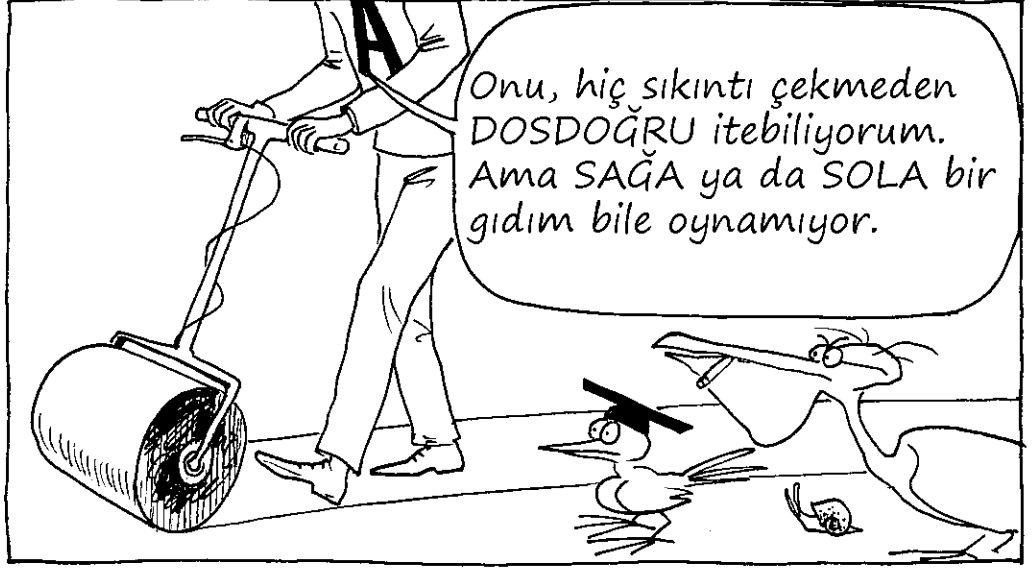
Sophie ?

Hım...

Yine bu bulut-
lar...

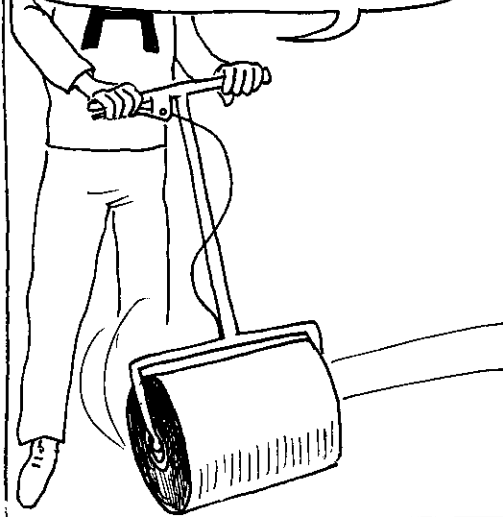


Aman Tanrım, bu cihaz da nedir? Tenis kortunda kullanılan bir silindire benziyor... veya belki de boya rulosuna.

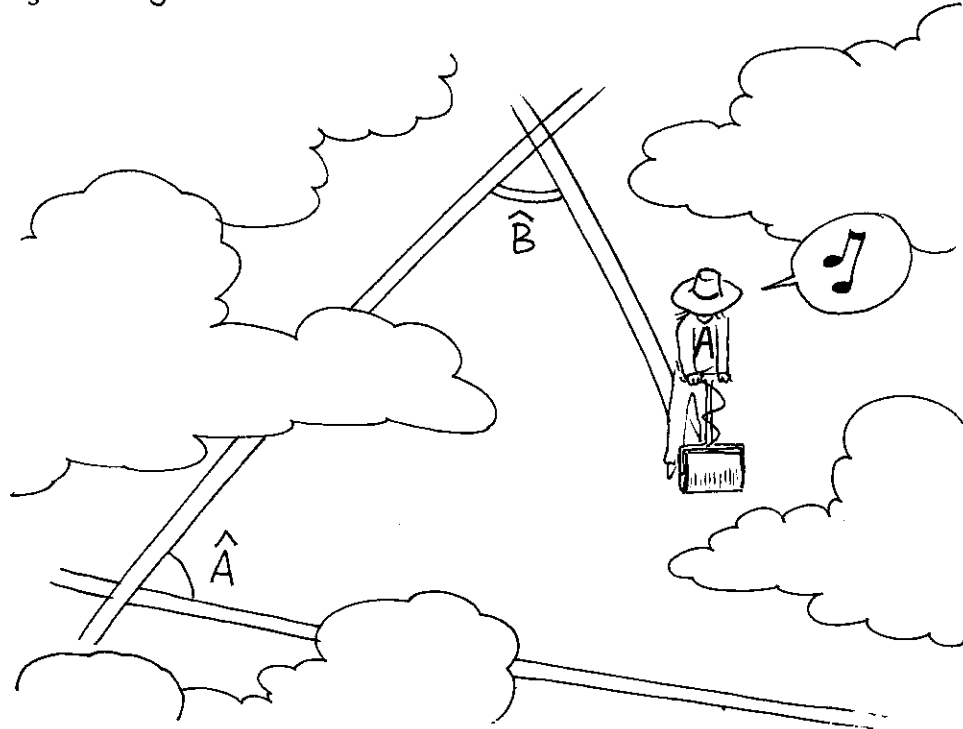


Onu, hiç sıkıntı çekmeden DOSDOĞRU itebiliyorum. Ama SAĞA ya da SOLA bir gıdım bile oynamıyor.

Acaba bu kol ne işe yarıyor?
Aha! Silindirin kilidini açıyor ve yönünü rahatlıkla değiştirebilmemi sağlıyor.

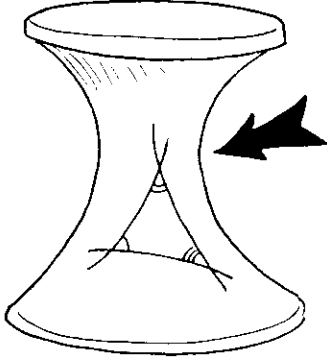
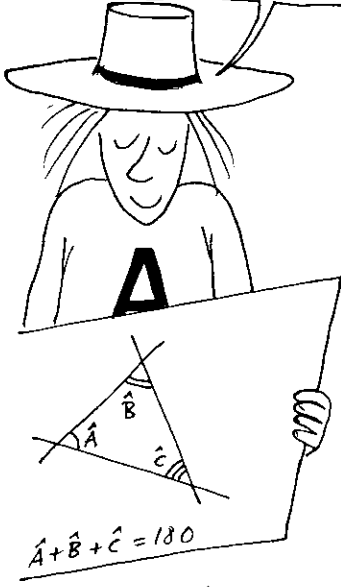


Bu tuhaf aletin yardımı ile, Archie bir yüzey üzerinde JEODEZİKLER çizebiliyor. Bu jeodezikleri kullanarak, ÜÇGENLER çizebiliyor :



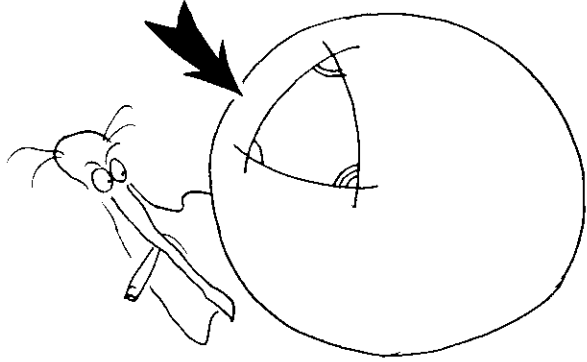
Bir yüzey, 2 - BOYUTLU bir UZAYdır. Yani, bir noktanın yerini tayin edebilmeniz için, İKİ rakama - iki koordinata - ihtiyacınız vardır.

Lesse... Eğer uzay ÖKLİT UZAYI ise, bir üçgenin açılarının toplamı 180° 'dir. *

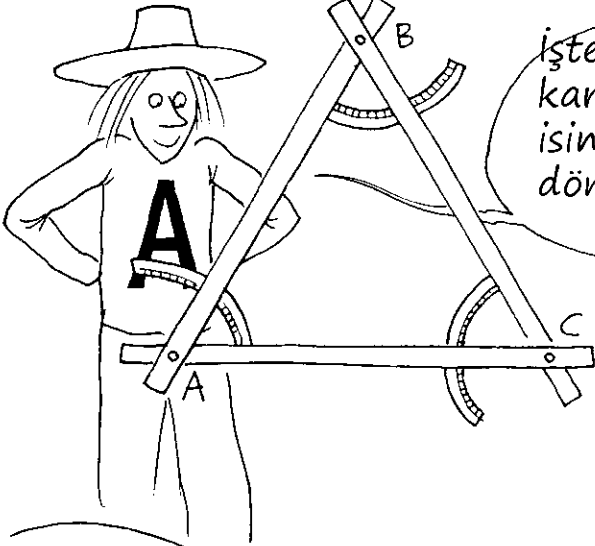


Uzay, negatif eğikliğe sahip olduğunda, bu toplam 180° 'den DAHA AZ olur.

Pozitif eğikliğe sahip bir uzayda ise 180° 'den DAHA BÜYÜK'tür.



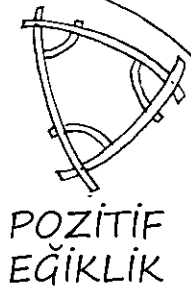
DEĞİŞKEN EĞİKLİĞE SAHİP UZAYLAR



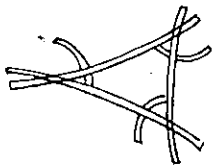
İşte yeni parlak fikri ile kurnaz kaşifiniz karşınızda, EĞİKLİKÖLÇER. A, B ve C isimli üç perçinin etrafında sıra ile rahatça dönebilen üç esnek çubuktan yapılmıştır.



YEREL EĞİKLİĞİ bulmak için, eğiklikölçeri yüzeye koymak ve açılarını dahili açıölçerler yardımıyla hesaplamak yeterlidir.



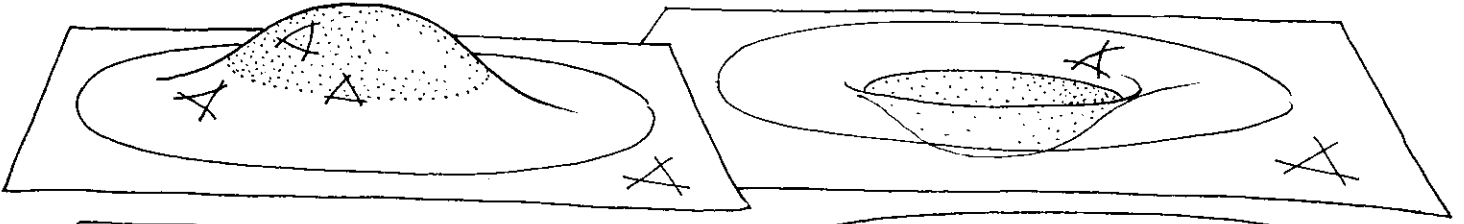
POZİTİF EĞİKLİK



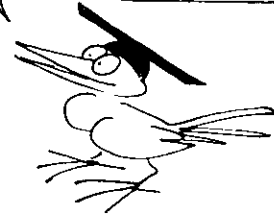
NEGATİF EĞİKLİK

6 (*) Daha fazla ayrıntı için, aynı seriden Burada Öklit'e Bakıyoruz'a bakınız.

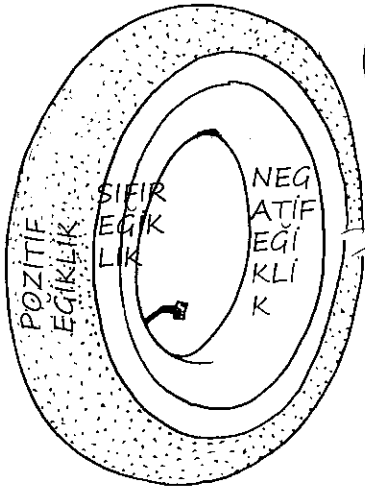
Düzlemdeki bu tümsek, negatif eğiklik bölgesi tarafından etrafı sarılmış pozitif eğikliğin merkezi bölgesinden yapılmıştır.



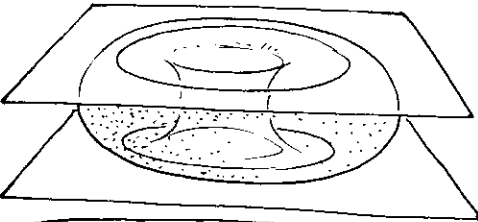
Eğiklik bakımından, bir çukur aynen bir tümsek gibidir.



Vay canına, yanlış anlamıyorsam, işte bu lanet olası bir TORUS.



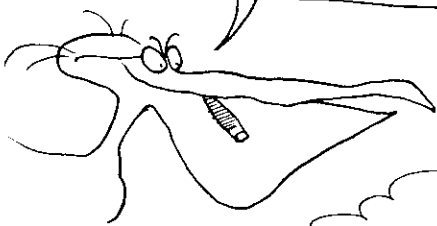
Ben, şahsım olarak BAŞAK burcuyum....
Ah, anlıyorum. Evet, sıfır eğikliğe sahip bir sınır tarafından birbirinden ayrılan bir pozitif eğiklik şeridi ve bir negatif eğiklik şeridi var.



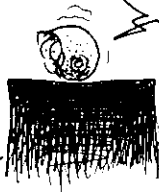
Sınırı bulmak için, çörekmiş gibi iki yüzey kullanarak bir TORUSBURGER yap.

Tiresias, eski dostum, hiç kabuğunun sadece değişken eğikliğe sahip iki-boyutlu bir uzay olduğunu düşünüp kalakaldın mı ?

Lenny, Tiresias'ı rahatsız etmekten vazgeç!



Eeep !



KONİK NOKTALAR

Archie, çok daha tuhaf şeyler olduğunu yakında anlayacaksın.

Toz ol, Tiresias - üzerime hücum eden bilgiye susadım.

Aptalca bir hata için bekle bakalım !

Bak, Tiresias - jeodezikleri birbirine geçirerek bir karelaj çizeceğim. Bu, bana YIGINLA üçgen verecek.

Tipik - Archie yine birşeyleri birbirine geçiriyor !

Ah sahip, ne olduğunu kesinlikle anlamıyorum !
Bu P noktasının etrafından neler oluyor ?

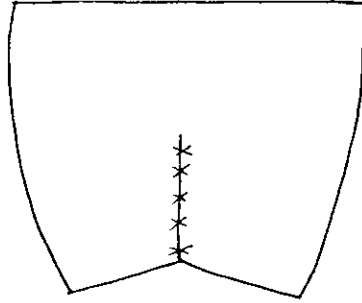
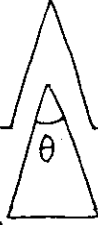
Kurnaz kaşif, eğiklikölçerini kullanmayı unuttu.

Hey, Sophie – Neler oluyor ? Eğer eğiklikölçerin üçgeni P noktasını kapsamıyorsa, bu, eğikliğin sıfır olduğu anlamına gelir.

Fakat eğer P noktası üçgenin içinde ise, öyleyse uzay eğimlidir !

Bu bir KONİK NOKTA. Bak – bir düzlem aldığımızı farzet, bundan θ açılı bir dilimi kesip çıkaralım ve kalan parçayı tekrar birleştirelim.

DÜZLEM

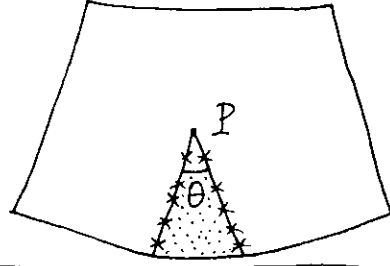
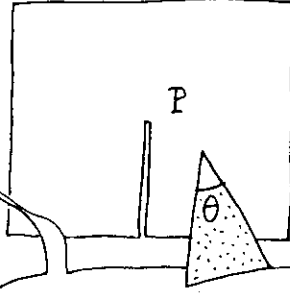


$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ + \theta$$

Bir tür koni elde ettim, bunu POZİKONİ diye isimlendirelim.

Bunu bir parça mukavva ile de deneyebilirsiniz. Bir bant rulosu, jeodezikleri kolayca bulmanızda size yardımcı olacaktır.

Ah, anlıyorum ! Üçgenim bir koninin eğikliğini içerirse, açılarının toplamı her zaman 180° 'den büyük olur.



Ağır ol ! Bu kadar kolay değil ! Farz et ki düzlemi yırtıp açtım ve ona θ açılı bir dilim ekledim.

Deme - lanet olası bir NEGAKONİ elde ediyorsun.



Bu sefer, eğer üçgen P noktasını kapsarsa, açı toplamı $180^\circ - \theta$, yani 180° 'den daha küçük olacaktır.

Ama nokta üçgenin dışında ise, toplam yine 180° olacaktır.

Konilerin bu özellikleri, üçgenin boyutundan bağımsızdır : üçgen büyük de olsa küçük de olsa aynı sonuca varırsınız.



Ama - Bu çılgınlık !
Bu aptalca şey eğimli mi, değil mi ?

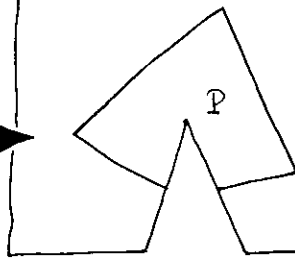
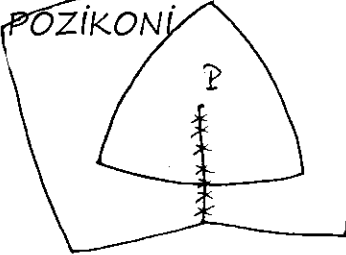
Bir konik nokta, Archie,
eğikliğin yoğunlaşmış bir parçasıdır.

Konik noktanın uzağında, uzay
(yerel olarak) eğiklik taşımayan bir
öklit uzayıdır.

θ açısı, konik noktadaki
eğikliğin büyüklüğünü verir.

Konini aç ve onu düz
bir şekilde koy.

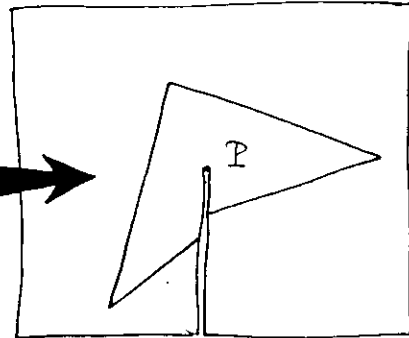
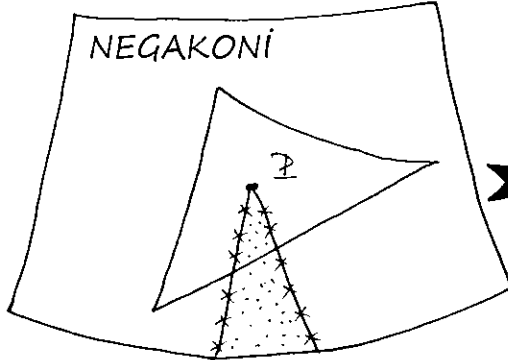
POZİKONİ

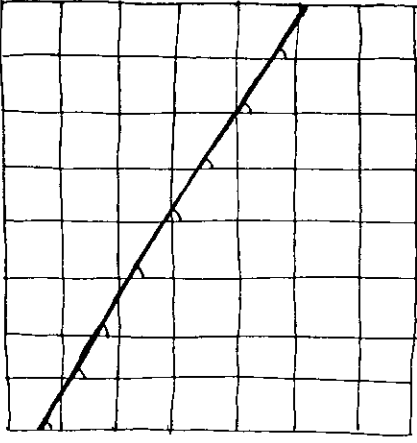


İşte bu, pozitif eğikliğe
sahip bir koniyi
açtığında Archie'nin
elde edeceği şey.

Oysaki, negatif eğiklikte...

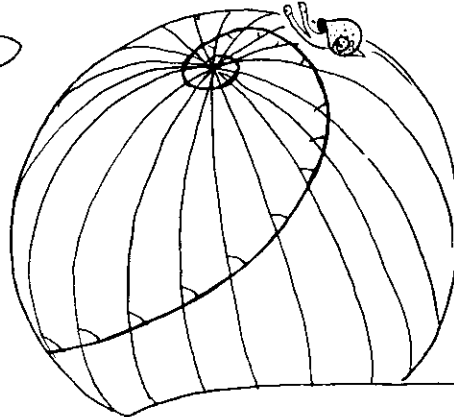
NEGAKONİ



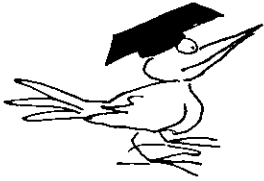


DÜZ bir yüzey al ve düzgün bir kareli kağıt oluşturacak şekilde onun üzerine jeodeziler çiz. Bu yüzeyin eş kareler tarafından döşendiğini varsayalım. Ardarda gelen her bir kareyi aynı açı ile kesen bir yolu veya YÖRÜNGEYİ takip edersek, bu yol her zaman yüzey üzerindeki bir jeodezik olacaktır.
Yönetim

O halde, aynı şeyi bir küre üzerinde yapmamı ne engelleyebilir ki ?

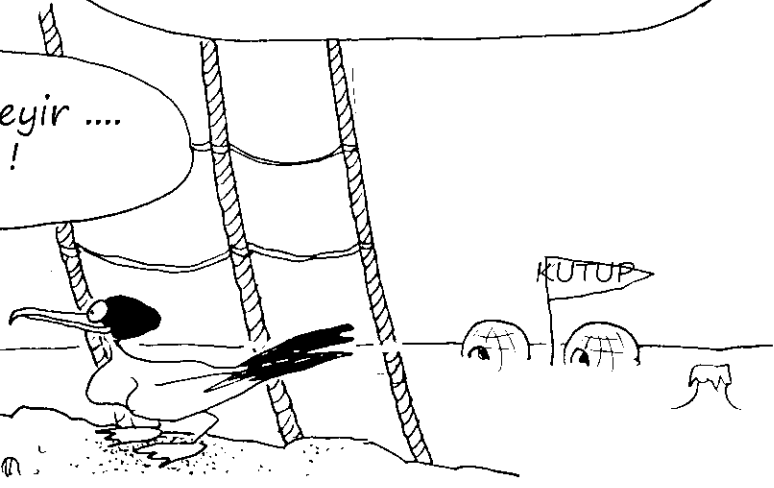


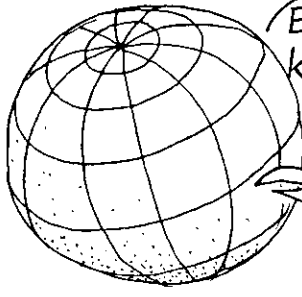
Peki, bir kürenin etrafını düzenli kareler ile döşemeyi deneyerek başlayabilirsin ki bu ilginç olacaktır.



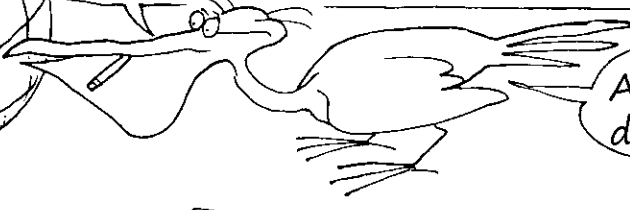
Bir kürenin meridyenleri, onun jeodezileridir. Meridyenleri, 90° hariç sabit bir açı ile kesen bir yol, her durumda kürenin KUTUP'larından birine doğru döne döne gidecektir.

Sabit bir rotada seyir kutuba götürüyor !

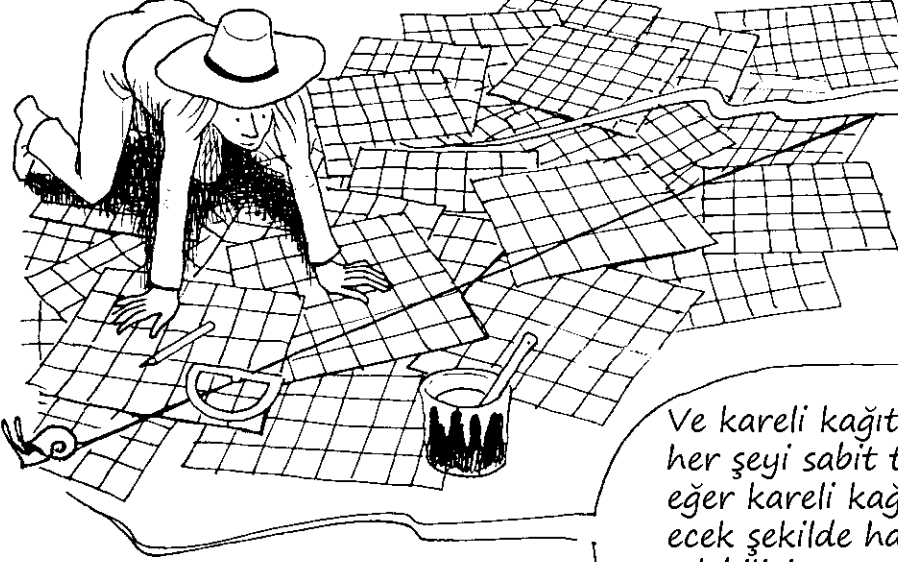




Eğer kürenin meridyenlerini 90° 'lik bir açı ile kesersem, paralellerden birinde gitmiş olurum.

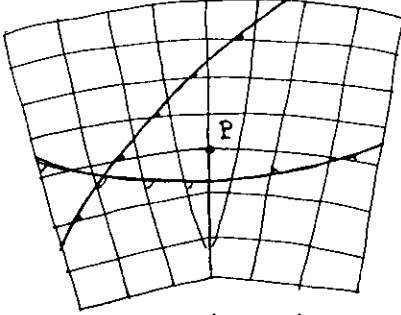


Ama paraleller jeo-deziks değiller ki. Çaktım! (*)

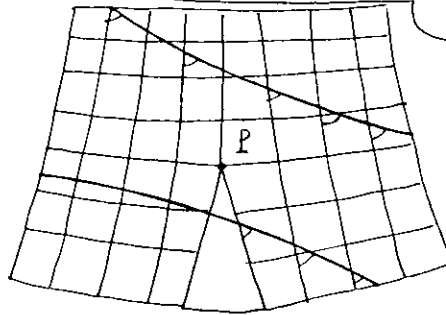


Pek çok düz kareli kağıdı birbirine geçirerek öklidyen bir düz yüzey elde edebilirim.

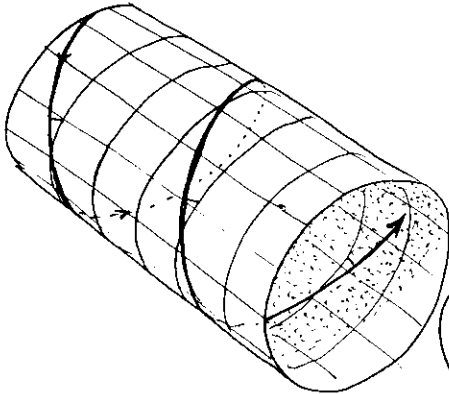
Ve kareli kağıtların birinden diğerine geçerken her şeyi sabit tutmam gerektiğini unutmadan, eğer kareli kağıt çizgilerini sabit bir açı ile kesecek şekilde hareket edersem, bir jeodezik elde edebilirim.



POZİKONI



NEGAKONI

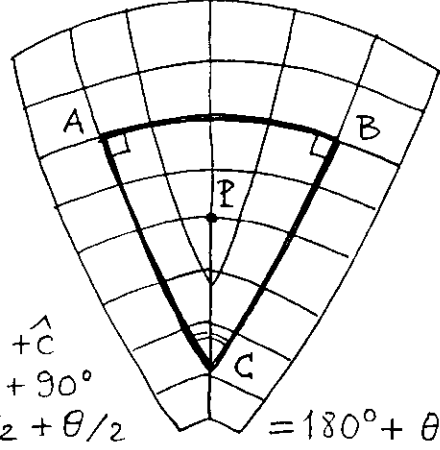
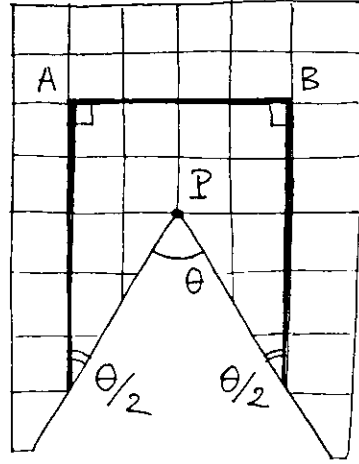
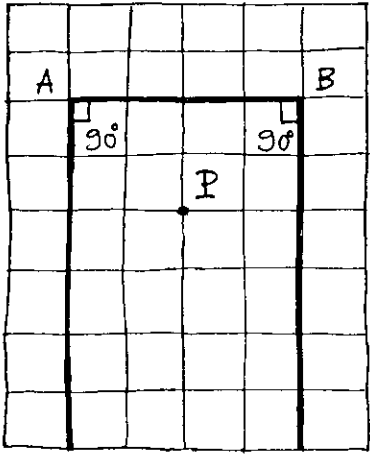


Aynı şeyi bir silindir üzerinde de yapabilirsin – aynen alışveriş filesindeki salam gibi.



(*) Ekvator çizgisi hariç, bant ile kürenin üzerine bir paralel çizemezsiniz. Bunu bir basketbol topunun üzerinde deneyin.

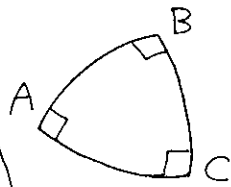
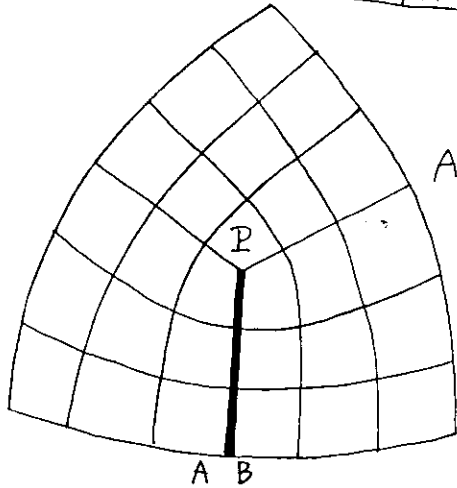
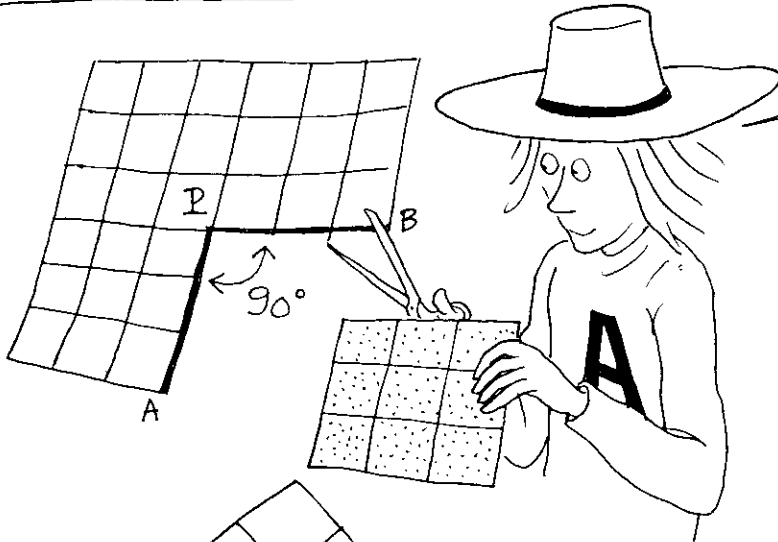
İşte burada neden bir pozikoni üzerinde üçgenin açılarının toplamının, kesğin açısı olan θ tarafından arttırıldığını görüyoruz.



$$\begin{aligned} \hat{A} + \hat{B} + \hat{C} &= 90^\circ + 90^\circ \\ &+ \theta/2 + \theta/2 \\ &= 180^\circ + \theta \end{aligned}$$

Archinald Higgins, şimdi döşeme işini düzgün bir şekilde yapmaya devam ederek özel koniler oluşturacak.

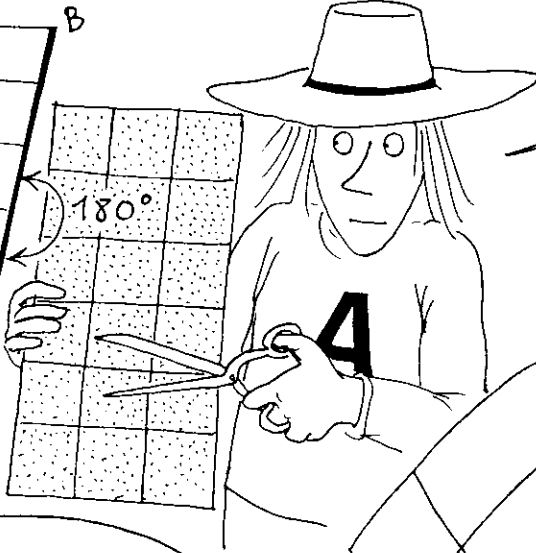
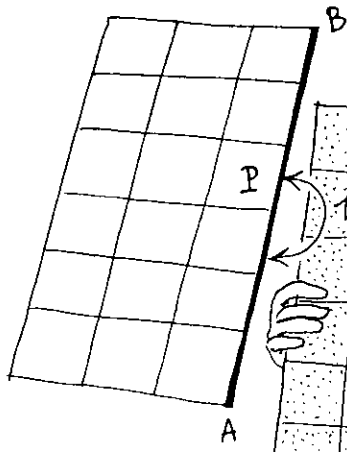
Usta



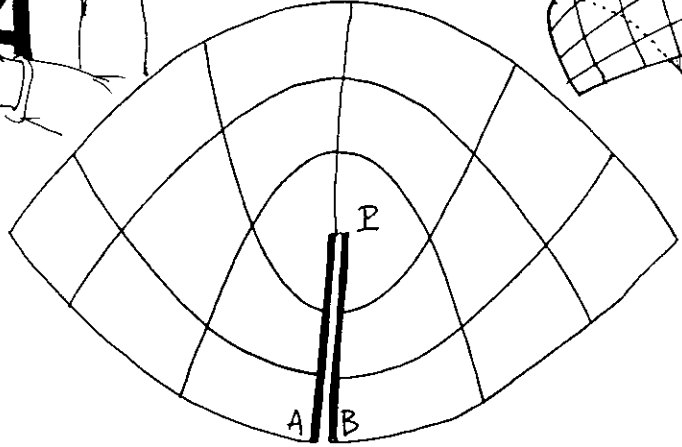
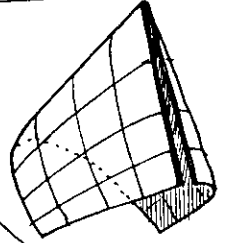
$$\begin{aligned} \hat{A} + \hat{B} + \hat{C} &= 180^\circ + 90^\circ \\ &= 270^\circ \end{aligned}$$

İşte, 90°'lik bir parça kestim.

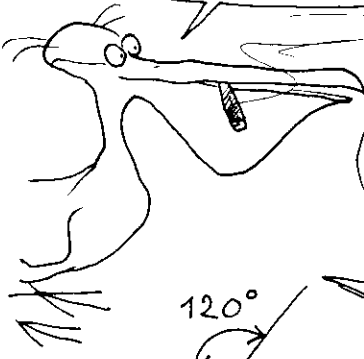
Bu koni üzerinde, dik açılı eşkenar üçgenler çizebilirsin.



Şimdi 180° 'lik bir dilim kesip çıkarıyorum.



Bu koni üzerinde, açı toplamı olarak 360° elde ediyorsun.



Ki bu, şu anlama gelir, jeodezileri kullanarak bu koninin üzerine üçer açısı da 120° olan bir üçgen çizebilirsin - bu GENİŞ AÇI'dır.

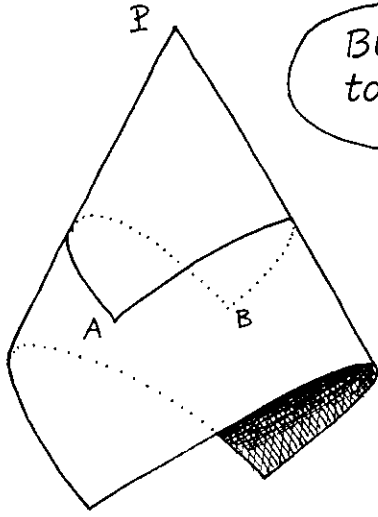
120°

Ve halen kapanır mı? Tuhaf.

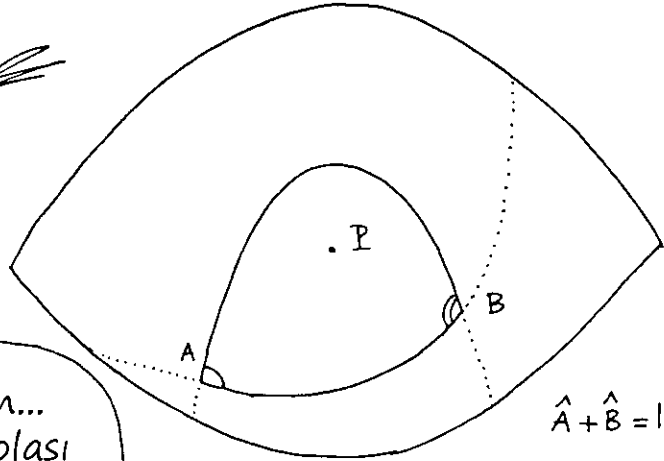
Hımm...

Bana da öyle geliyor, Tiresias, geniş açılı olan SENSİN !

Ben mi ?



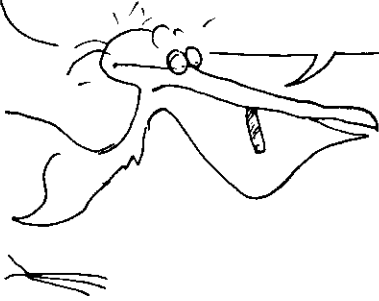
Bu koni üzerinde, İKİAÇILILAR çizebilirsin. Açı toplamı, 180° 'dir.



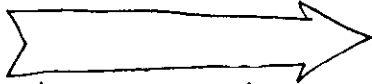
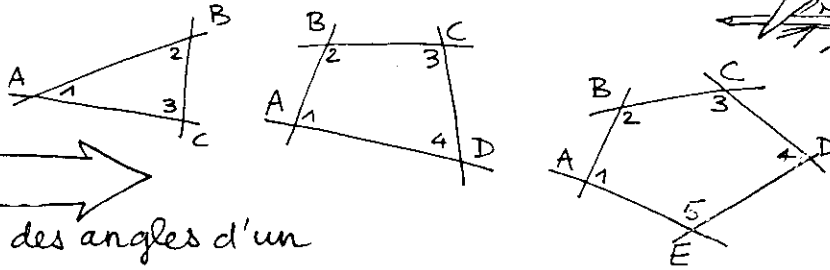
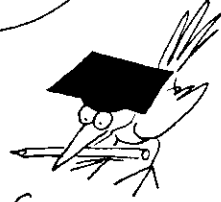
$$\hat{A} + \hat{B} = 180^\circ$$

Koninin üstten görünüşü

Bekle orada ! Ben tamamen uçtum...
Önce, bu bir üçgen idi. Şimdi, lanet olası bir ikiaçılı. Sonra ne yumurtlayacaksın ?
Tekaçılılar mı ?



Tamamdır ; bunların hepsi ÇOKGEN.



- La somme des angles d'un
- triangle vaut 180°
 - quadrangle vaut $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$
 - pentangle vaut $180^\circ + 180^\circ + 180^\circ = 540^\circ$

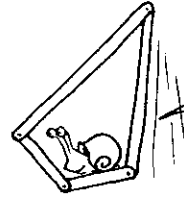
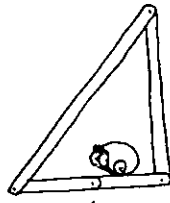
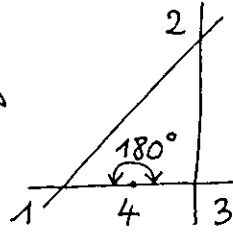
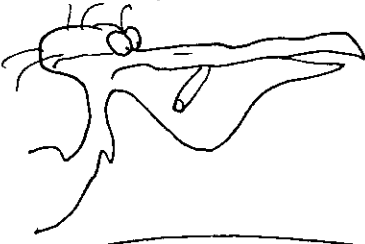
Keçileri kaçıracağım...



Ve bir doğru parçası haline dönüşmüş olan bir İKİAÇILI'nın, açı toplamı sıfırdır.



Neden her ekstra 180° yeni bir köşe demek oluyor?



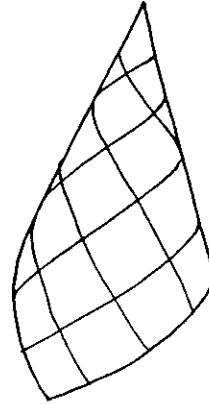
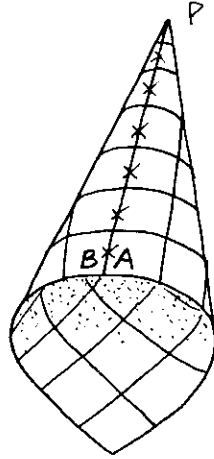
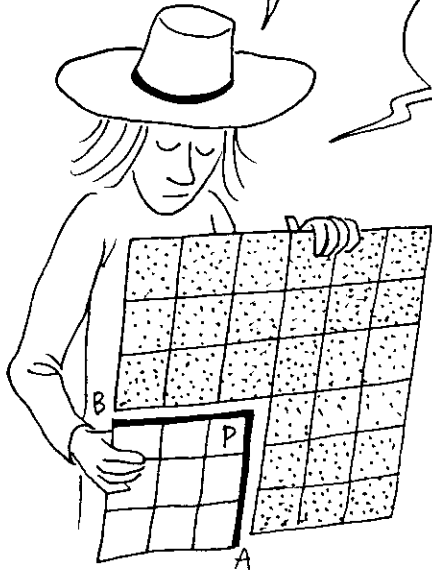
Ha!

Basit bir karete vuruşu
bunu açıklayacaktır...

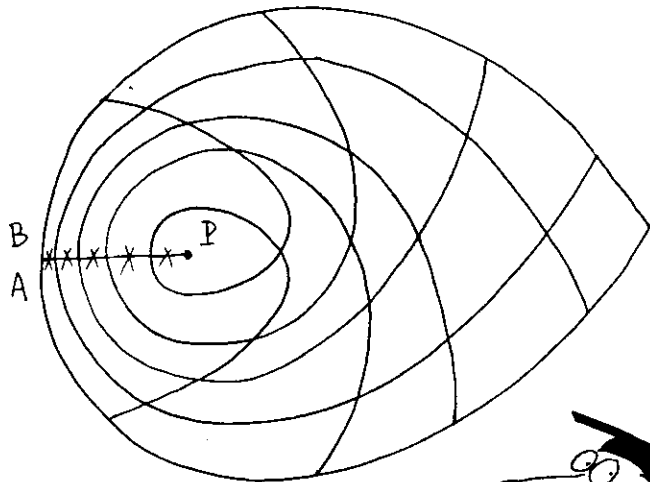
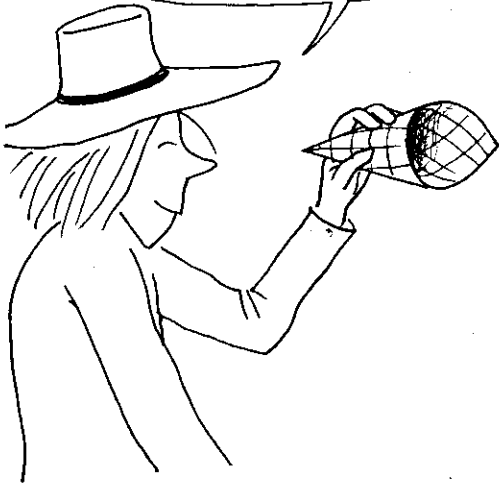
Siz ikiniz, tamam
ama, haydi işimize

Şimdi, düzlemin üç
çeyreğini kesiyorum.

Buna
PEÇETEKONİSİ
diyebilirsiniz.



Ve sonuna baktığım
zaman...

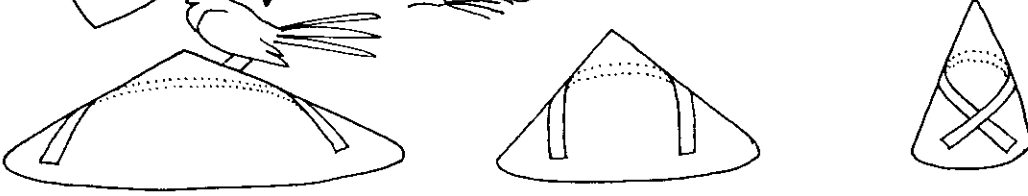


Archie şunu görür

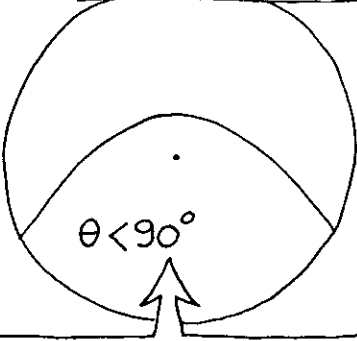


Böyle bir koninin üzerinde, her jeodezik kendi ile (burada dik bir açı ile) kesişecektir, yani TEKAÇILILAR çizebilirsiniz.

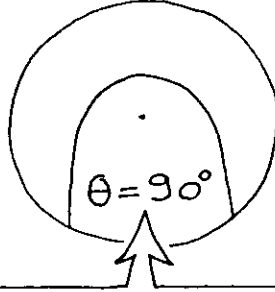
Vay canına ! Şaka yaptığımı zannetmişim



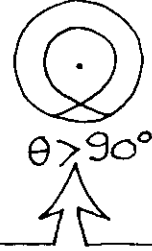
Bu, tamamen koninin θ açısına bağlıdır.



Jeodeziler kapanmaz.



Sınır durumu.



Jeodeziler kapanır.

KUTUPLAR

Peki, bunun tamamını kesersem?

Hepsini derken ?



Peki - düzlemin neredeyse tamamını kestiğimi farz et ?

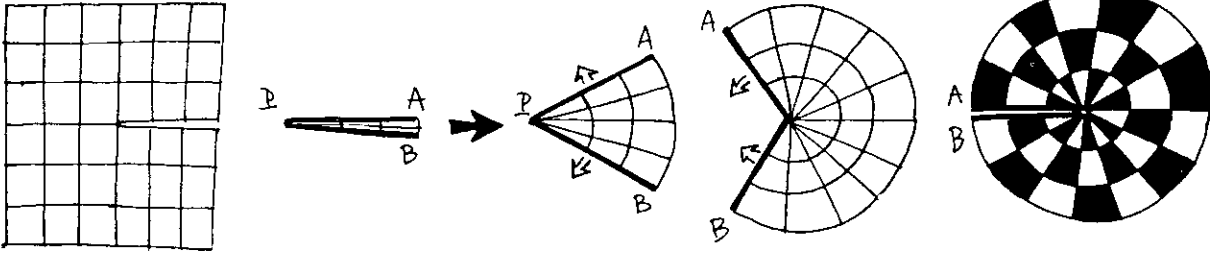
Şimdi neye dikkat çekmek istediğimi anladın mı ?

Sen benimle kafa bulmaya mı çalışıyorsun ?

Felaket...

Archie'nin oluşturduğu döşemeleri yapmanın bir diğer yolu da bir miktar kumaşı germektir.

Düzlemin neredeyse tamamını çıkarıp bu prosedürü tersinden uygulayınca, şu sonuca varırsın : meridyenler ve paraleller gibi bir model...

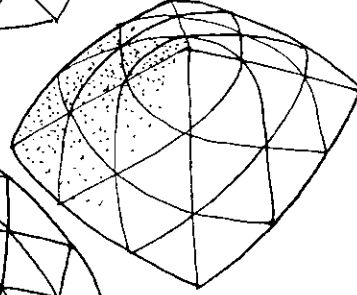
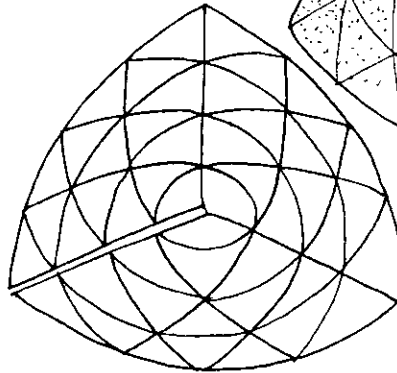
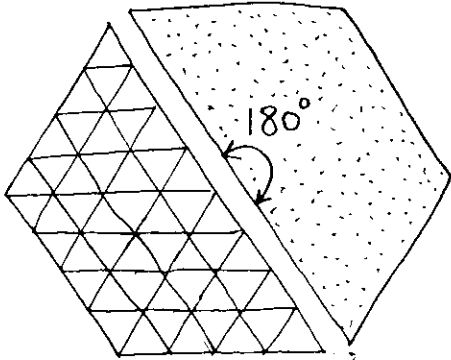
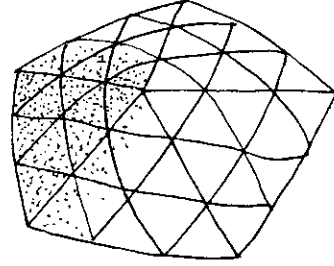
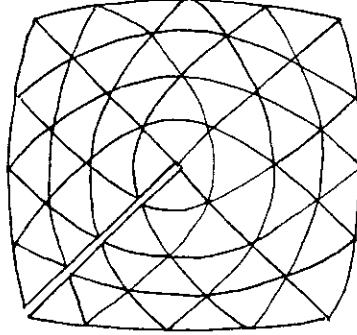
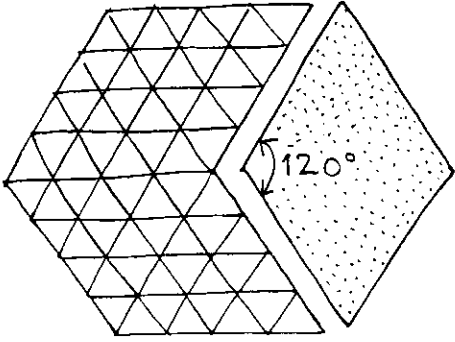
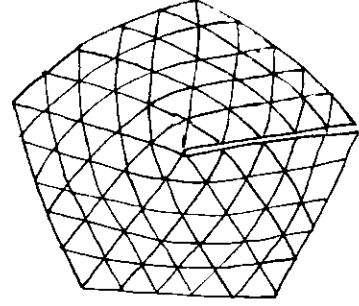
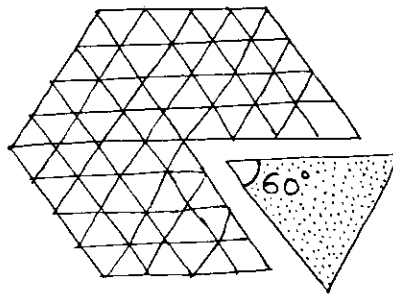
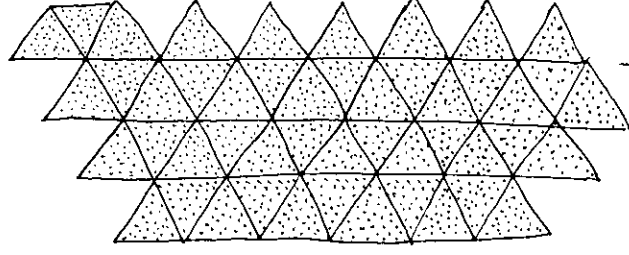


....KUTUPTa.

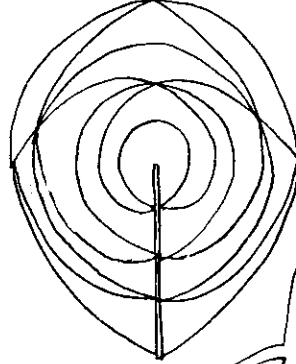
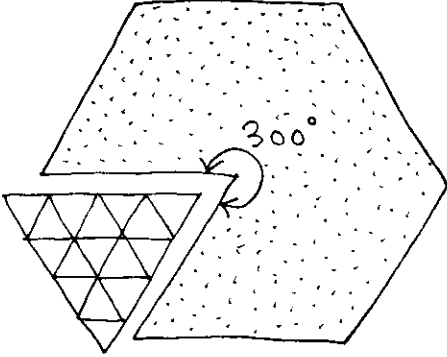
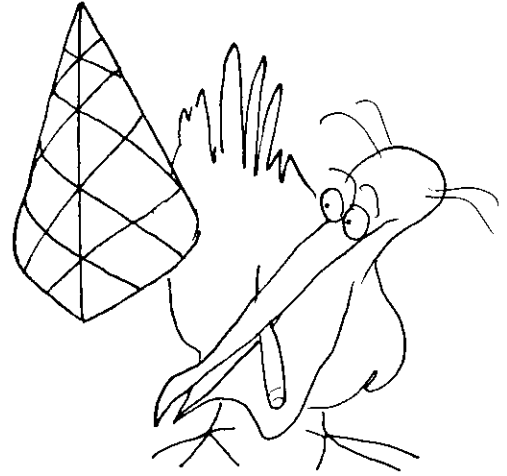
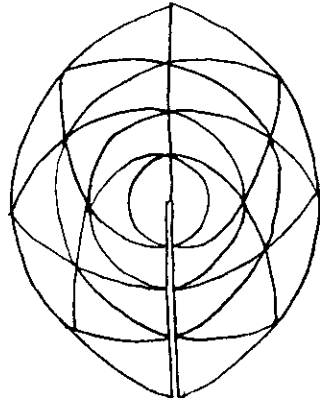
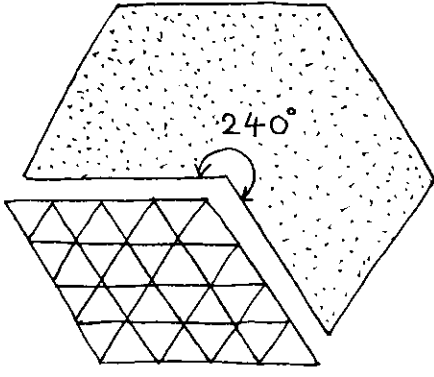
Bir kutup, her şeyi başka bir yere götürdüğünüzde geriye kalan şeydir. Sadece 360°'lik yoğunlaşmış bir eğiklik. Elbette ki, dünyanın kutupları böyle değildir çünkü modeli görmek için yüzeyi germenize gerek yoktur.

Bir süre önce, karelerle iki-boyutlu uzaylar (yüzeyle) döşemiştim. Ama bunu üçgenlerle de gayet güzel yapabilirim...

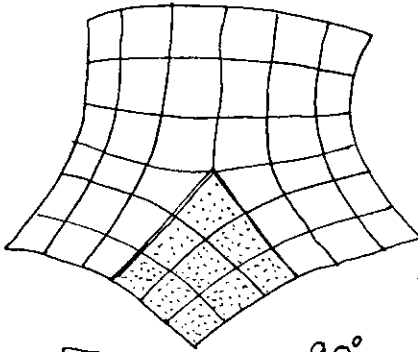
... Veya altıgenlerle.



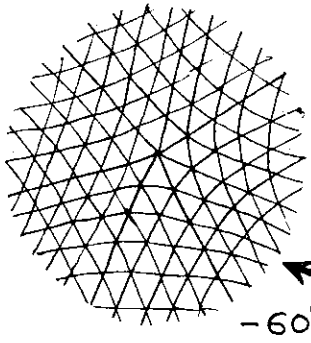
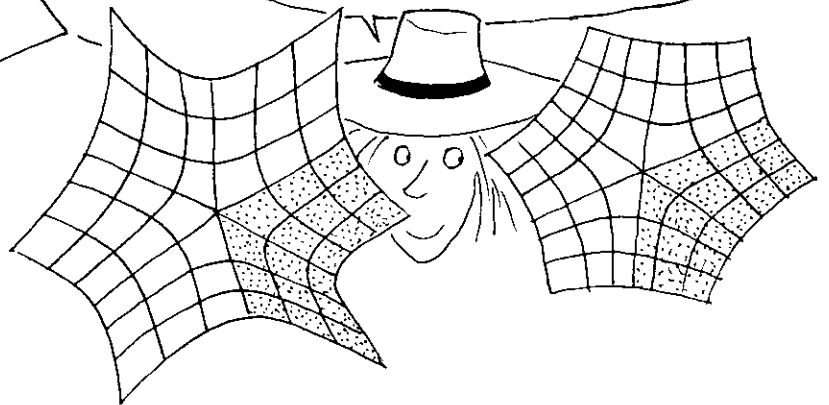
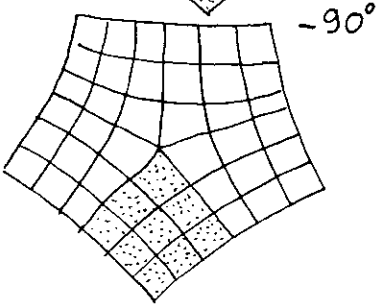
Üçgensel döşemeler bizim 60° , 120° , 180° , 240° ve 300° 'lik açılara sahip koniler yapabilmemize olanak sağlar.



Öte yandan, θ açılı bir dilim ekleyerek, bu negakoninin ucunda yoğunlaşmış bir negatif eğiklik noktası yaratabilirim.



-180°'lik yoğunlaşmış eğiklik, vb...



Üçgensel döşemeleri kullanarak kimi sevimli negakoniler de yapabilirsiniz.



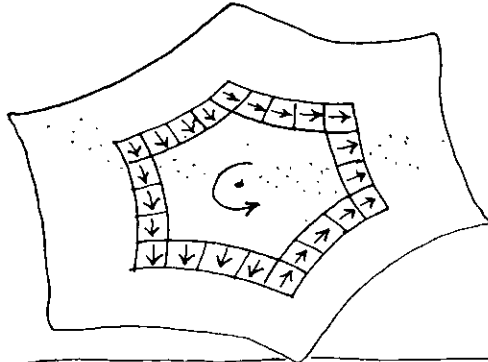
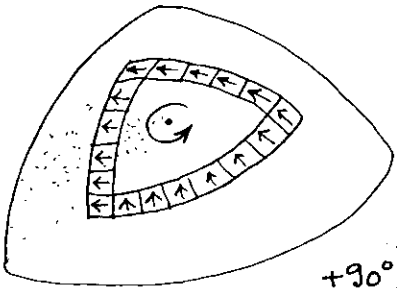
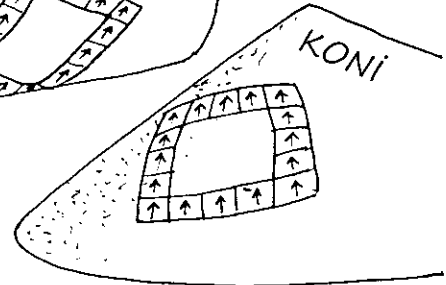
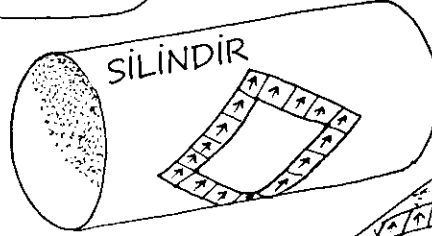
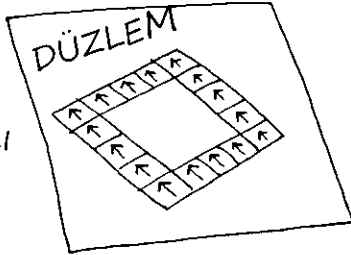
EĞİKLİĞİ ÖLÇMEK

Archie domino ve seksek arası bir oyun oynuyor gibi görünüyor.

Oyunun amacı, yoğunlaşmış eğikliğin bir noktasını kareler ile tamamen çevrelemektir. Karelerden birinden diğerine geçerken okun yönünü değiştirmek yasaktır. Bütün yolu P'nin çevresinden alırsan, okun döndüğü açı, bize eğikliğin tam ölçüsü olan θ 'yı verir.

Himm... Pennsylvania Bulvarı ?

Kimi örnekler :
Yüzey, silindir,
koni (ucun etrafını sarmıyor) -
eğiklik sıfır.



-180°
NEGAKONİ - 180°



Noktanın etrafında herhangi bir yönden bir kere dön. Eğer ok da aynı yöne dönüyorsa, bir Pozikoni elde etmişsinizdir. Diğer yöne dönüyorsa, bir negakoni.

Hemen hemen düz olan kimi pozikoniler yapacağım. Her birinin çok küçük bir θ açısı olacak.

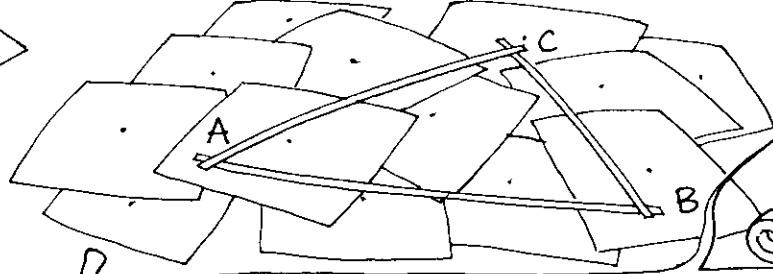


Tabiri caizse, eğiklik atomları.

Sonra onları birbirlerine yapıştıracağım.



Üzerine, bant jeodezilerinden yapılmış üçgenler çizebileceğim bir yüzey elde ettim.



Bir üçgenin açıları toplamı, ayrıtları üçgenler tarafından kapsanan elementer konilerin açılarının toplamına eşit bir miktarda 180° 'yi aşar.

Usta



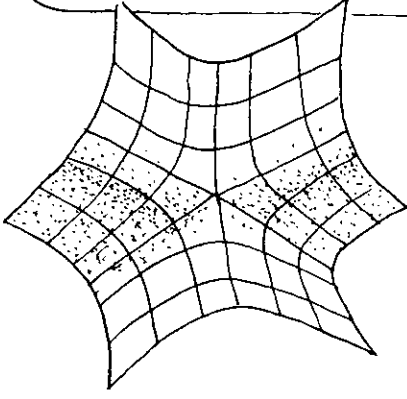
Eğri bir yüzey, tabiri caizse şöyle düşünülebilir : çok fazla sayıda mini minnacık mikrokonilerin birbirine yapıştırılmış hali.

Aynı zamanda negakonileri de birleştirebilirsiniz ; veya bir pozikoni - negakoni karışımı yaratabilirsiniz. Bu durumda, üçgenin açıları toplamı cebirsel olarak şöyle hesaplanabilir : 180° artı üçgenin içindeki eğikliğin toplam miktarı (pozikoniler için toplama ve negakoniler için çıkarma).

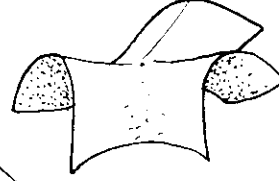


KARMAŞIK BİRLEŞİM

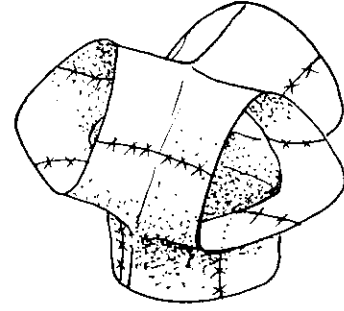
Sophie, çok sayıda negakoniyi birleştirirsem ne elde ederim ?



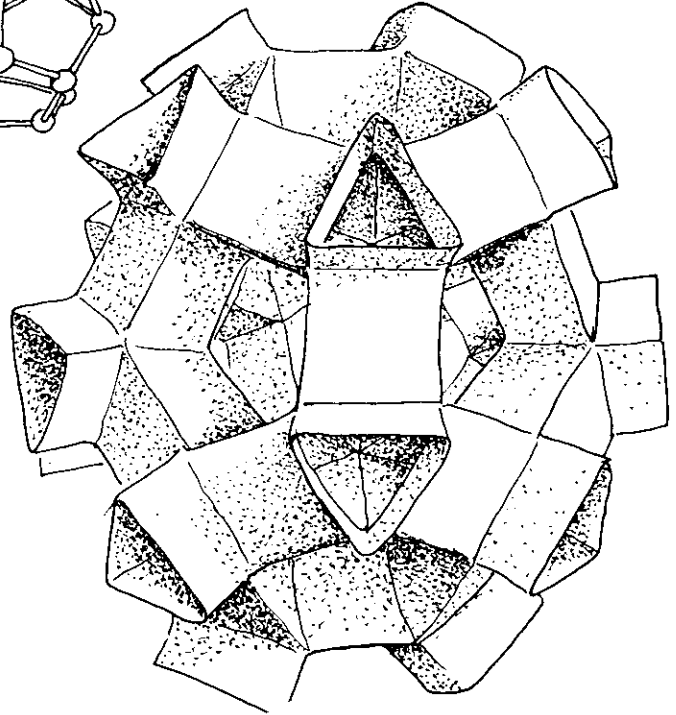
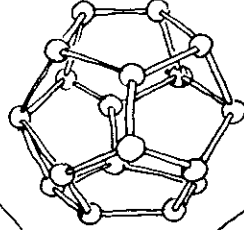
Örneğin, $\theta = -180^\circ$ olan negakoniler. Sınırları, altı adet dik açıya sahip bir altıgendir.

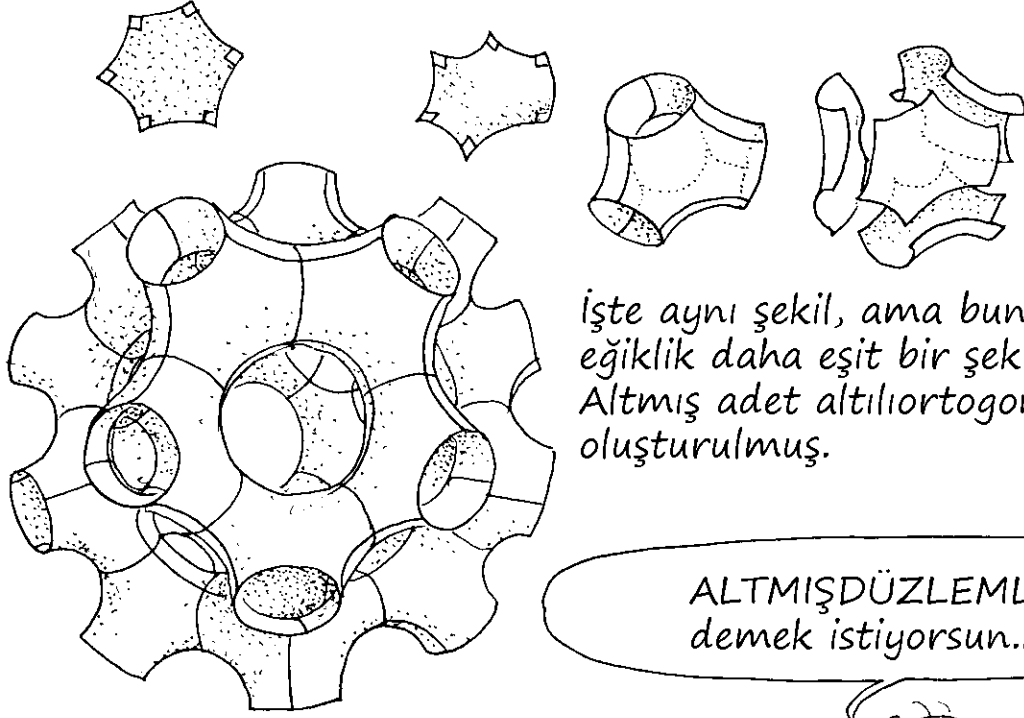


Yani, onların dört tanesini bir seferde birleştirebilirsin.



Yirmi tanesini yan yana getirerek, bir ONİKİYÜZLÜ'nün (*) yirmi köşesine benzeyecek şekilde hazırlanmış negatif eğiklik yüzeyinin işte bu parçasını elde edersin.





İşte aynı şekil, ama bunda negatif eğiklik daha eşit bir şekilde dağılmış. Altmış adet altılıortogondan oluşturulmuş.

ALTMİŞDÜZLEMLİ,
demek istiyorsun...

Bana, daha çok soyu tükenmiş bir ONİKİYÜZLÜ'nün omurgası gibi görünüyor.



Eğer işiniz döşemeler çizmek idiyse ve döşemeleriniz altılıortogonlar şeklinde idilerse, o halde elde edeceğiniz zeminin şekli işte budur.



Beni bilirsin, yaşlı ördek, kafama birden dank etti, burada bir salyangoz üzerinde bir tür genetik mühendisliği uygulayarak kabuğunun şöyle olmasını ayarlayabilirsin belki....

İşte burada, eğikliğin dağılımının nasıl da bir nesnenin şeklini belirlediğini gösteren güzel bir örnek var.

!!!



Off ! Ne ayıp !

ÜÇ BOYUT

Sophie, eğikliği, normal üç boyutlu uzayımızda görebilmenin her hangi bir yolu var mı ?

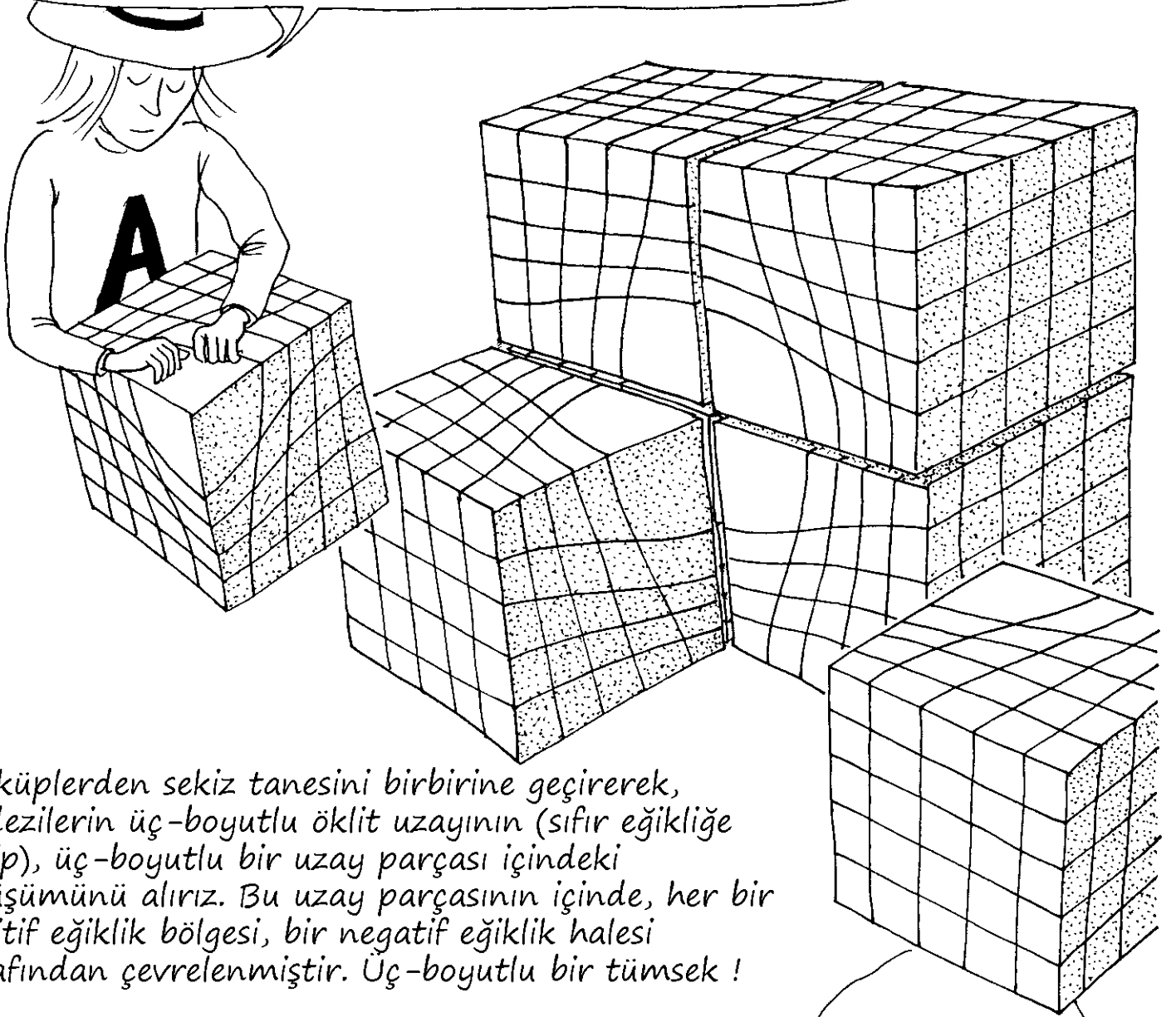
Zor çünkü onun içinde yaşıyorsun.

Bir yüzeyin eğikliğini resmetmenin bir yolu, her hangi bir düzlem üzerine onun jeodezilerini yansıtmaktır.

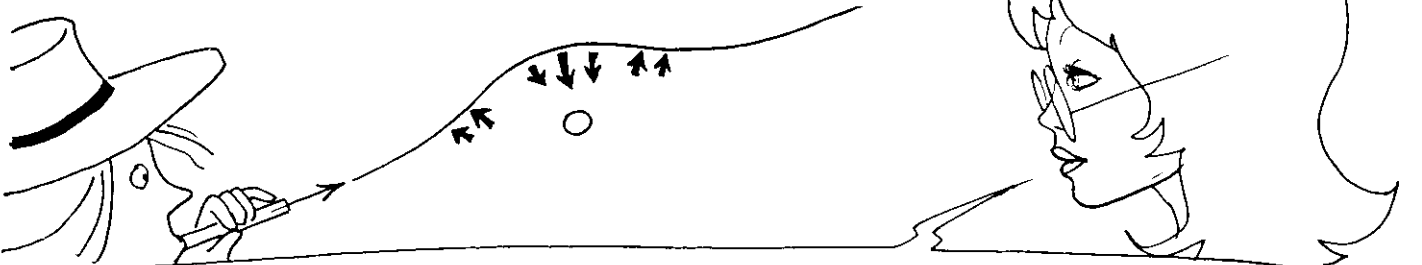
Bu 'tümsek,' negatif eğikliğin bir halesi ile çevrelenmiş pozitif eğikliğin bir yoğunlaşmasına tekabül eder. Bu senin - hımm - suratındaki gagan kadar basittir, Lenny. Bu 'tümsek,' negatif eğikliğin bir halesi ile çevrelenmiş pozitif eğikliğin bir yoğunlaşmasına tekabül eder. Bu senin - hımm - suratındaki gagan kadar basittir, Lenny.

Şimdi, her tarafı şeritlerle döşenmiş bu kübe bir bakalım.

Şeridi yanlara doğru kaydıracağım, işte böyle.

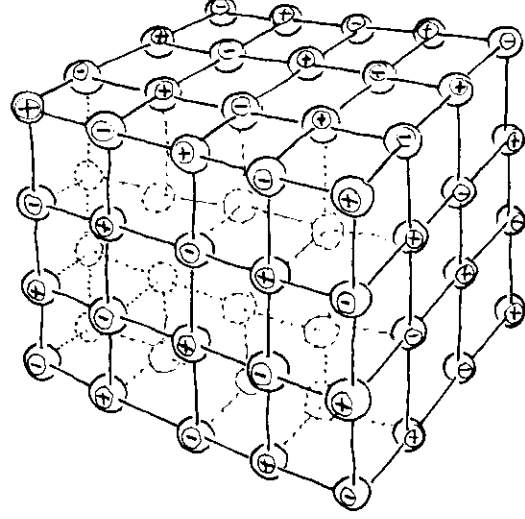
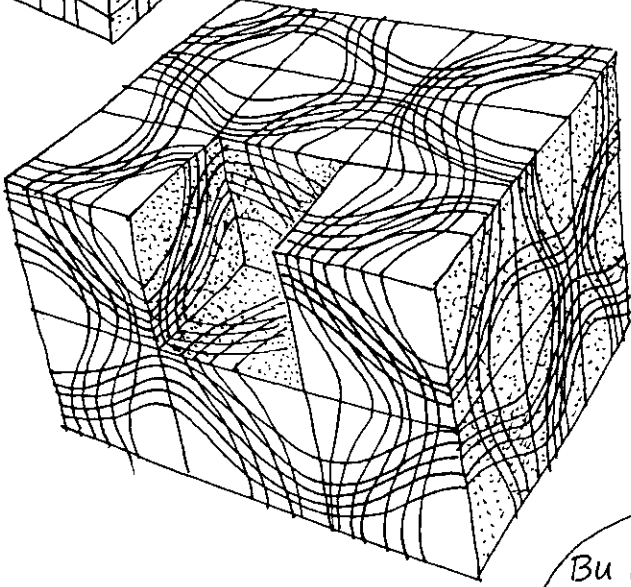
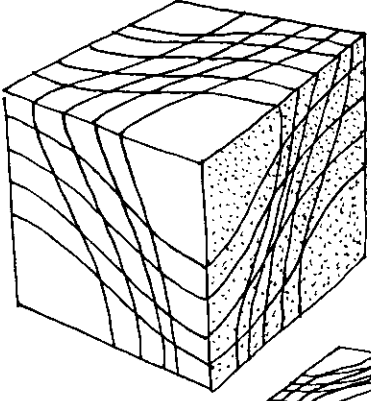


Bu küplerden sekiz tanesini birbirine geçirerek, jeodezilerin üç-boyutlu öklit uzayının (sıfır eğikliğe sahip), üç-boyutlu bir uzay parçası içindeki izdüşümünü alırız. Bu uzay parçasının içinde, her bir pozitif eğiklik bölgesi, bir negatif eğiklik halesi tarafından çevrelenmiştir. Üç-boyutlu bir tümsek !

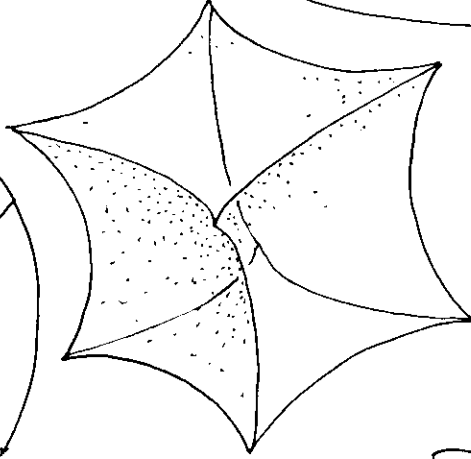
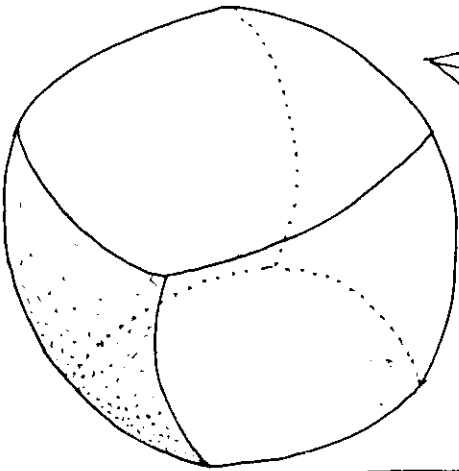


Eğer bu jeodezileri hareket eden bir parçacığın YÖRÜNGELERİ olarak düşünürseniz, görünen o ki, bu parçacık önce bir itme, sonra çekme ve sonra yeniden bir itmeye maruz kalmaktadır.

Şeritleri böyle yanlara doğru kaydırarak ve çok sayıda kübü birleştirerek, pozitif ve negatif eğiklik bölgeleri ile doldurulmuş bir dünya imajı yaratabilirsiniz.



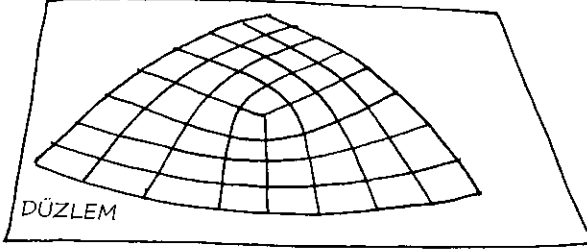
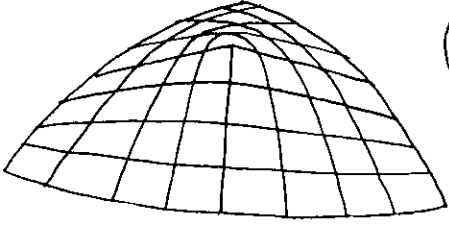
Bu imaja yakından bakacak olursanız, üç-boyutlu öklit uzayının normal KÜPLERİ'nin deforme edilmesiyle de oluşturulabileceğini fark edeceksiniz.



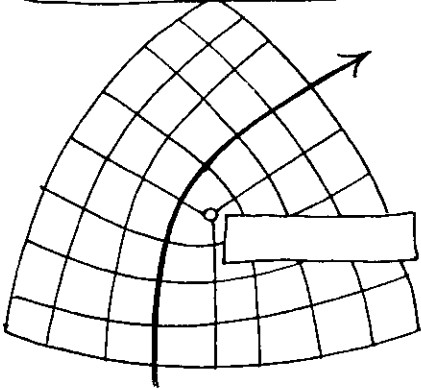
Bütün bu tuhaf küpleri istifleyip yine de uzayı doldurabiliyor olman gerçekten çok acayip.

İZDÜŞÜMLER

Bir koninin jeodezilerini, bir düzlem üzerine yansıtabilirsin.



Bilirsin, bu çizgiler bana parçacıkların YÖRÜNGELERİNİ hatırlattı.



Aynen öyle!

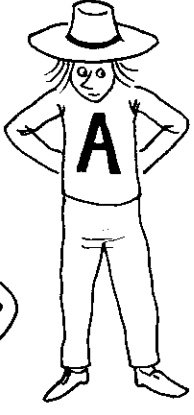
GENEL İZAFİYET'in temelindeki fikir, KÜTLENİN uzay eğikliğinin yerel varyasyonları ile yer değiştirilmesidir.

Yoksa bana kütlelin lanet olası bir AÇI olduğunu mu iddia ediyorsun ?

Selam Selam ! Beni $\pi/8$ 'e kaydet bakalım.



Evet - kütleli bir tür yoğunlaşmış eğiklik olarak hesap etmen kaydıyla.



Bay Albert, anladığımı açıklığa kavuşturmama izin verin. Diyorsunuz ki KUVVETLERİN yol açtığı yörüngelerdeki eğiklikler, sadece başka bir yüzeydeki JEODEZİK yörünge'nin bizim normal evrenimiz üzerine İZDÜŞÜMÜNÜN bir etkisi.

Baya baya kanlı canlı bir metafizik !

Hayır, sadece geometri.

Sana bir örnek vereyim. Kendini dünyanın yörüngesindeki bir uzay kapsülünün içinde hayal et.

Vay canına! Tamamen ağırlıksızız!

Olamaz !

Eh !

Daha da olağandışı bir tür BİLARDO oynayabiliriz artık.

Anlayabildiğim kadarıyla şunu söyleyebilirim ; bu şey, pek çok büküm ve girintisi olan, birbirinin tamamen aynı ve birbirine paralel duran iki şeffaf yüzeyden oluşturulmuş gibi görünüyor.

Bu, bana onların arasındaki küçük bilyeleri nişan alarak yörüngeleri gözlemleyebilme imkanını veriyor.

Yörüngeler, V hızına bağlı değildir çünkü bu hızın hareket boyunca sabit kaldığı farz edilir.

Usta

Sadece bu örnekte, olası bütün yörüngelerin JEO-DEZİKLER olduğu sonucu çıkarılabilir. (Eğer ağırlıksız olmasaydık, bu böyle olmayacaktı.)

Aa, bakın : lamba, yörüngeleri kapsülün zeminine yansıtıyor !

Bu gölgeleri görebilen herkes, bu düzlemde hareket eden her nesnenin bir KUVVET ALANI tarafından etkilendiğini düşünecektir. Ancak aslında bu, tamamen yüzeyin eğikliğinden ötürü meydana geliyor.

Yani güneşin etrafındaki bir kuyruklu yıldızın yörüngesini gözlemlediğimde, onun, eğikliği olmayan üç-boyutlu bir öklit uzayında hareket ettiğini düşünüyorum ama aslında kuyruklu yıldız, üzerinde DÜMDÜZ hareket ettiği bambaşka bir uzaydaki bir JEODEZİĞİ takip ediyor.

Gerçekliğin sadece gölgelerini görüyoruz.

Bu bir salyangoz için fazla Platonik bir duygulanım oldu, eski dostum Tiresias.

Gidilecek tek yol, DÜMDÜZ olan.

İŞİK da her zaman bir jeodeziği takip eder.

Bilirsin, bu jeodeziler çok komik şeyler. Onları farklı bir yöne yansıtırsan, çalışmazlar. Her zaman aynı yol!

?!?

Tiresias !

Ama onu kastetmemiştim ki, yemin ederim!

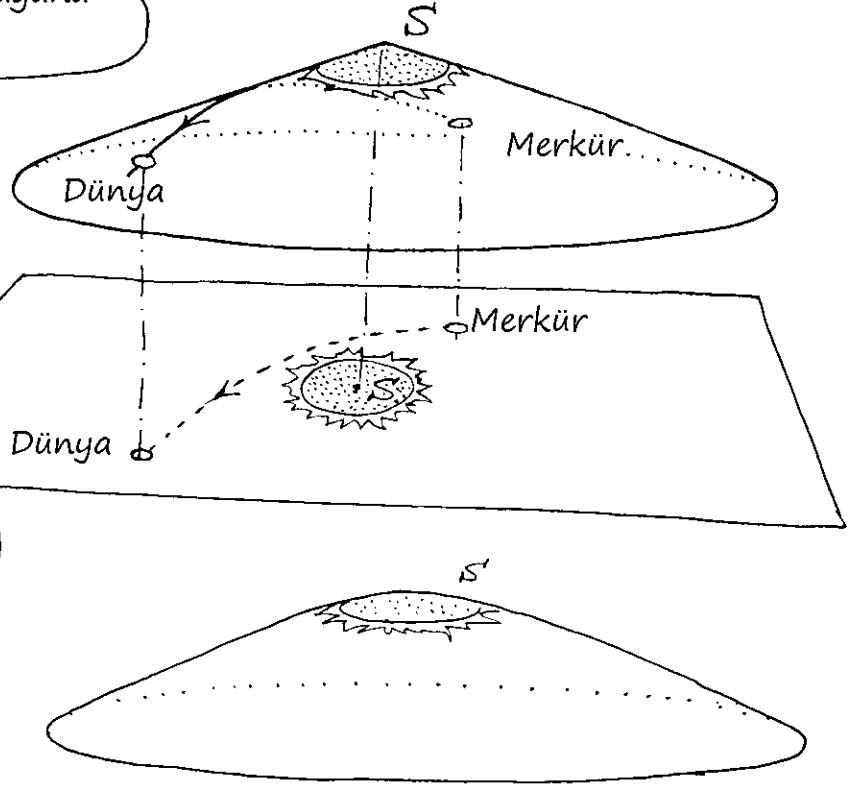


KÜTLE VE MADDE

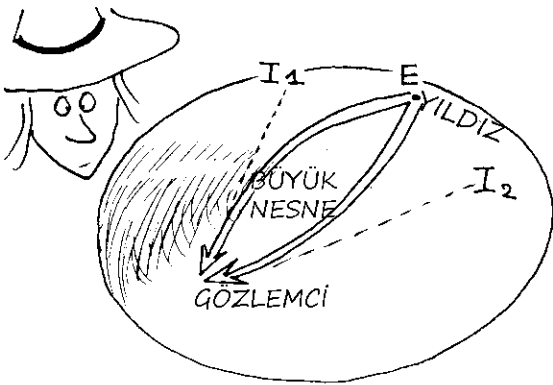
Şimdi siz güneşin bir koni olduğunu mu söylüyorsunuz?



Peki, biliyoruz ki güneş Merkür'den gelen ışık ışınlarının eğilmesine neden olur.



Genellikle güneşin yakınlarındaki uzayın DÜZ olduğunu düşünürüz. Fakat aslında, bu yıldız, çok büyük kütlesi nedeniyle belirli bir miktar eğiklik sergiler. Ama güneşin kütlesi tek bir noktada yoğunlaşmadığı için uzayın bu bölgesini düzlenmiş bir koni gibi düşüneceğiz.



Çok büyük nesnelere, gözlemcinin aynı yıldız olan E'yi I1 ve I2 olmak üzere iki imajlı olarak görmesine neden olacak şekilde uzayın eğilmesine neden olabilirler. YERÇEKİMİ MERCEĞİ olarak bilinen bu etki, yakın zamanda yıldızimsı gök cisimlerinden gelen ışıklar şeklinde gözlemlendi.

Atomların ve parçacıkların kütleleri birlikte evrenin genel eğikliğine sebep olmaktadır.

Yani KÜTLENİN GEOMETRİK bir önemi var.

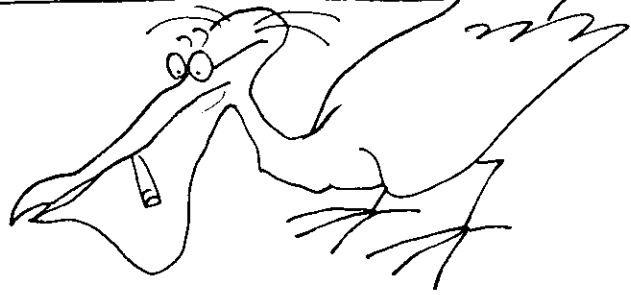
Bir dakika, peki ya atomlar arasında ? Orada hiçbir şey yok, bence !

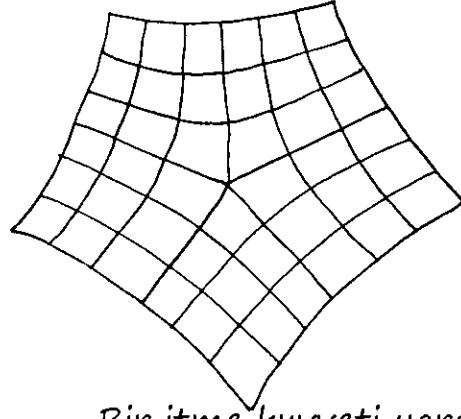


Yine ipin ucunu kaçırdım...

Şimdi iki gözüm, BOŞLUK ile MADDE arasında kurulan eski zıtlığın artık tamamen demode olduğunu henüz İŞİTMEDİN Mİ ? BUGÜNLERDE moda olan TEK ŞEY GEOMETRİ.

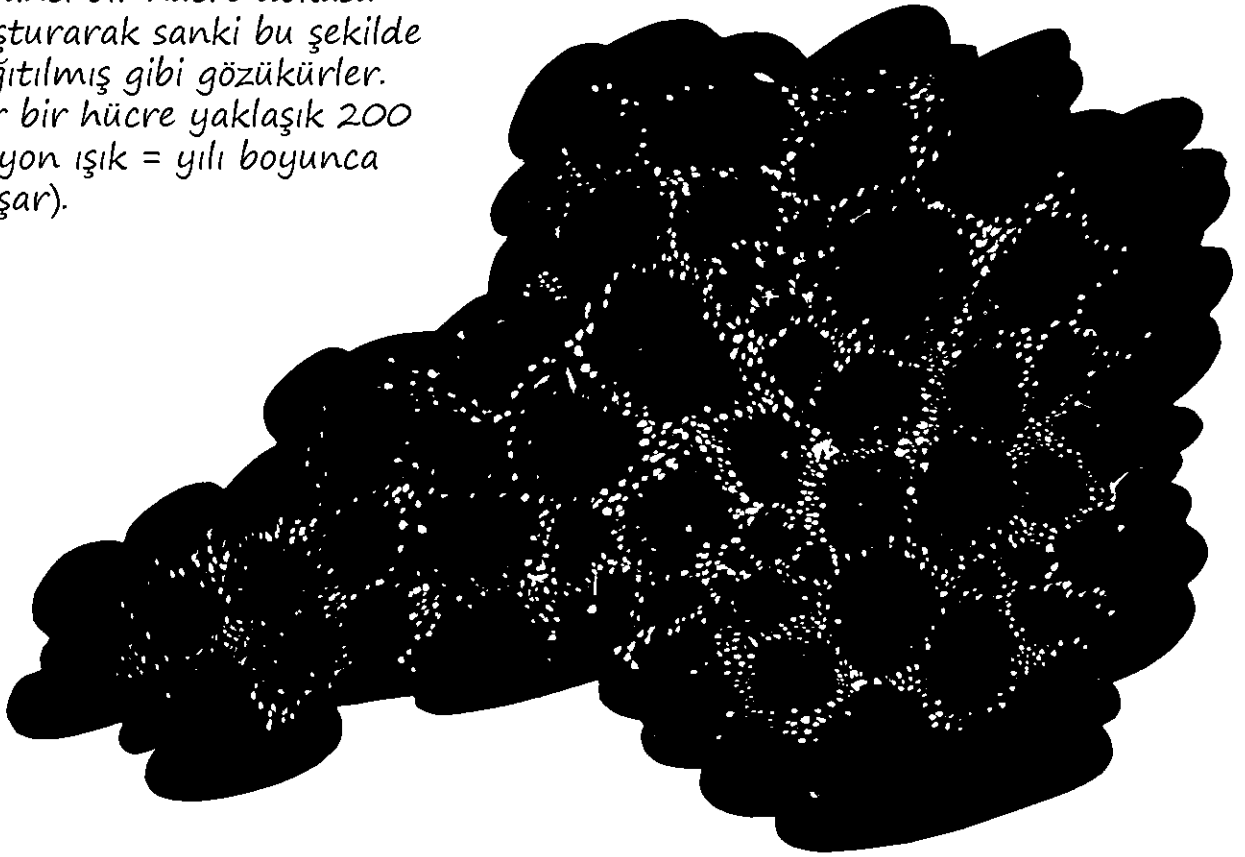
Hiçbir şey ha, ama sadece geometri ???





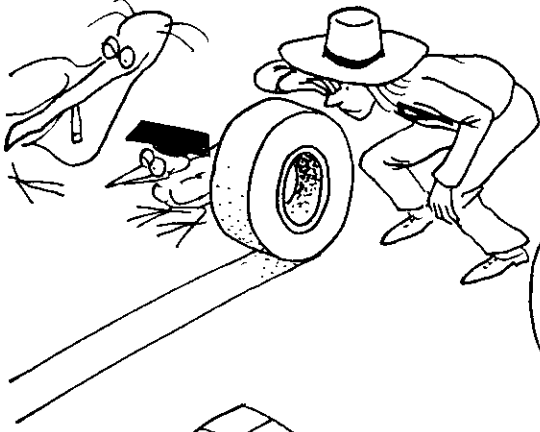
Bir itme kuvveti yaratan "negatif kütle" fikrini anımsatıyorlar. Negatif kütleler ile dolu bir evren gerçekten çok tuhaf olurdu. Galaksiler yerine, bir sürü kabarcıklar – kocaman boşluklar – olacaktı.

Aslında, galaksilerin kütlesi, yabancı bir hücre dokusu oluşturarak sanki bu şekilde dağıtılmış gibi gözükürler. Her bir hücre yaklaşık 200 milyon ışık = yılı boyunca (yaşar).

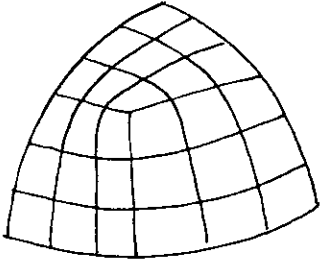


Belki de yer çekimi kuvvetleri, çok büyük uzaklıklarda itme kuvvetine dönüşüyorlardır.

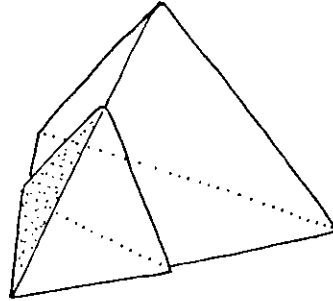
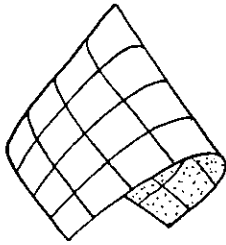
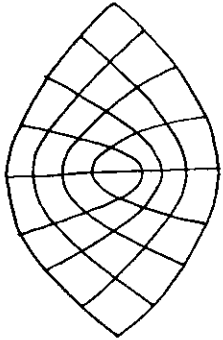
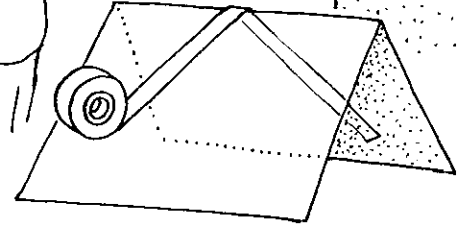
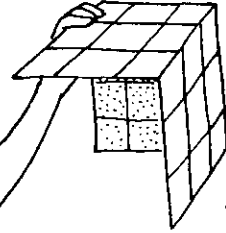
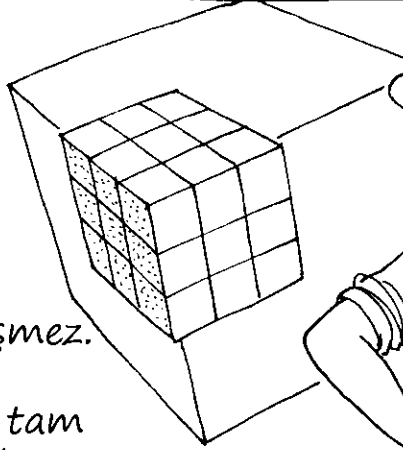
ÇOK YÜZLÜ CİSİM



Şimdi, Archie : bant kullanarak bir yüzeyin üzerinde jeodezik yaratabiliyordun, hatırladın mı ? Yüzeyi eğersen ne olur peki ?



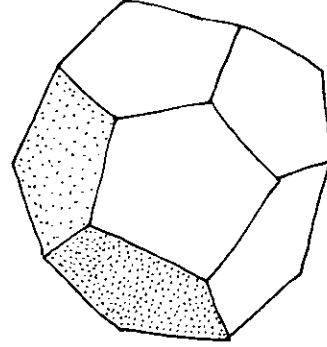
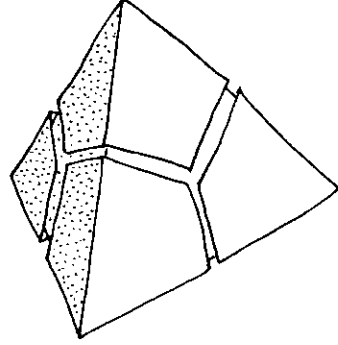
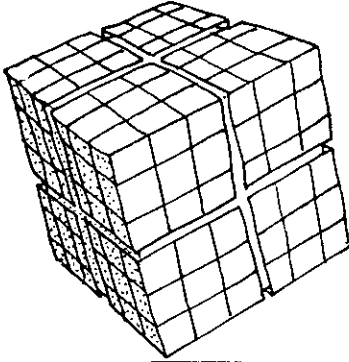
Bu koniyi ($\theta = 90^\circ$) eğersen, jeodeziler değişmez. (Bant, yüzeyle birlikte eğilir.) Esasında, kübün tam olarak köşesine oturacak şekilde onu kıvrabilirsin.



Benzer bir şekilde, bu koninin ($\theta = 180^\circ$) içinde üç kıvrım yapabilirsin. Böylece, düzgün bir dört yüzünün köşesine tam olarak yerleşebilir.



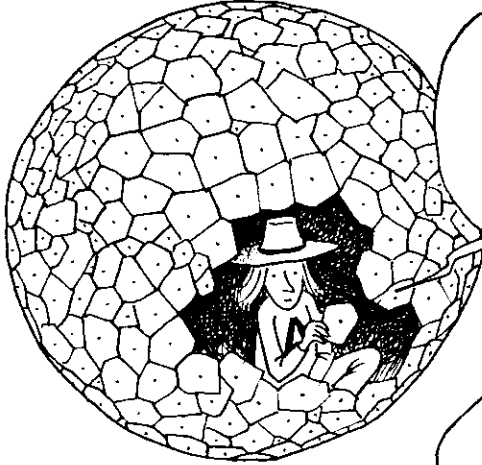
UZAY AÇIK MI KAPALI MI OLMALI



Huit cônes ($\theta = 90^\circ$)
permettent de fabriquer
un CUBE
 $90 \times 8 = 720^\circ$

Quatre cônes ($\theta = 180^\circ$)
permettent de fabriquer
un TÉTRAÈDRE
 $180 \times 4 = 720^\circ$

Vingt cônes ($\theta = 36^\circ$)
permettent de fabriquer
un DODÉCAÈDRE
 $20 \times 36^\circ = 720^\circ$



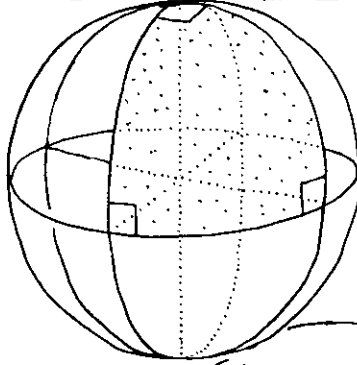
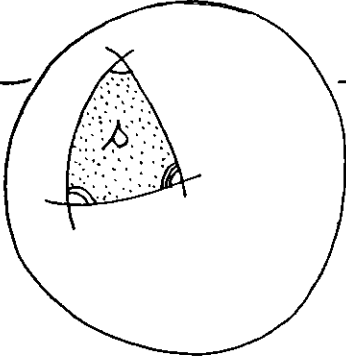
Yani, küçük bir θ eğikliğine sahip çok sayıda mikrokoni düzenli bir şekilde birbirine geçirirsem, N mikrokoni sayısını temsil etmek üzere, $N \times \theta = 720^\circ$ olduğu zaman bir KÜRE elde edeceğimi tahmin ederim.

Bunu bekleyebilirsin çünkü bir kürenin toplam eğikliği 720° 'dir.

Şimdi bulunduğun yerden çık bakalım, seni budala.

Bir kürenin üzerinde, eğiklik homojen bir şekilde dağılır. Yani kürenin üzerine çizilen bir üçgenin açıları toplamı $180^\circ + 720^\circ \times s/S$ 'ye eşit olur. Bu denklemdaki, s , üçgenin ve S , kürenin alanını simgeler. İkinci terim olan $720^\circ \times s/S$, üçgenin kapsadığı EĞİKLİĞİN MİKTARI'dır. (*)

Usta



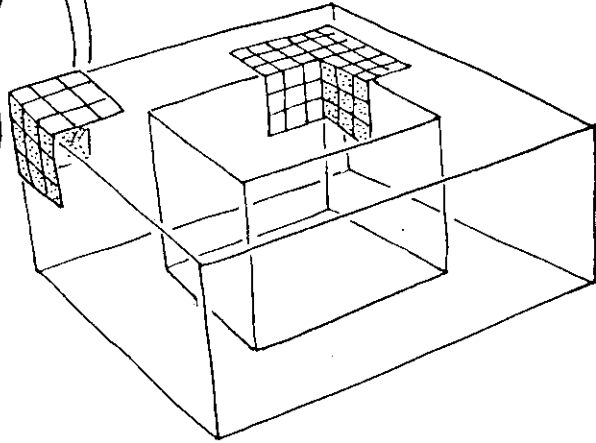
Örneğin, bu üçgen, kürenin alanının sekizde birini kaplamaktadır ve $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ + 720^\circ/8 = 270^\circ$ 'dir. Bu denklem doğrudur çünkü her üç açı da 90° 'dir.

Sarsıcı !

Aynı mantıkla, eğer bizim üç-boyutlu uzayımızda minimum yoğunluk (ki bu birim hacim başına düşün eğiklik) $10-29 \text{ gr/cm}^3$ 'den daha fazla ise, uzay tıpkı bir küre gibi kendi üzerine kapanır.

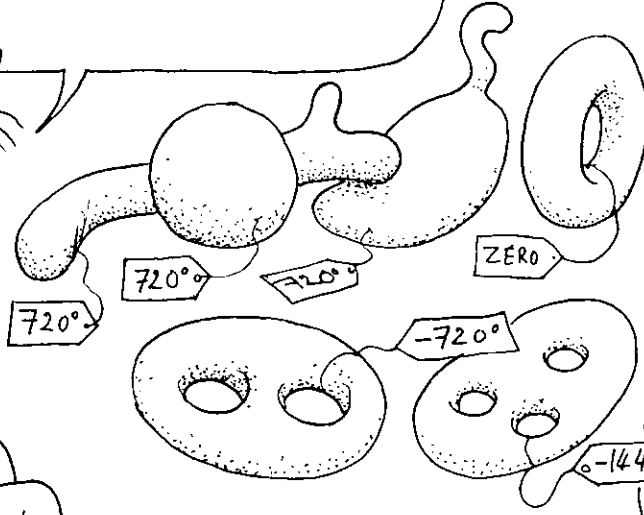
Bay Albert, lütfen bana söyleyin, bir TORUS'un toplam eğikliği nedir ?

Basit bir soru, Archie. Sadece şunu düşünmek gerekir : sekiz pozikoni ($\theta = +90^\circ$) ve sekiz negakoni ($\theta = -90^\circ$).



(*) GAUSS'un bir teoremi

On altı açının toplamı - on altı eğikliğin - sıfır. Yani, TORUS'un TOPLAM EĞİKLİĞİ... SIFIR!



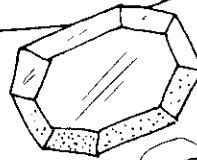
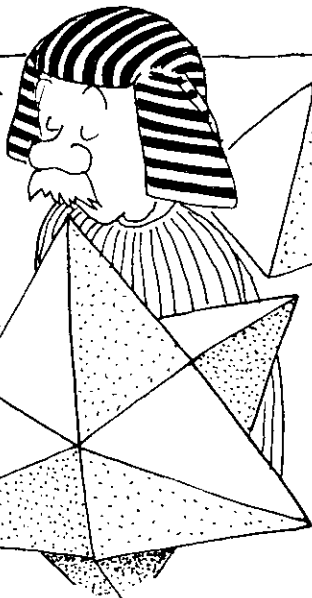
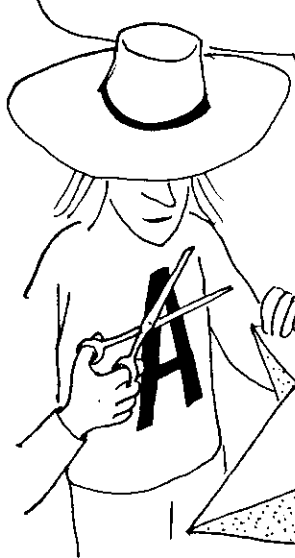
Evet, Evet.

KÜREYE BENZER herhangi bir şeklin toplam eğikliği 720° , yani 4π radyandır.



FUGAS (*) adı verilen ve N kadar deliği olan bir torusun, toplam eğikliği $-4\pi(N-1)$ 'dir. Her bir delik için 4π 'lik bir bölümü kaybedersin.

Ve eğer bir çok yüzlü gibi kendi üzerine kapanan bir nesne yaparsan, köşelerdeki yoğunlaşmış eğikliklerin toplamını aldığında yine toplam eğikliği bulmuş olursun.



Tiresias, eski meyvem ; neler yapıyorsun ?

Kendi toplam eğikliğimi bulmaya çalışıyorum.



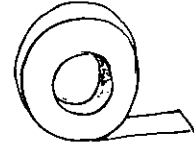
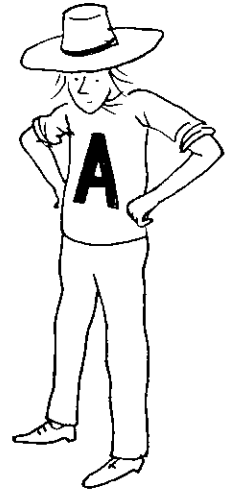
(*) FUGAS, yazarın yaşadığı yer olan güney Fransa'da yapılan bir ekmek türüdür.

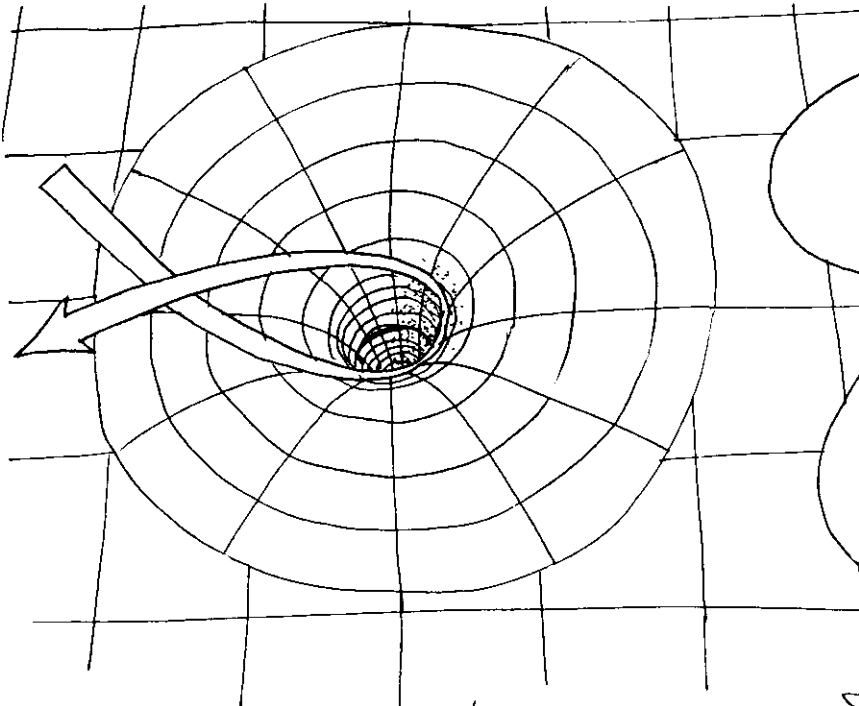
KARA DELİKLE İLK KARŞILAŞMA

Peki, peki - bu nedir?
Kozmik bir tıpa deliği
mi?

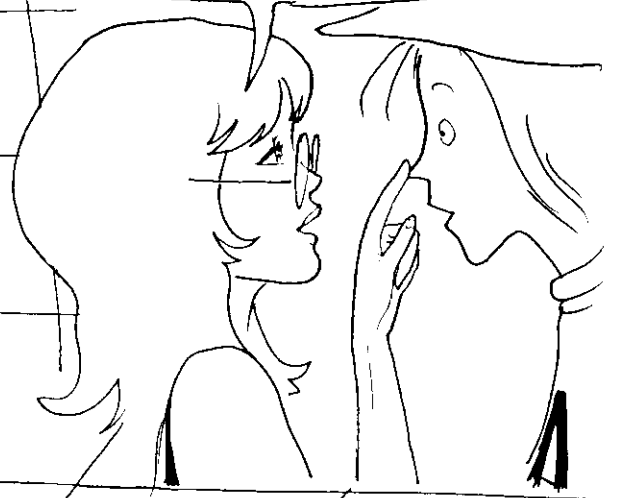
Q

Bandımı, bu tuhaf yüzey üzerine
kimi jeodeziler çizmek için
kullandım.





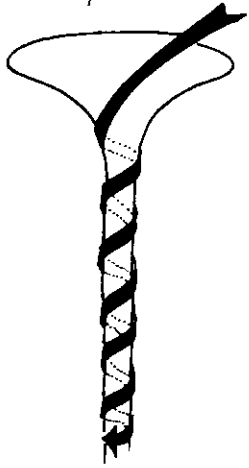
Eğer jeodezik yeterince derine batırılırsa, tekrar ortaya çıktığında kendi kendisi ile kesişir.



DÜZLEM

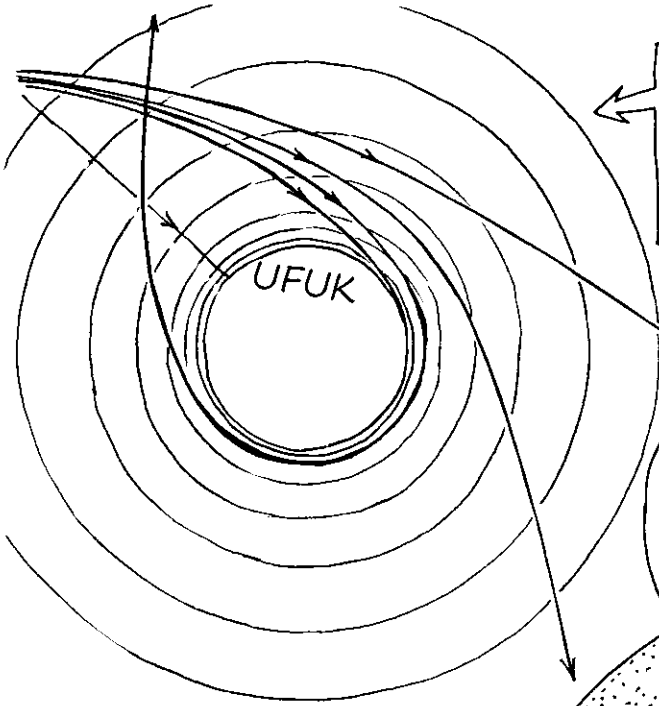
BAĞLAMA PARÇASI

Eğer jeodezik, tüpün silindirik parçasının sınırı olan çemberi keserse, bir daha asla geri gelemez.



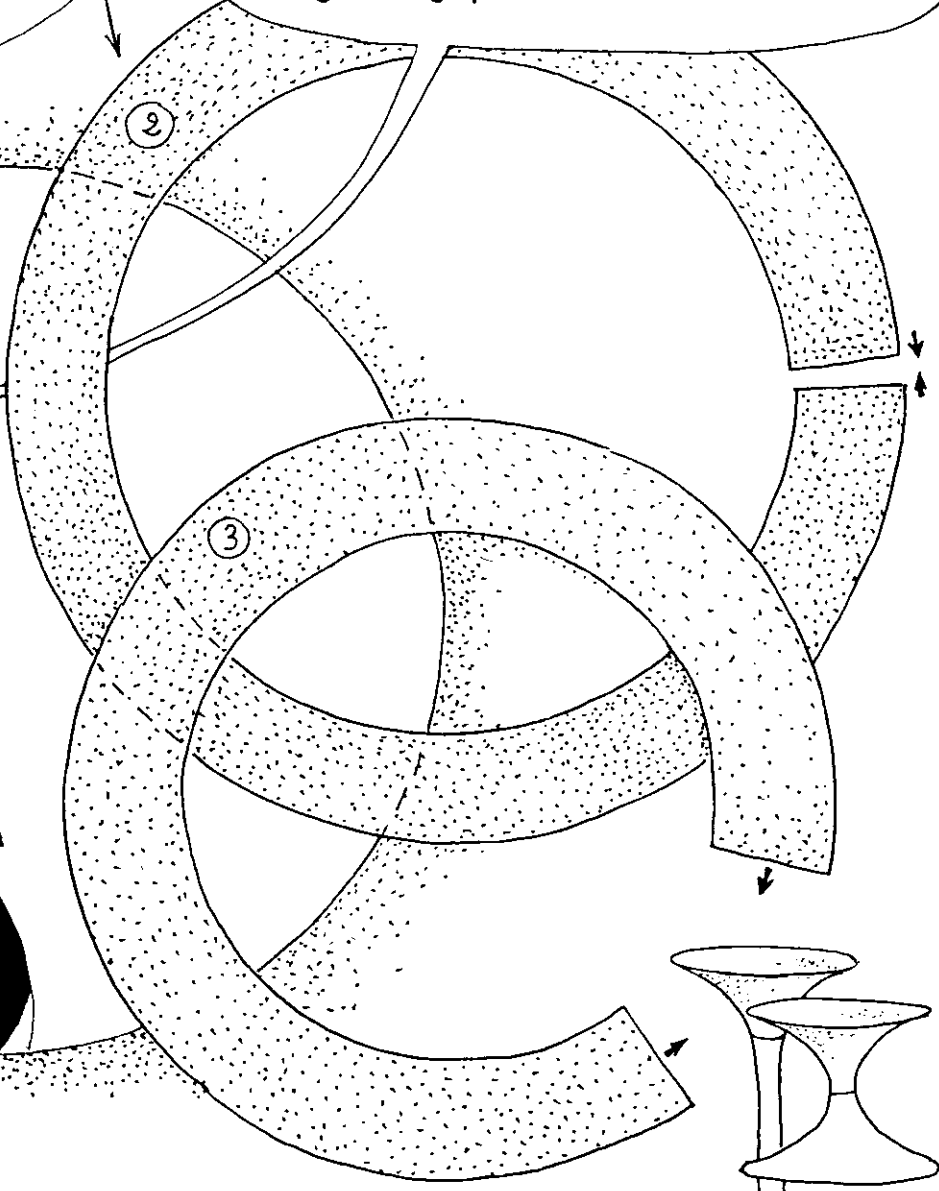
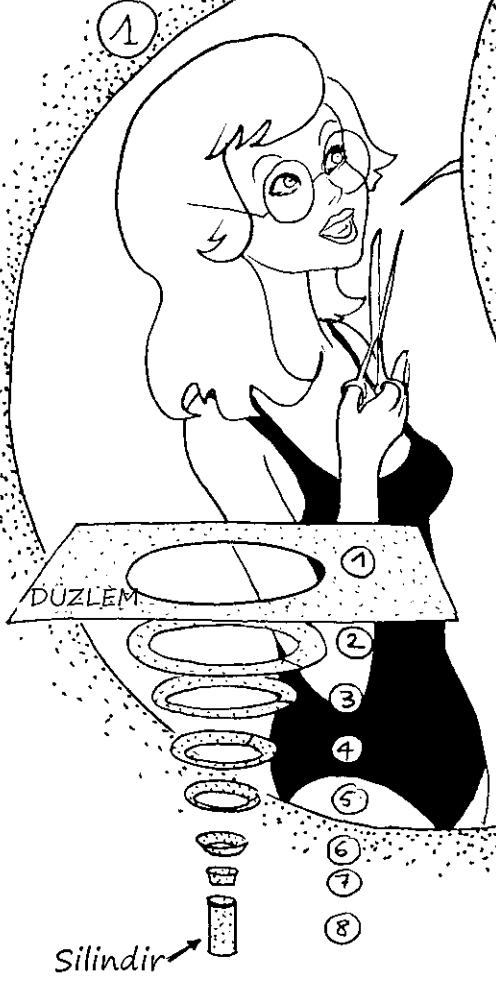
Bu sınırı, UFUK olarak isimlendiririz.

Bir silindir üzerindeki jeodezikler, helezondur.

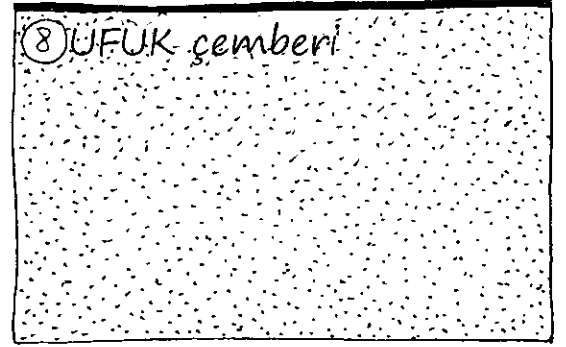
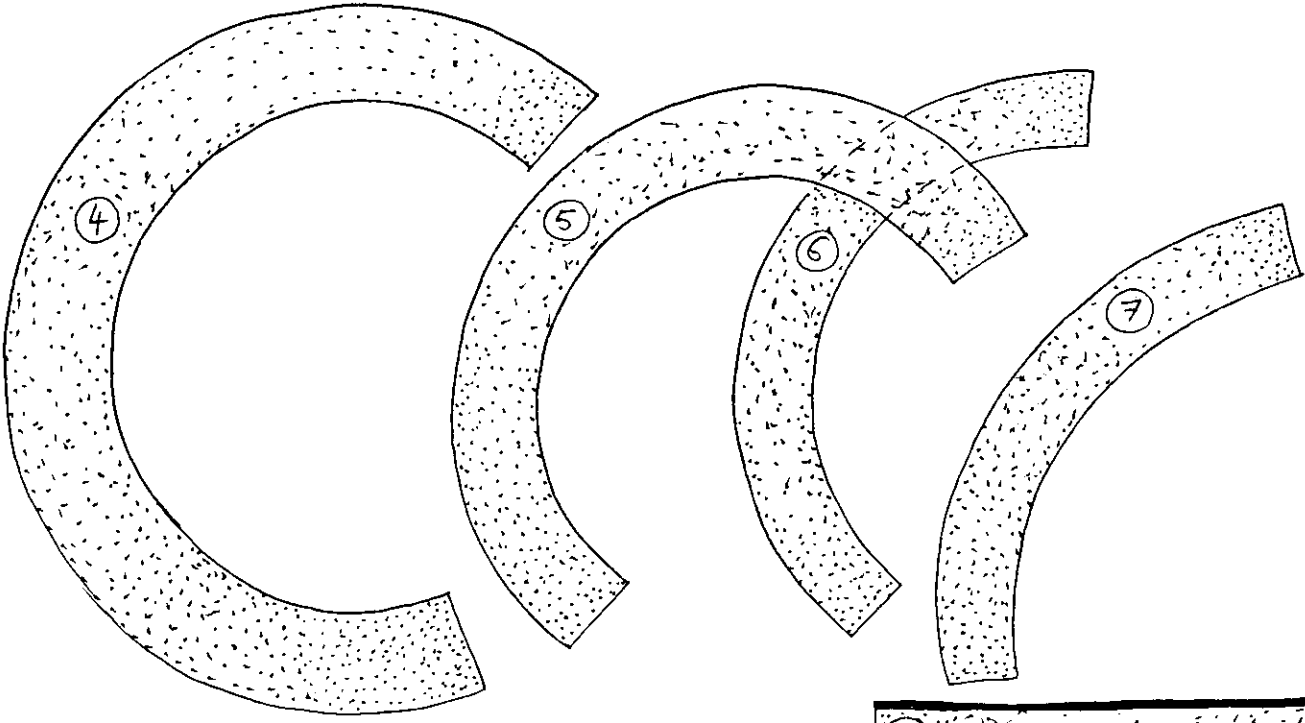


DÜZLEMSEL bir dünyada yaşadığını düşünen herhangi biri, yörüngelerin de böyle olduğunu düşünecektir.

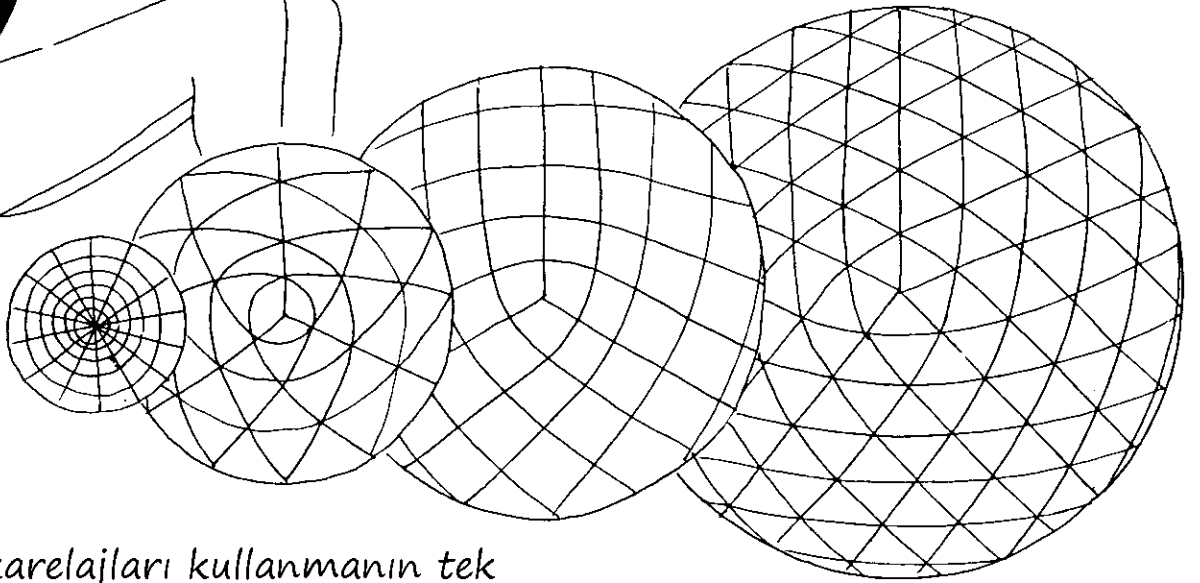
İçinde delik olan bir düzlem (1), altı tane tepesi kesik koni (kenardan kenara birleştirilmiş) ve bir silindir (8) kullanarak siz de kendi kara deliğinizi yapabilirsiniz.



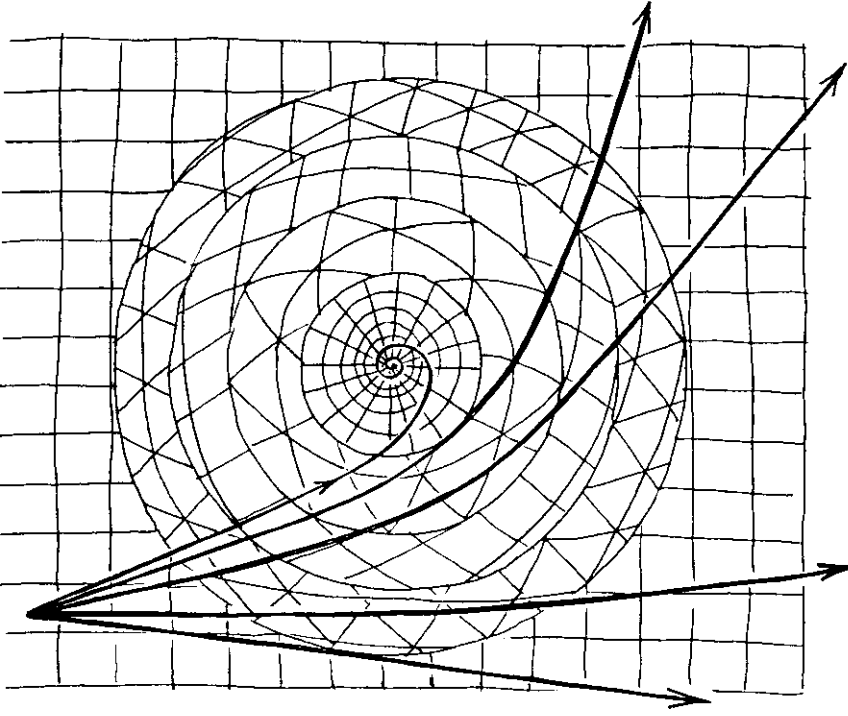
VARYASYONLAR



KARA DELİK yapmanın başka bir yolu, bu karelajları kullanmaktır.



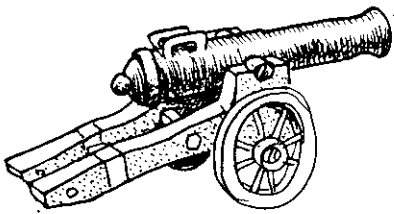
Bu düzgün karelajları kullanmanın tek nedeni, sonucun sevimli görünmesini sağlamaktır.



Oyunun kuralları şöyle : her bir karelağı sabit bir açı ile kesen çizgiler çizmелisiniz. Bunu yaparken, karelağların birleştiğı yerlerde oluşan her bir sınır çemberinin tutarlılık ve sürekliliğini korumalısınız. Kara deliğe ne kadar çok yaklaşırsanız, onun çekimi o kadar güçlü görünecektir. UFUK ÇEMBERİ içinde, yörünge bir spiral haline dönecektir. Kutup - şekilli merkezi karelağın, perspektiften görülen silindir üzerindeki jeodezilerin bir karelağından elde edilebileceğini dikkate alınız.

Dur orada bakalım bir dakika ! Bana öyle geliyor ki bütün bu kurguda budalaca birşeyler var !

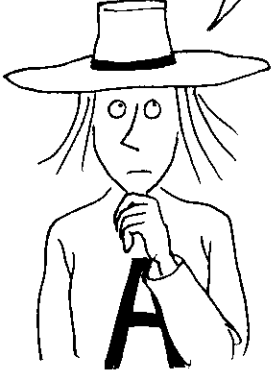
Kütleleri eğikliklerle, yörüngeleri de lanet olası jeo-deziklerle yer değiştirdiniz. Ama acaba İLK HIZ ile ilgili ne uyduracaksınız, çok merak ediyorum ?



Bir veya bir çok kütle tarafından yaratılan kuvvet alanı içindeki bir nesnenin izlediğı yörünge, onun ilk hızı olan v_0 'a bağlıdır.

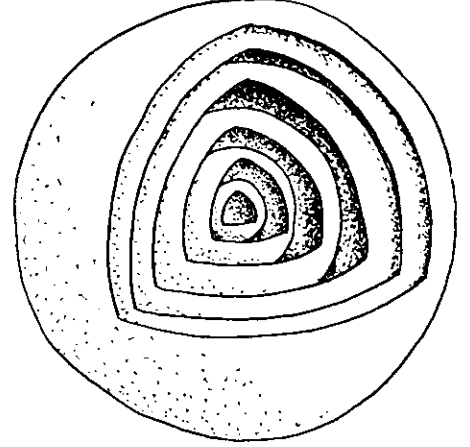
Örneğin : dünyanın yerçekimi alanı içindeki güller.

Bu, şu ana kadarki bütün çizimlerin ilk hız VO 'ın sadece tek bir değerine tekabül ettiği anlamına mı geliyor ?



BOŞLUK

Eşmerkezli katmanları olan bir soğan gibi dizayn edilmiş bir dünya düşün. (*)

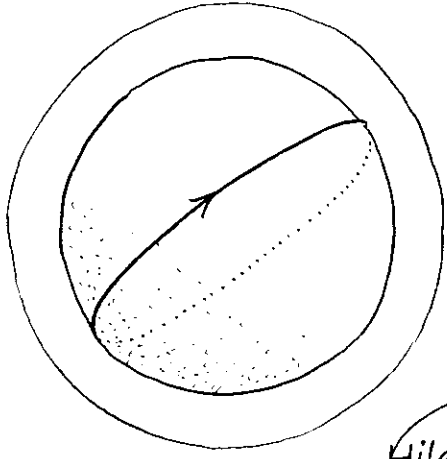


Her bir katmana, bir hız değeri olan V tekabül eder. Ne kadar hızlı gidersen o kadar derine inersin.

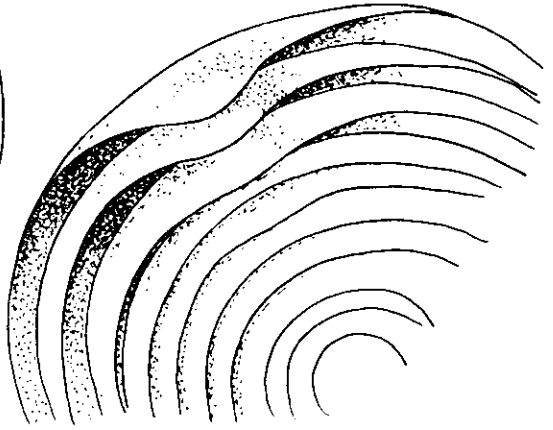
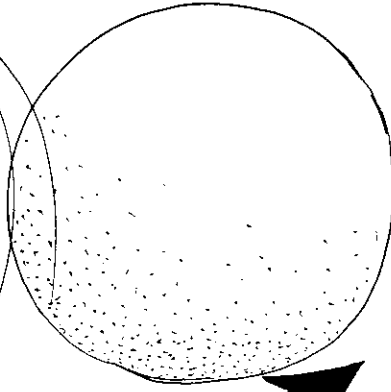
Işık hızında, soğanın ortasına erişirsin.

(*) Bu model, Kozmik Park başlığı altında HERŞEY GÖRELİDİR'de (aynı seride) tanıtılmıştır.

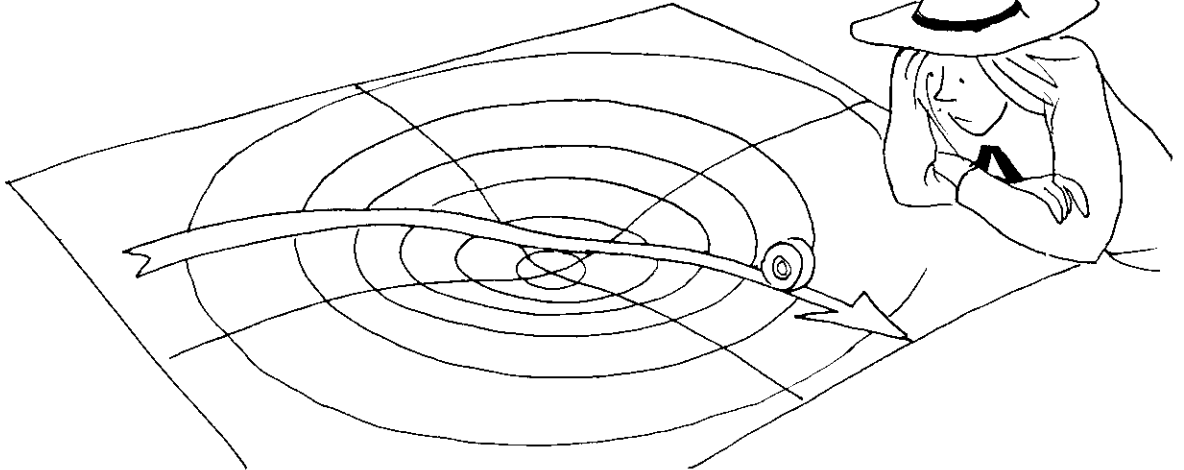
Eğer hiç KUVVET yoksa, nesnenin hızı değişmez. Yani, bir KÜRE'nin üzerinde kalır, ve hep soğanın merkezine eşit uzaklıktadır. Bu kürenin üzerinde, BÜYÜK ÇEMBER isimli bir jeodeziği takip eder.



Hileyi, bu yapacak !

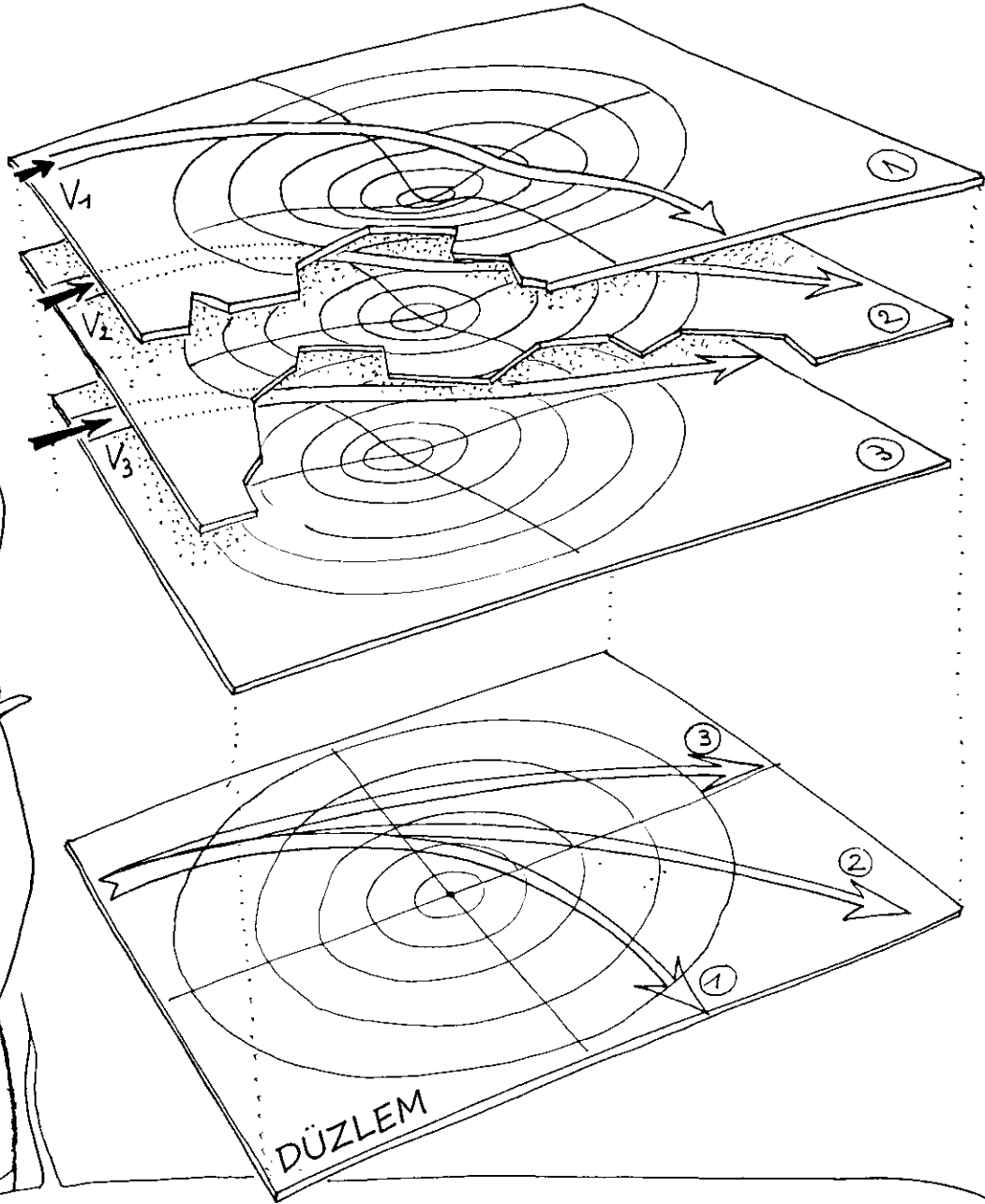


Bay Albert, buna çekici ile vurduğunda, işte bu oluyor. Gördüğünüz gibi merkeze yaklaştıkça etki azalıyor.

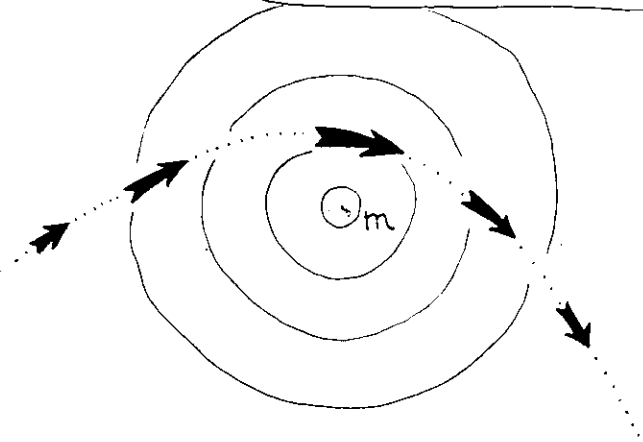


İşte burada bir ÇUKUR (veya TÜMSEK, hiç fark etmez) var. Eş yükselti eğrileri, (ki bunlar, jeodezi DEĞİLLERDİR !) seçilmiş bir jeodezik boyunca çizilmiştir.

$$v_1 < v_2 < v_3$$



İlk hız ne kadar yavaş olursa, deformasyon o derece fark edilebilir ve yörüngedeki eğilme o derece büyük olur.



Yerçekimi etkisi altında, bir nesnenin hızı önce artar, sonra yavaşlar. Nesne ile geçen kütle arasındaki uzaklığın en uzak olduğu anda, bu hız en yüksek olur. Gökbilimciler bu durumu günberi olarak adlandırır.

Bu cihaz, çok şapşal görünüyor.

Bu bir
KRONOSKOP.

Kozmik parktaki jeodezileri
takip etmeni sağlar.

Neden kendinizi bir
kronoskop içine
kapatıyorsunuz ?

Bütün Kozmik Park bir
sıvı ile dolu: KRONOL.

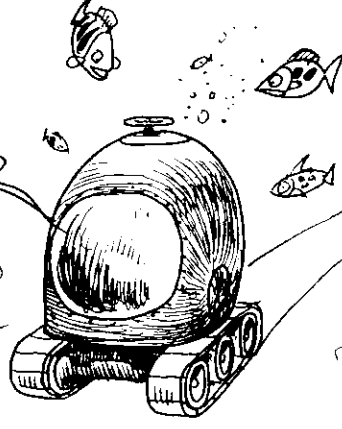
Beni asla o tür
şeylerin içine
sokamazsınız !

Kronoskopun rotası,
YOĞUNLUK olarak
isimlendirilir, Lenny...

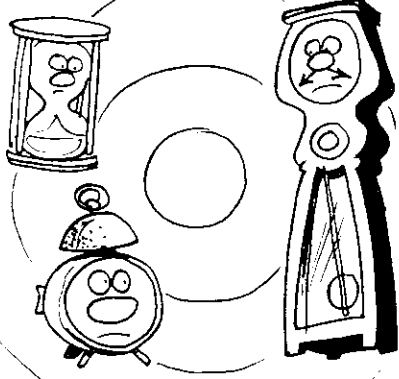


(*) Not : TERMODİNAMIĞİN İKİNCİ YASASI der ki uzay-zamanın (kozmetik park) jeodezilerini ters yönde takip etmek imkansızdır.
Usta

PR basıncı, PE basıncından daha büyük olduğundan, kronol dışa akar ve kronometre geçen zamanı gösterir.



Kronolun içinde daha derine indikçe, PE basıncı daha da artar. Akış oranı, basınç farkı olan (PR - PE) ile orantılı olduğu için, zaman daha büyük derinliklerde daha yavaş akar.



Derinlik, hızDIR. YANI daha hızlı gidersen, zaman da daha yavaş geçer. (*)

Ve ışık hızında, PE, PR'ye tamamen eşittir ve zaman yavaşlayarak durur.

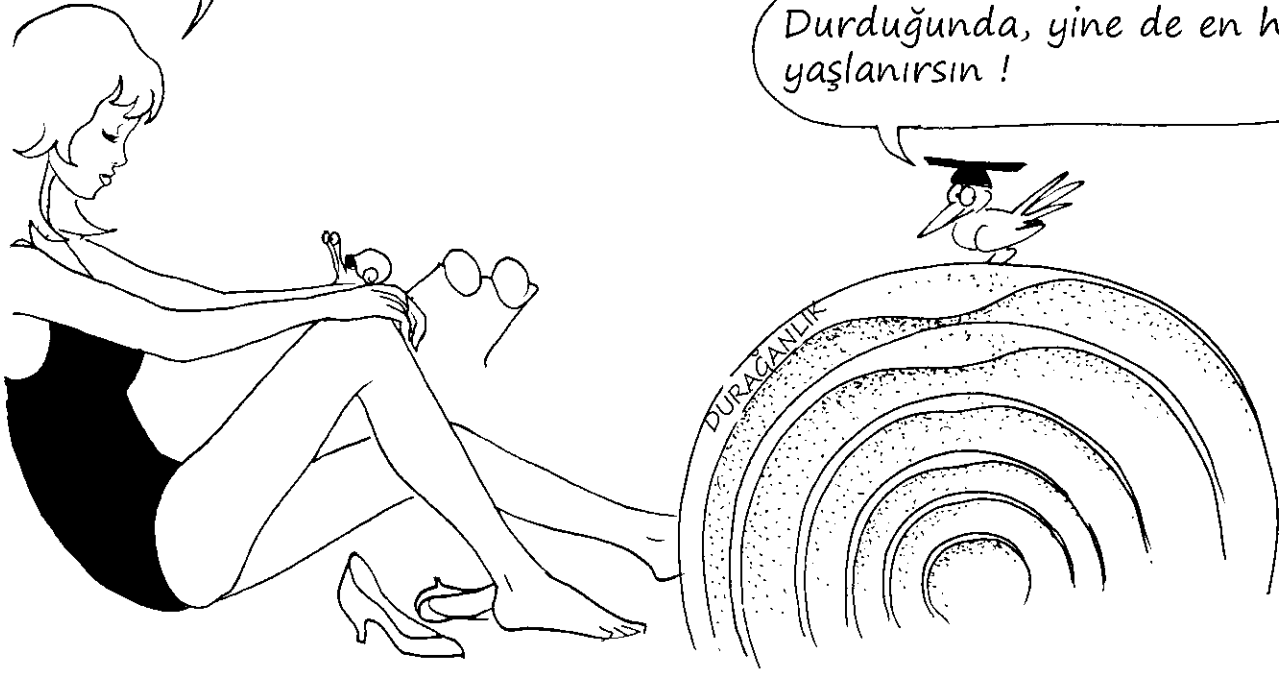


Işıktan daha hızlı gidemeyeceğinize göre, Kozmik Parkın merkezinden daha derine gidemezsiniz.

(*) Aynı serideki HERŞEY GÖRECELİDİR'e bakınız.

Kozmik parkın dış yüzeyi, hiç hareketin olmaması durumuna tekabül eder : durağanlık.

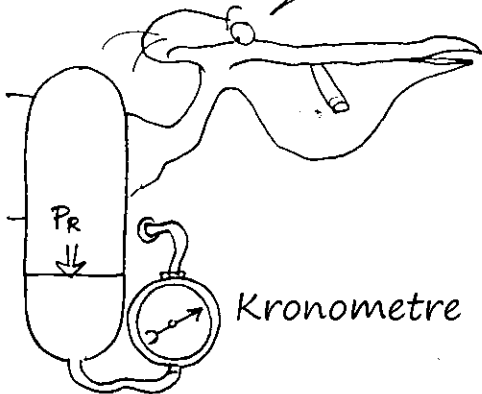
Durduğunda, yine de en hızlı yaşlanırsın !



Çok çok büyük bir cisim, uzay-zaman içinde çok büyük bir eğiklik üretir. Bu demek oluyor ki, durağanlık içinde bile olsa neredeyse her nesne, daha yüksek bir basınç altındaki KRONOL içine batırılabilir. Yani, onun için, zaman, durağan fakat herhangi bir kütlede de uzakta olan bir nesneye göre daha yavaş akar.

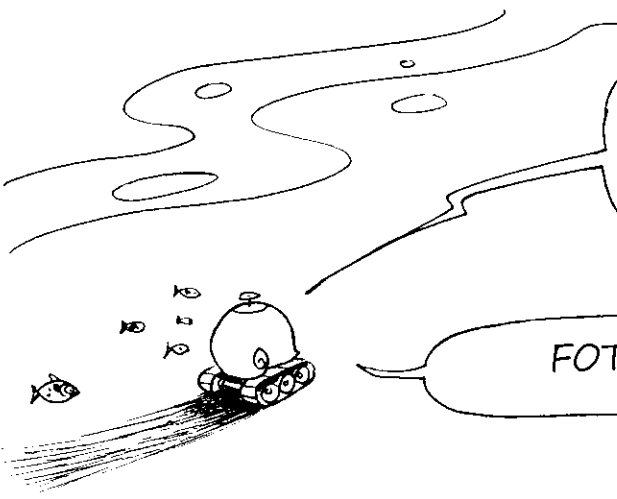
Bizden biri aniden kronoskopun dışına giderse ne olur acaba ?

Herhalde aniden yaşlanıverir.



Peki bütün kronol tükendiğinde, bu ... ölüm mü demek oluyor ?

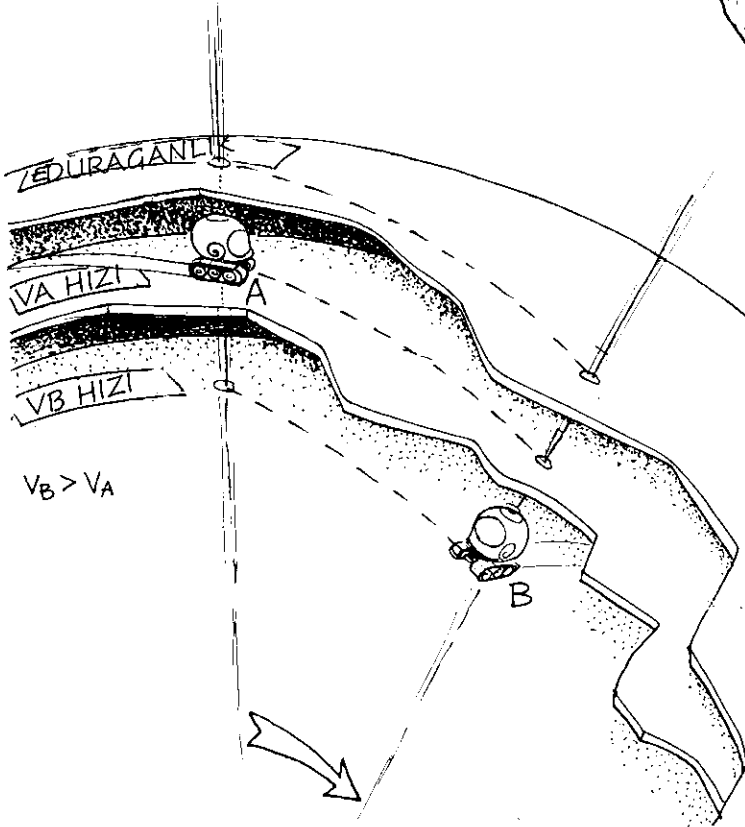
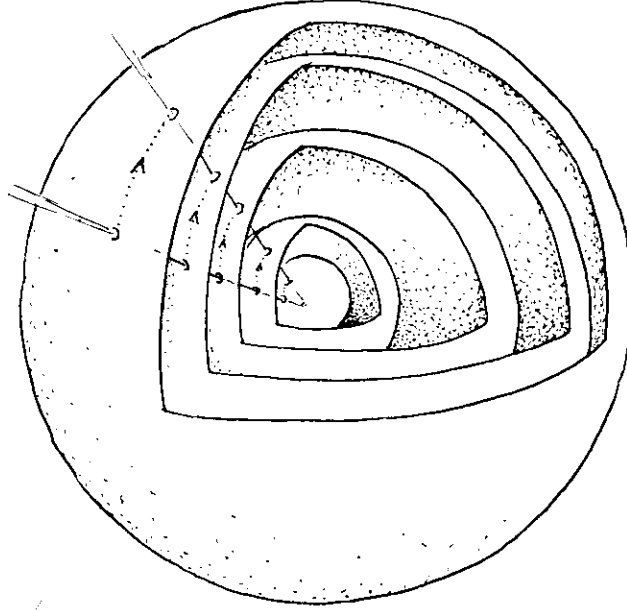
İLETİŞİM



Peki, şimdi hepimiz kronoskoplarımızın içindeyiz. Birbirimizle nasıl iletişim kuracağız ?

FOTONLARI kullanarak.

Fotonlar - ışığın ufakık nicelikleri - sabit açılı bir hızla Kozmik Parkın bütün katmanlarını bir tarafından öbür tarafına tarayarak tıpkı bir ışıldağın ışınları gibi hareket eder.

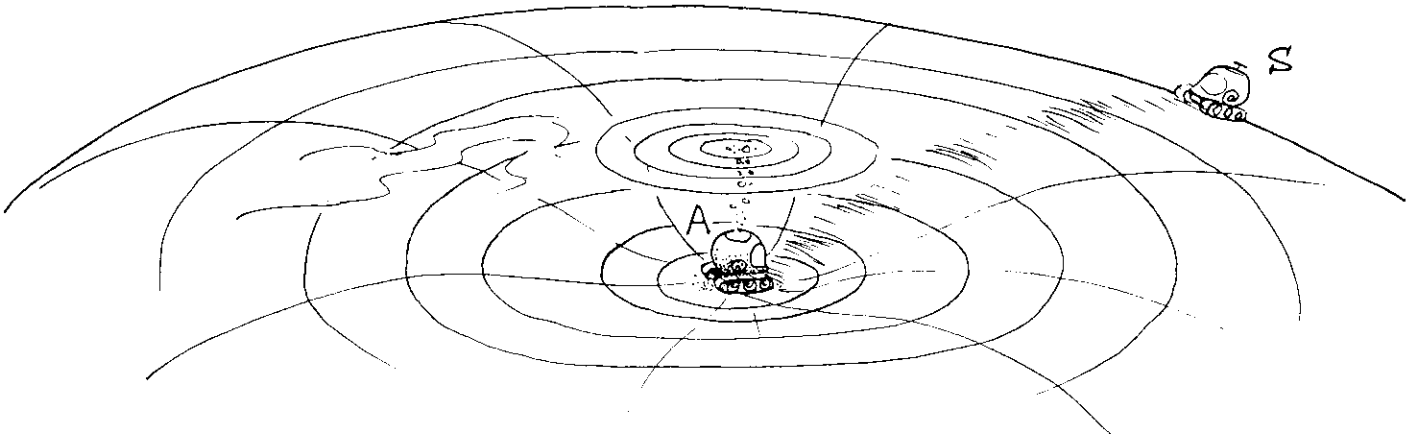


VA hızı ile hareket eden bir A nesnesi, bu ışıldağ ışınlarından bir tanesini VB hızında hareket eden bir B nesnesinin istikametinde etkin hale getirebilir.



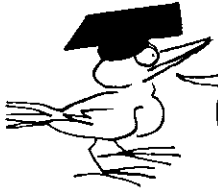
Ve rengi, frekansı tarafından belirlenir.

KIZILÖTESİ KIRMIZI TURUNCU SARI YEŞİL MAVİ MOR MORÖTESİ



Yayılan veya alınan fotonların frekansları, yayıcı veya alıcının bulunduğu kronoskop içindeki zamanın akış-oranına göre hesaplanacaktır. Bir A kronoskopunun içinde, Archie dışarı mavi bir ışık gönderir. Archie, bir hayli eğimli bir uzay parçasının içinde olabilir - örneğin kocaman kütleli bir nötron yıldızının yanında olabilir. S kronoskopu içindeki Sophie, bu ışığı alır. Süper-yoğun nesneden bir hayli uzaktadır. Yani, onun zamanı daha hızlı akmakta ve o, frekansı daha düşük hesaplamaktadır. Ona, ışığın rengi KIRMIZIYA doğru kayıyormuşcasına görünmektedir.

Archie bir nötron yıldızının üzerinde duruyor. (Geçici bir süre için, yerçekiminin bedeni üzerindeki etkilerini hesaba katmıyoruz çünkü bu etkiler, onu, anında bir krepten bile daha düz bir hale getirecektir.)



Aslında, elmanın rengi hep yeşildi ama zaman üzerindeki yerçekimi etkisi onun rengini kırmızıya dönüştürdü.

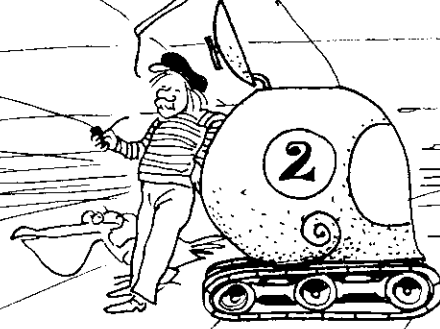
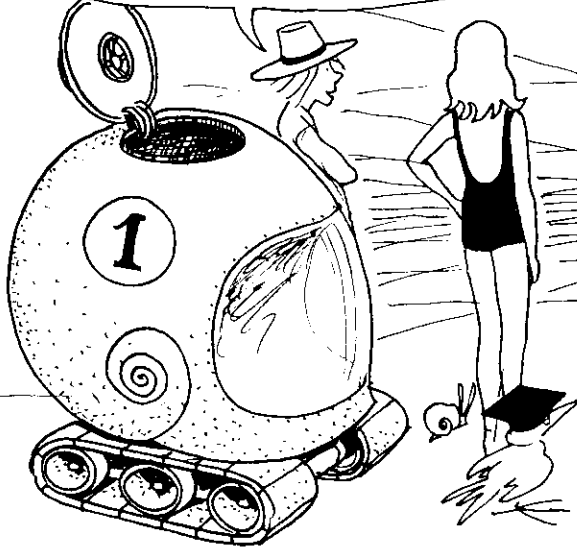
Artık elmalar bile eski günlerdeki gibi DEĞİL...



KARA DELİKLE İKİNCİ KARŞILAŞMA

Kozmik parkı daha çok keşfetmek istiyorum

Tabi, tabi. Lenny ve ben de geleceğiz, elbette. İyi jeodezikler dilerim!

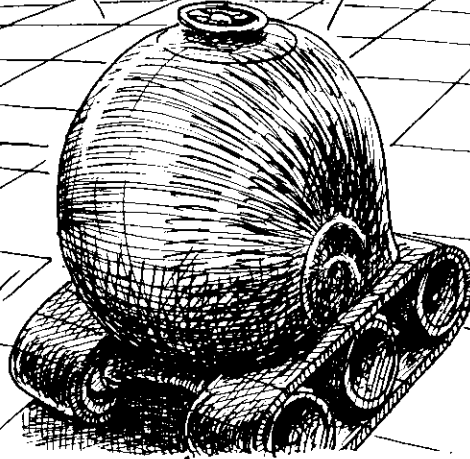


Evet, onlarla sesli iletişim kuracağım, radyo kanalıyla. (*)

Lenny ve Bay Albert'i görüyorum orada.

Hoop, o uzaktaki şey de ne öyle?

Trompete benziyor - ya da bir tornadoya.



(*) Radyo dalgaları, ışık dalgalarına benzer. Her ikisinin de yayılım hızları, C , aynıdır ama daha düşük frekanslıdır.

Amanın! İşte bu bir kara delik!!

Ve Bay Albert ve Lenny, içine düşerler!

Hareket etmeye az çok yakınlaştık.

Lenny ve Bay Albert'e yardım etmenin herhangi bir yolu var mı acaba ?

Hayır. Jeodezilerimiz kesişmiyor.

Onları görebiliyor musun ?

Kara deliğin dibi tamamen opak.

Onları halen görebiliyorum ama kronoskopları donuk turuncu rengine büründü.

Hey ? Bay Albert ? Lenny ?
Beni duyuyor musunuz ?

Kafa karıştırıcı. Sesi çok cızırtılı
geliyor ve çok hızlı konuşuyor.
Donald Duck gibi.

Sesi sürekli daha da derinden geliyor,
aynen yavaşlayan bir ses kaydı gibi !

AHHDTEUHHH..

Çok farklı « zaman bölgeleri »nde
yaşadığınız zaman iletişim problemleri
yaşarsınız.

ZAMAN MESELESİ

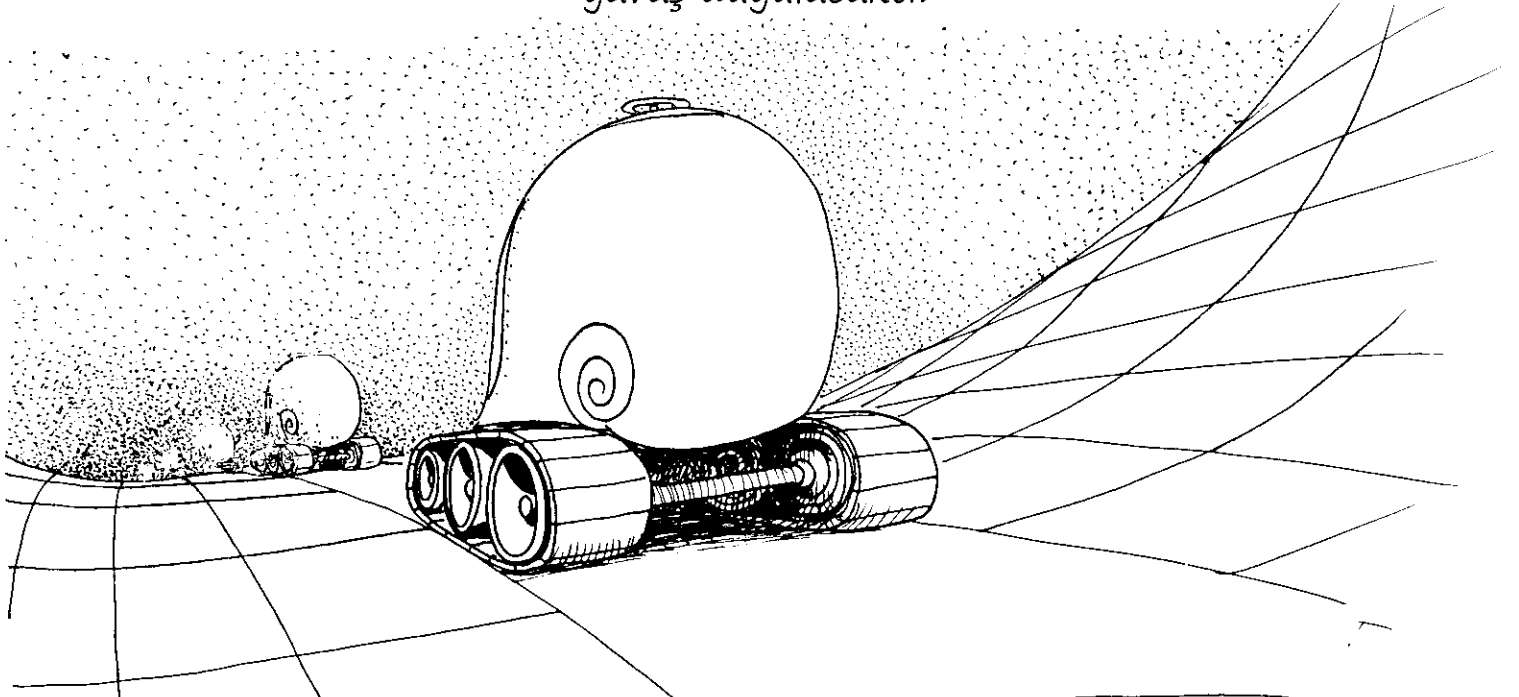
Bay Albert ve Lenny, kronolün içine daha çok daldıkça, dış basınç PE daha da artar, su saatinin içindeki kronol daha yavaş biter ve onların kronoskopundaki zaman daha yavaş akar.



Işık hızında, şeylerin dibine indikçe, onların su-saatleri, içindeki kronolün sadece sınırlı bir bölümünü yitirdi. Bu demek oluyor ki onlar, dibe, kendi kronoskoplarında akan zamana göre sonlu bir zamanda vardılar.

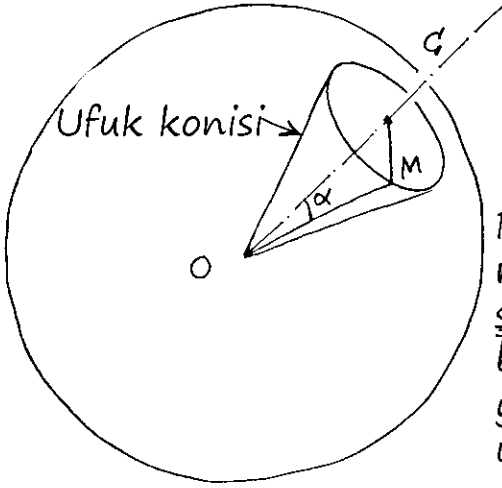
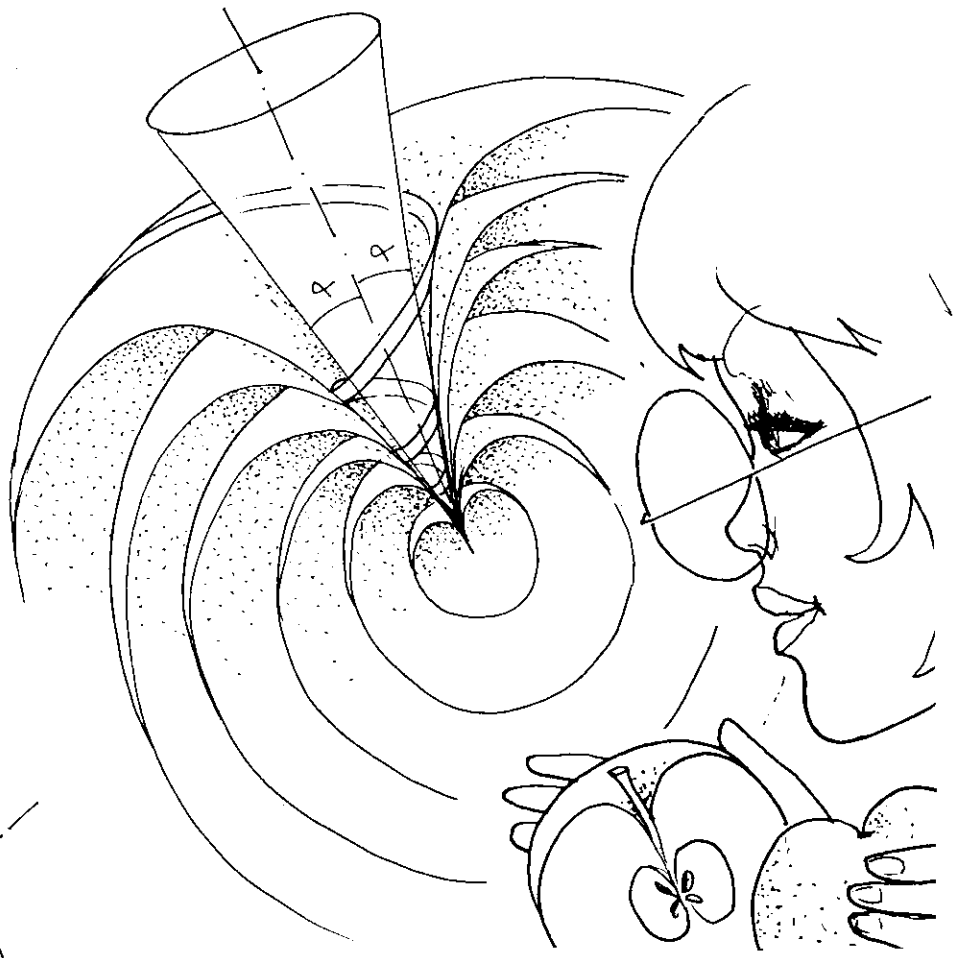
Ancak eğer Sophie, Archie, Max ve Tiresias onların düşüşlerinin izini takip edebilselerdi, bu, onlara sonsuz gelecekti.

Kronoskop tarafından yayılan ışık, görülebilir ışık skalasının aşağısına, kızılötesine doğru düşecek ve bir yandan da radyo mesajı daha da düşük ve daha da yavaş duyulacaktı.

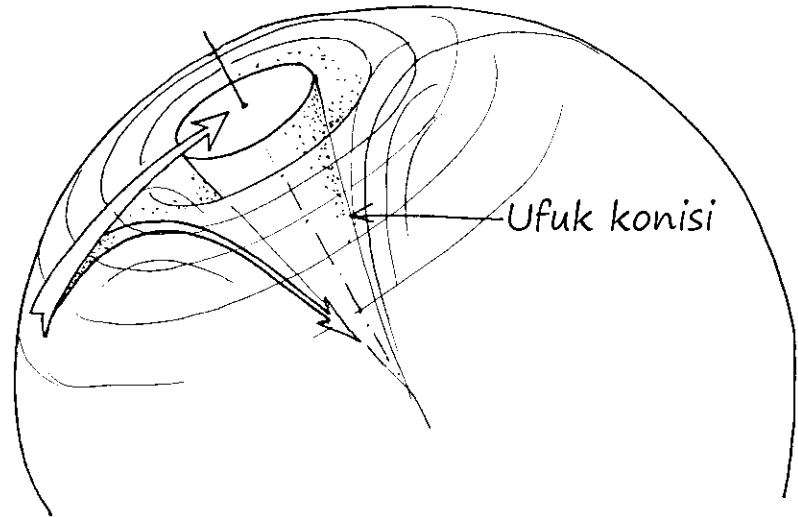


Bu, bana Aşil ve salyangoz paradoksunu hatırlattı. Aşil, aralarındaki mesafeyi sürekli yarıya indirerek salyangozu yakalamaya çalışır. Bunun sonsuza dek süreceğini düşünürsünüz fakat adımlar sonlu bir toplam zaman anlamına gelir.

İşte burada, Kozmik Park modeline göre hazırlanmış bir KARA DELİK resmi var. Çivi, uzay-zamanın merkezine – ki bu merkezdeki hız, ışık hızıdır – giden bütün yolların içine girmiş durumda. Bütün katmanlar, yarı tepe açısı α olan bir koniye teğettir.



Bu modelde, uzaklık, aslında OM ve OC gibi iki radyal vektörün arasındaki açıdır. Yukarıdaki şekilde, yarı-açısı α olan bu koninin içine herhangi bir şeyin giremeyeceğini görebilirsiniz. Kronolün yüzeyinde, durağanlık durumunda olan ve uzay-zamanın eğimli olduğunu fark etmeyen bir gözlemci hayal edin. Ona, ışık hızında ulaşılabilen bu kara deliğin sınırı, – OLAY UFKU – bir ÇEMBER gibi görünür.





Aa bakın, burası geldiğimiz yer – 3 numaralı kronoskopun arkası, o hiç yerinden kimildamamış.

Kara delik etrafındaki bu küçük gezintimiz, yaşlanma süreçlerimizi yavaşlattı. Eğer aramızdan biri üçüncü kronoskopun içinde durağan halde kalsaydı, bizim dönüşümüzü yüzlerce hatta belki milyonlarca yıl beklemesi gerekecekti.

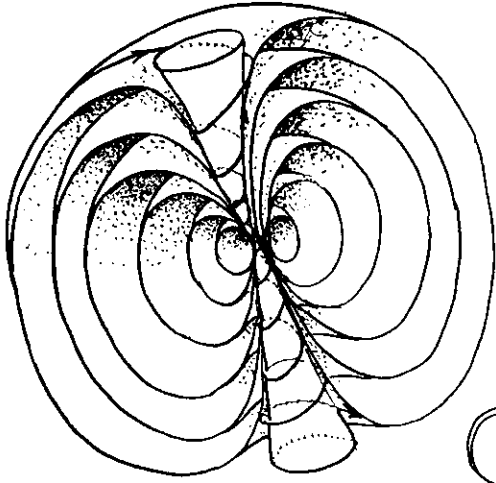
Kara delikler nereye götürüyor?

Kimse bilmiyor. Teorisyenlere göre, bir anti-kara delik olabilir.

Orası, hiç kimsenin giremeyeceği bir yer olurdu herhalde. Yapabileceğin tek şey ondan dışarı çıkmak olurdu ! Vay be !

BİR BEYAZ ÇEŞME

İşte size Kozmik Park modelinde, kara delik ile beyaz çeşmeyi bir çift olarak birleştirebileceğimiz bir yol.

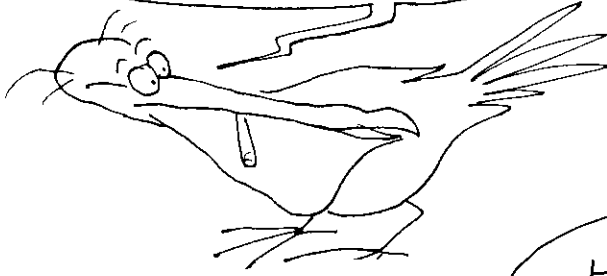


Beyaz çeşme, jeodezilerinin zıt yöne hareket eden yönelimleri olması dışında tamamen aynıdır.



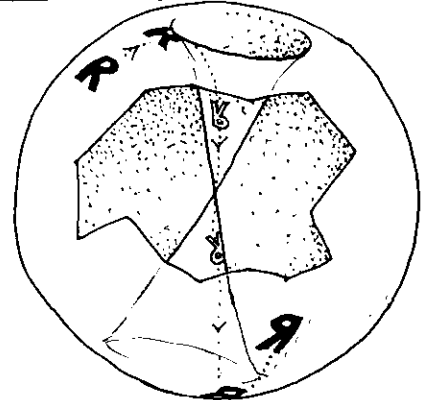
Ama kara deliğin içinde ne var ki, lanet olası ufkun üzerinde? Aslında kocaman bir... HIÇ mi var yoksa?

Bir kara deliğinin içinin saf bir VAROLMAMA hali olduğunu mu iddia ediyorsun yani?



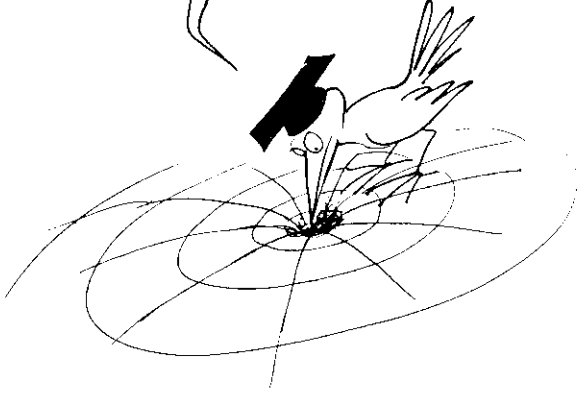
Hayır, hayır! Bir kara deliğin "içi," sadece onun bağdaşığı olan beyaz çeşmenin dışıdır.

Dikkatli bir okuyucu, bu modelde kara delik / beyaz çeşme çiftinin, Kozmik Parkın her bir katmanına, sadece tek bir tarafı ile yönlendirilemez bir yüzey yapısı verdiğini fark etmiştir. Delik içinden geçiş, nesnelere kendi akislerine gönderir. Örneğin, R, Я olarak gözükür.

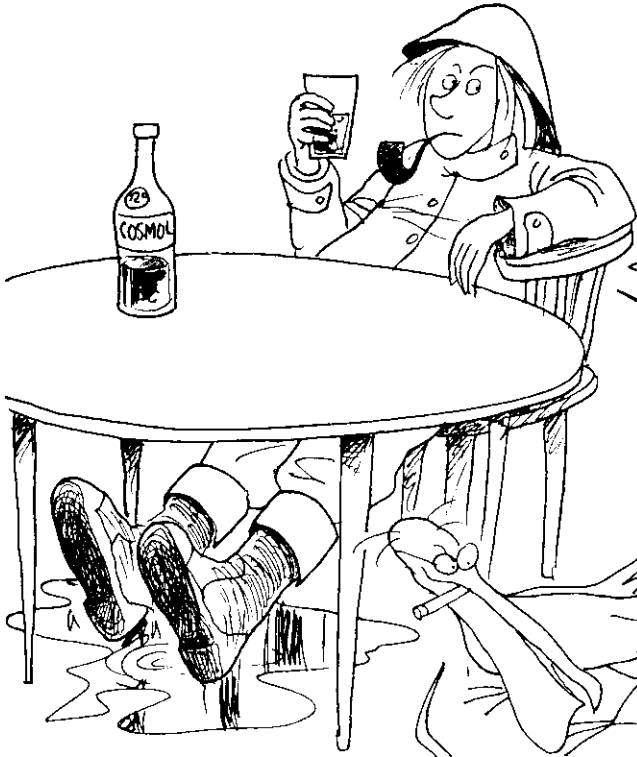


ANLAŞILMAZ ŞEY

Fakat başka teoriler de vardır elbette. Kimi insanlar, kara deliklerin bizi bir ikiz evren ile iletişime geçirdiğini düşünmektedir.



Ya da belki de içinde herşeyin, ZAMAN dahil olmak üzere bunun bir aksi olduğu bir evren ile.



Bununla beraber, eğer bir kara deliğin içine girmiş herhangi bir akıllı insan varsa, bunların hiçbiri, hikayeyi anlatmak için geri dönmüş olamaz.

Belki de Tiresias'ın kabuğu, sadece lanet olası bir kara deliktir !

Anneciğim !

Lenny, Tiresias'ı
korkutma !

Endişelenme, Tiresias.
Önemli olan, senin kendi
kabuğunun içinde rahat
olabilmendir.

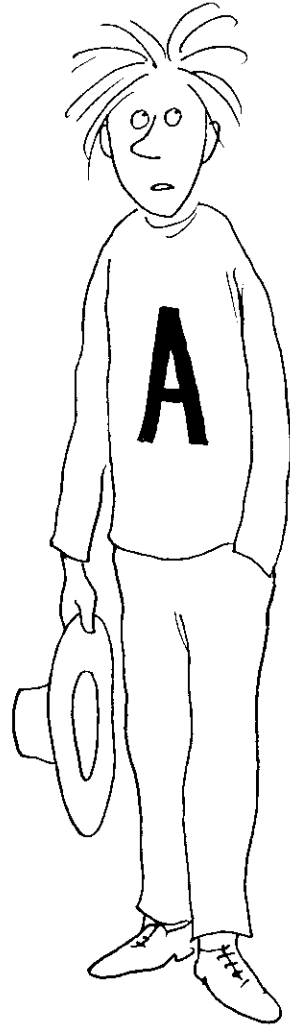
Mi !

SON SÖZ



Bir bakayım... Boşluk ve
madde, aynı şeydir... Uzay
kendi üzerine kapanabilir...
Ve gidebileceğin tek yol,
DOSDOĞRU olandır !

Evren, olası bütün dnyaların en iyisiyse,
başka herhangi birinde yaşamadığım için
minnettarım.



SON
FIN