

WIEDZA BEZ GRANIC

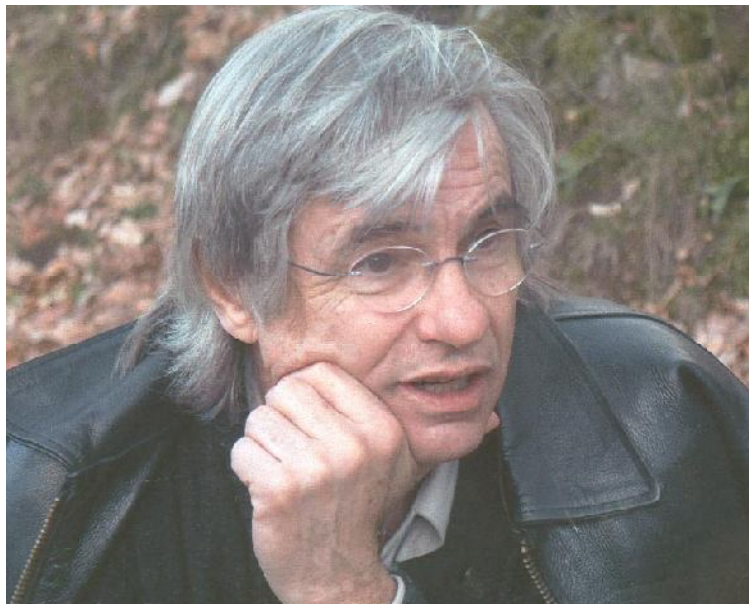
CZARNA DZIURA

Jean-Pierre Petit

Przekład: Katarzyna Moryc & Adam Majcherczyk



Wiedza bez Granic



Jean-Pierre Petit, Prezes Stowarzyszenia

Były Dyrektor ds Badań w CNRS, astrofizyk, twórca naukowego gatunku literackiego: *komiksu naukowego*. W 2005 roku postanowił upublicznić 20 swoich dzieł, umożliwiając bezpłatny dostęp do elektronicznych wersji za pośrednictwem własnej strony internetowej. Stworzył także Stowarzyszenie *Savoir Sans Frontières* (Wiedza bez granic), którego celem jest nieodpłatne szerzenie wiedzy, w tym wiedzy naukowej i technicznej. Stowarzyszenie funkcjonuje dzięki hojności darczyńców. Wynagrodzenie tłumaczy w roku 2008 wynosi 150€ netto (koszty transferu bankowego pokrywa SSF). Każdego dnia wzrasta liczba przeprowadzonych tłumaczeń (w 2007 r. 200 komiksów zostało przetłumaczonych na 28 różnych języków, w tym na laotański i rwandyjski).

Poniższy dokument .pdf może być legalnie kopiowany, powielany w całości bądź poszczególnych fragmentach, wykorzystywany w szkołach w celach naukowych, pod warunkiem że wykorzystaniu niniejszych materiałów nie towarzyszą cele zarobkowe.

Zachęcamy do umieszczania publikacji SSF w bibliotekach miejskich, szkolnych bądź uniwersyteckich w formie publikacji broszurowej bądź w formie elektronicznej.

Autor postanowił uzupełnić kolekcję albumów o przystępne komiksy dedykowane dzieciom od lat 12. Równocześnie odbywa się przygotowywanie komiksów w wersji „audio” dla analfabetów, a także osób pragnących nauczyć się nowego języka.

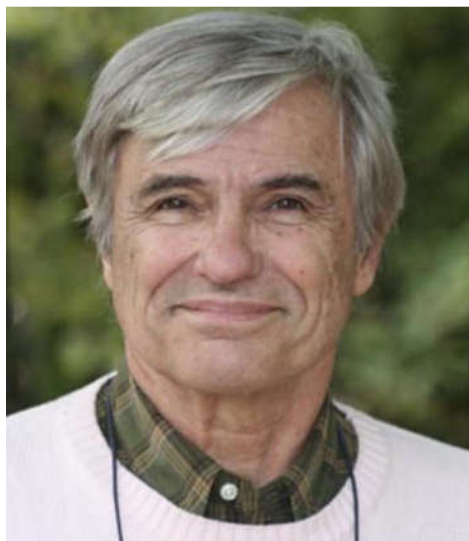
Stowarzyszenie chętnie nawiąże współpracę z nowymi tłumaczami, posiadającymi odpowiednie kompetencje, niezbędne do tłumaczenia tekstów para-naukowych.

Aby skontaktować się ze stowarzyszeniem prosimy wejść na stronę:

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

Wiedza bez granic

Stowarzyszenie o charakterze niezarobkowym założone w 2005 r. i zarządzane przez dwóch francuskich naukowców. Cel: rozpowszechnianie wiedzy naukowej za pomocą zespołu rysowanego za pomocą darmowych plików PDF do pobrania. W 2020 r. osiągnięto w ten sposób 565 tłumaczeń na 40 języków. Z ponad 500.000 pobranych plików.



Jean-Pierre Petit



Gilles d'Agostini

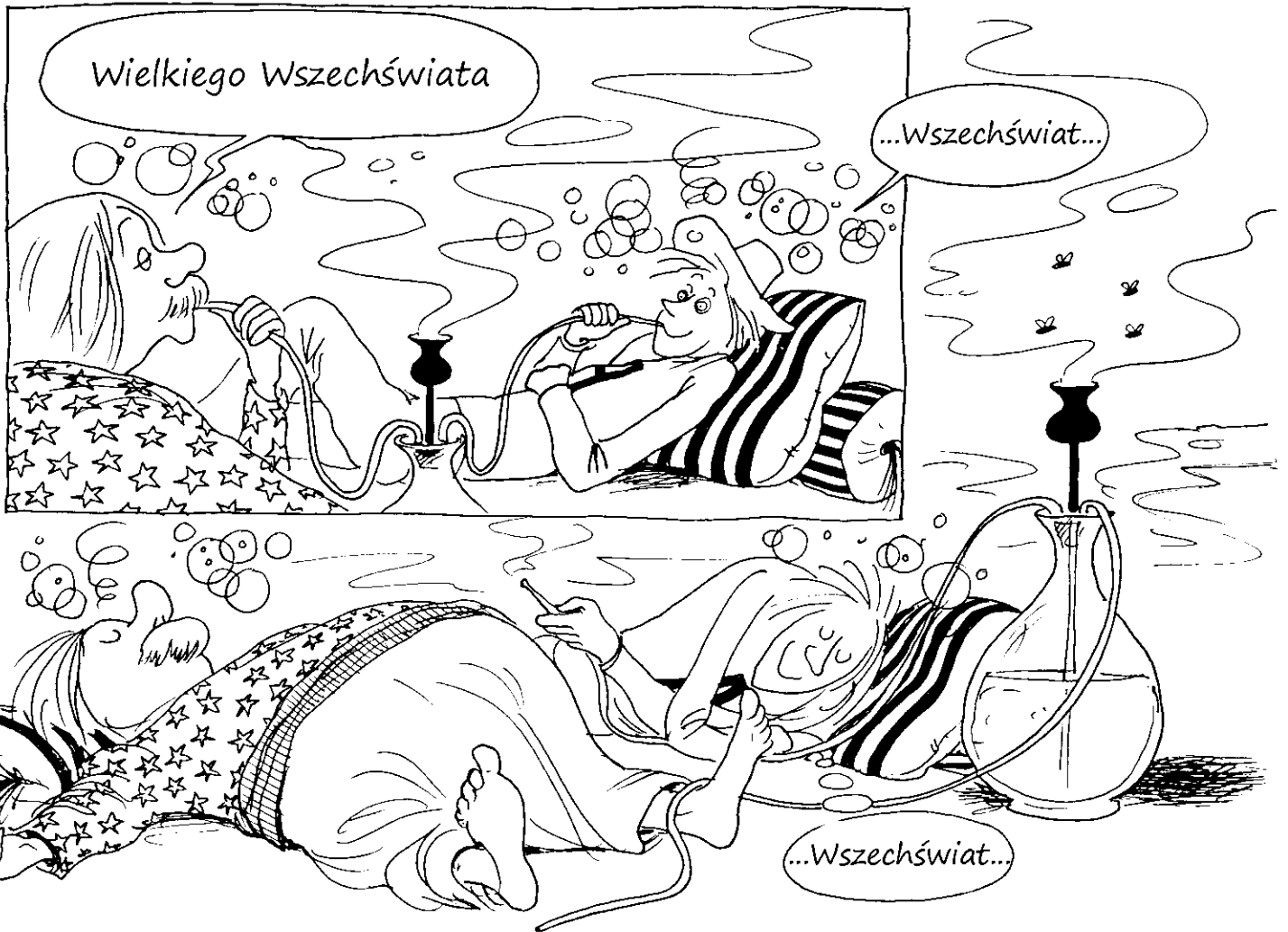
Stowarzyszenie jest całkowicie dobrowolne.
Pieniądze przekazano w całości na rzecz tłumaczy.

Aby dokonać darowizny, użyj przycisku PayPal na stronie głównej:

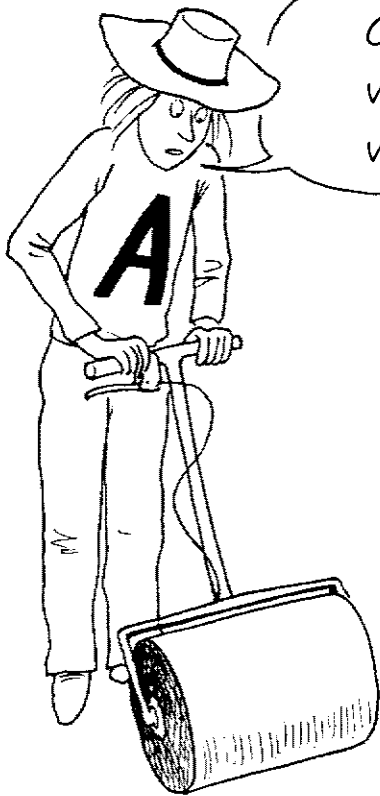
<http://www.savoir-sans-frontieres.com>







Po raz kolejny Anzelm zaczyna odkrywać światy pełne niejasności.



Co to za aparatura? Wygląda jak walec do wyrównywania kortu tenisowego albo rodzaj wotka do malowania.

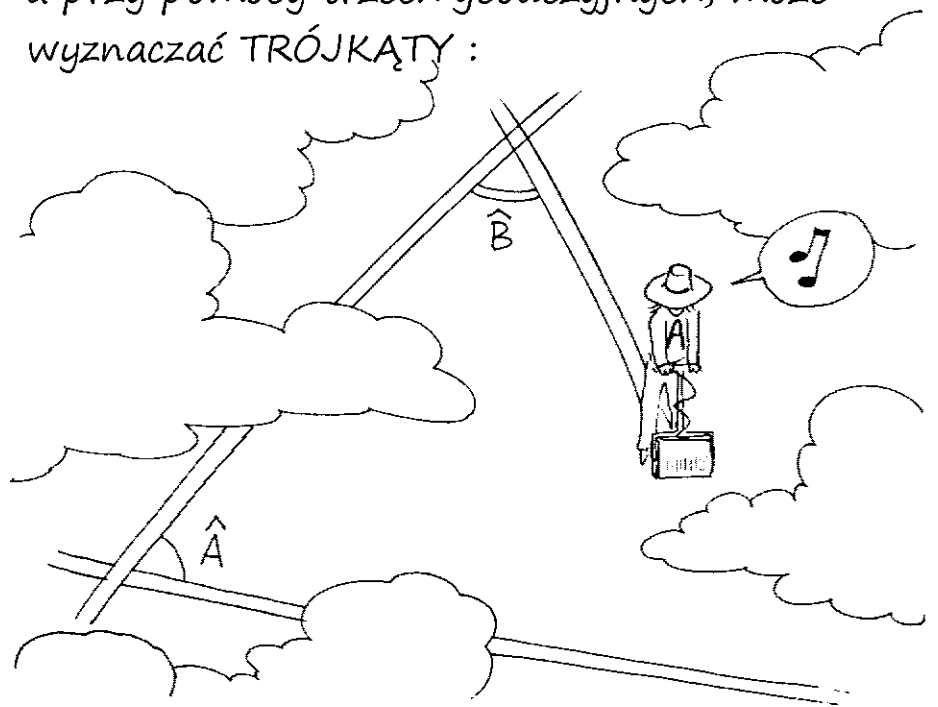


Można to prowadzić PROSTO, bez żadnego wysiłku. Za to nie da się skrócić ani w PRAWO, ani w LEWO.



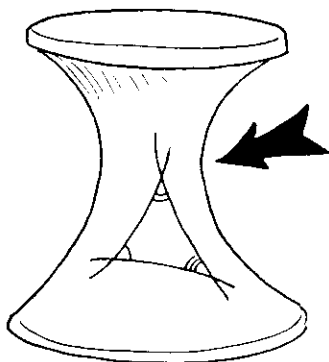
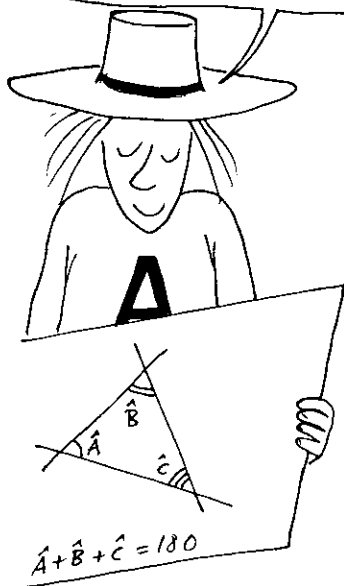
A po co jest ta rączka? Wow! ona zmniejsza przyczepność i pozwala mi od czasu do czasu zmieniać kierunek.

Dzięki temu urządzeniu, Anzelm może wykreślać LINIE GEODEZYJNE powierzchni, a przy pomocy trzech geodezyjnych, może wyznaczać TRÓJKĄTY:



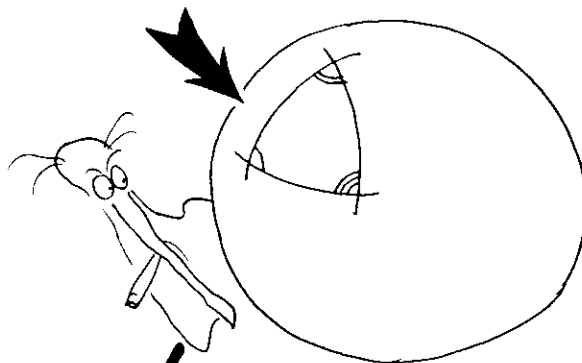
Powierzchnia jest PRZESTRZENIĄ DWUWYMIAROWĄ. To oznacza, że trzeba DWÓCH WIELKOŚCI, aby określić pozycję punktu, dwóch współrzędnych.

Zastanówmy się, w przestrzeni EUKLIDESOWEJ, suma kątów w moim trójkącie wynosi 180°

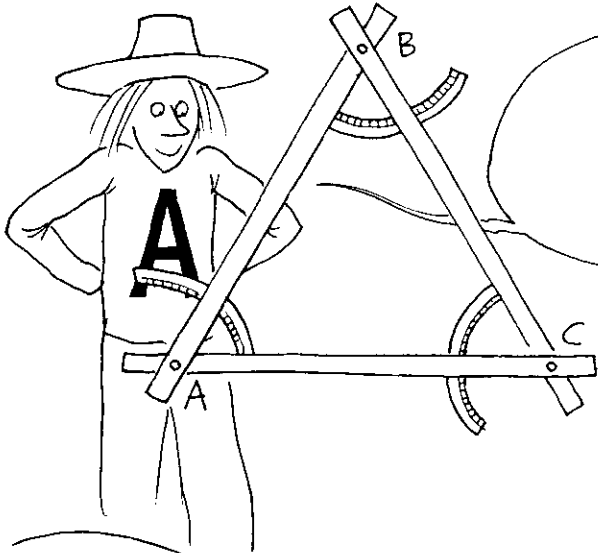


w przestrzeni o krzywiznie negatywnej, ta suma jest NIŻSZA od 180 stopni

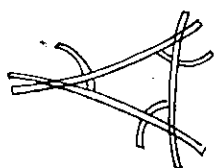
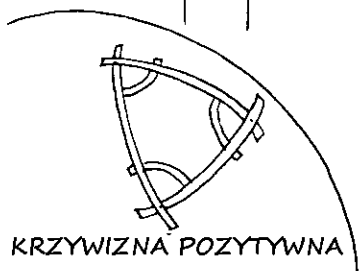
w przestrzeni o krzywiznie pozytywnej suma jest WYŻSZA niż 180 stopni



PRZESTRZENIE O ZMIENNEJ KRZYWIZNIE :



Zrobitem krzywometr.
Tworzą go trzy elastyczne blaszki, które mogą się swobodnie obracać dookoła trzech łączy: A, B, C



KRZYWIZNA POZYTYWNA

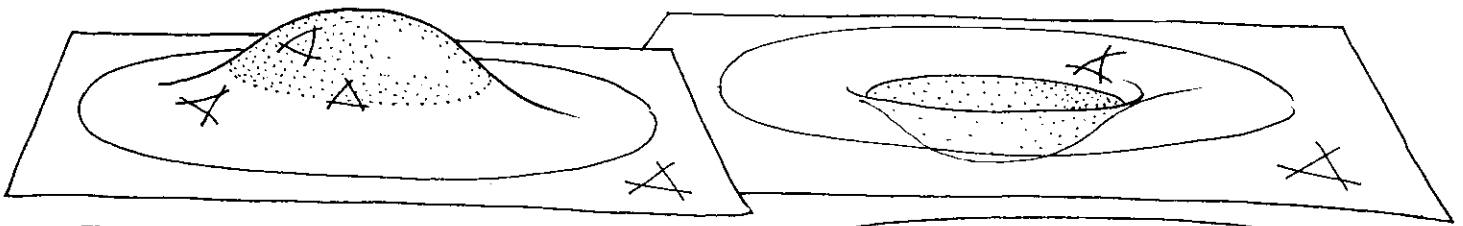
KRZYWIZNA NEGATYWNA



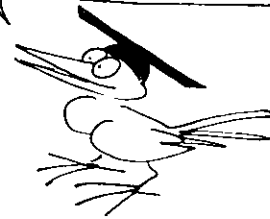
Wystarczy przyłożyć go do powierzchni i zmierzyć kąty przy pomocy trzech kątomierzy, aby poznać **KRZYWIZNĘ LOKALNĄ**

(* Aby poznać więcej szczegółów, zobacz GEOMETRIKON, tegoż samego autora, wydawnictwo BELIN.

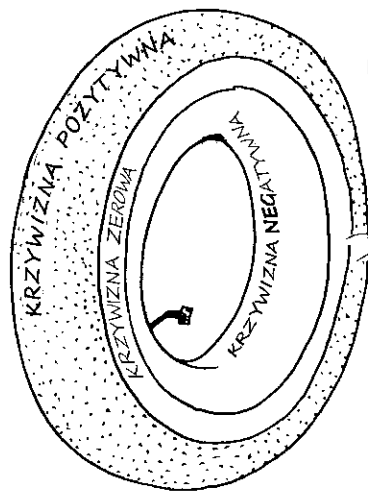
Garb, który widzimy na płaszczyźnie składa się z obszaru centralnego o krzywiznie pozytywnej, otoczonego obszarem o krzywiznie negatywnej.



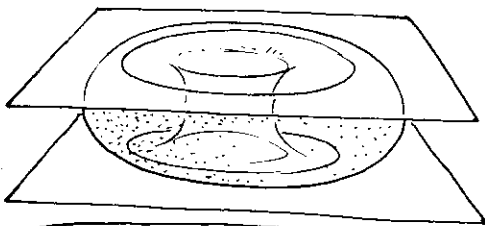
Z punktu widzenia KRZYWIZNY, WKŁĘŚKOŚĆ w niczym nie różni się od WYPUKŁOŚCI



Jeśli się nie mylę to, to jest TORUS



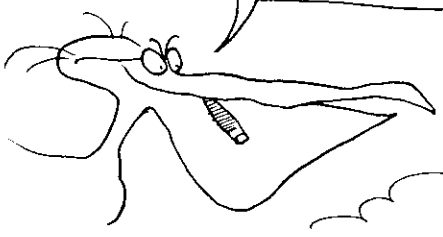
Tak, tu są dwa pasma: krzywizny pozytywnej i krzywizny negatywnej, są one oddzielone granicą, gdzie krzywizna jest zerowa



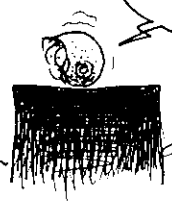
Tę ostatnią możemy wyznaczyć, wkładając torusa w sandwich pomiędzy dwie płaszczyzny

Drogi Tirezjasie, czy zdajesz sobie sprawę, że twoja skorupka jest dwuwymiarową przestrzenią o krzywiznie zmiennej?

Leon, zostaw Tirezjasa w spokoju!



uuu...




PUNKTY STOŻKOWE




Zobaczysz Anzelmie, są
jeszcze dziwniejsze rzeczy

Pośpiesz się Tirezjasie,
jestem spragniony odkrycia...

Zaczekaj
na mnie!




Widzisz Tirezjasie, **ZASIATKUJĘ** moją powierzchnię,
krzyżując linie geodezyjne, to mi da mnóstwo trójkątów



Skorupka o zmiennej krzywiznie...
ja ci pokażę !!!...

Cholera, nic kompletnie nie rozumiem !
co się dzieje dookoła punktu P ?



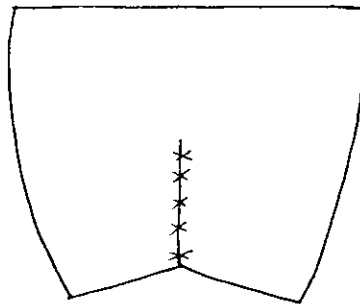
Użyj swojego krzywometra.

Co się właściwie dzieje Zosiu? jeśli trójkąt krzywometra nie zawiera punktu P, to wskazuje krzywiznę zerową

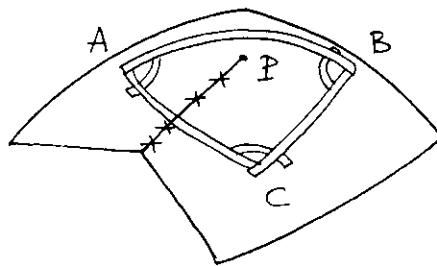
Ale jeśli punkt P jest w trójkącie, to ... jest krzywe !

To jest punkt stożkowy. Zobacz, biorę płaszczyznę, USUWAM wycinek o kącie θ , a następnie zszywam.

PŁASZCZYZNA



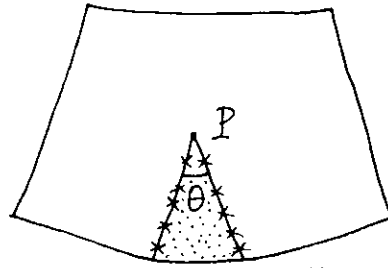
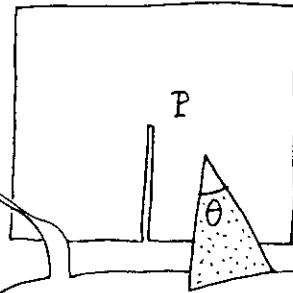
Ozyskuje stożek, który nazywamy POZYSTOŻKIEM



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

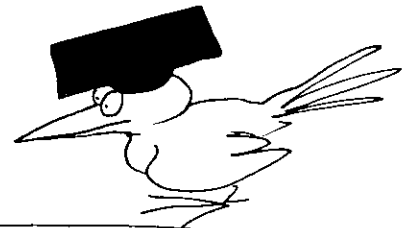
Możecie sprawdzić, używając kartonu. Papierowa taśma samoprzylepna pozwoli wam łatwo zmaterializować linie geodezyjne.

Więc dobrze, jeśli mój trójkąt zawiera wierzchołek stożka,
to suma jego kątów stale przewyższa 180° !

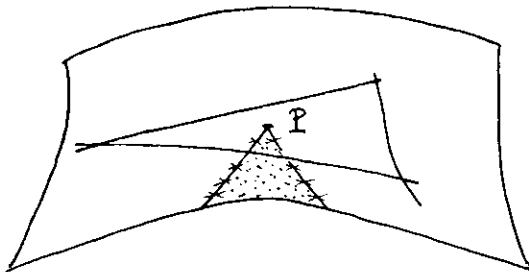


Nie tak szybko! wcześniej wycięłam
część płaszczyzny, za to teraz **DODAM**
wycinek o kącie θ .

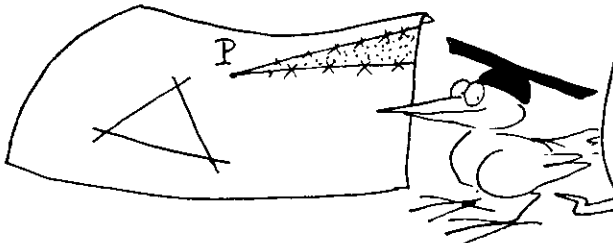
więc ... to będzie
NEGASTOŻEK ?



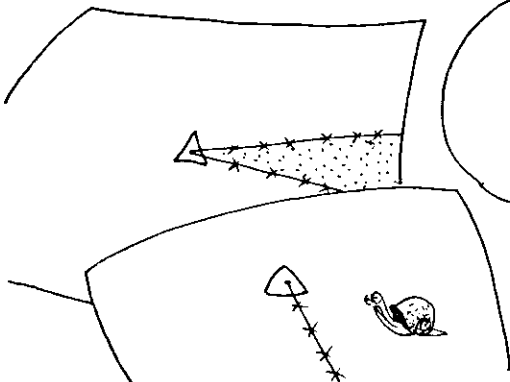
W tym przypadku, kiedy trójkąt
otacza punkt P, suma kątów
wynosi $180^\circ - \theta$!

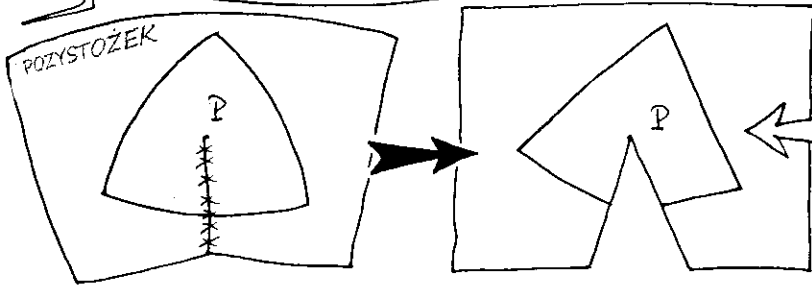


Ale tu, kiedy punkt P jest poza
trójkątem, suma wynosi 180°



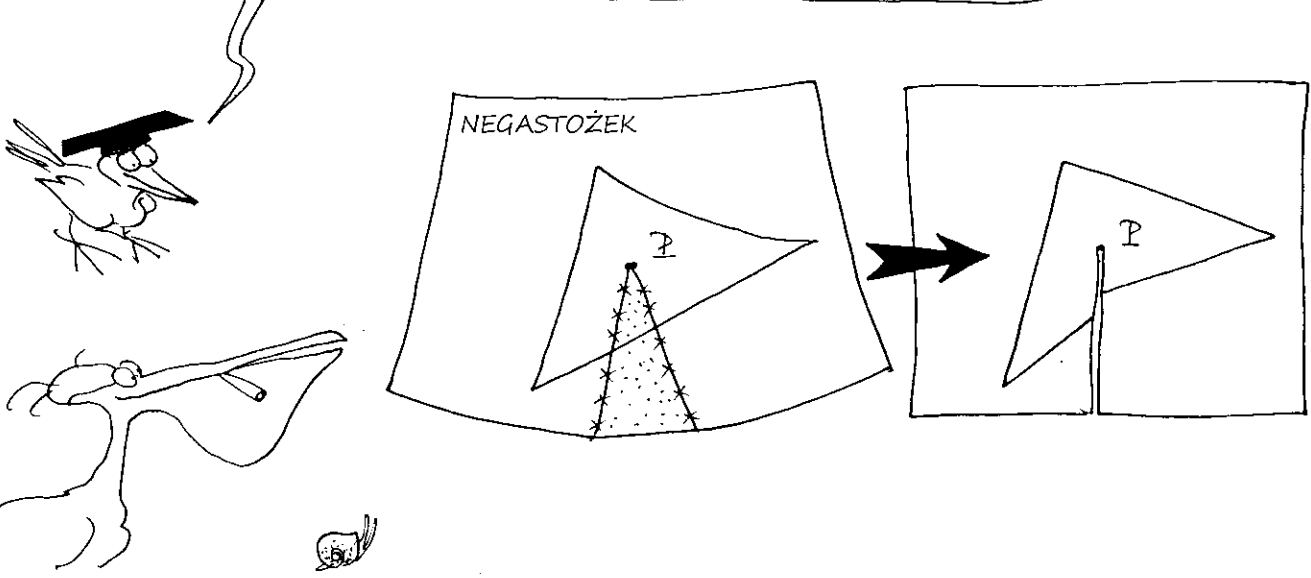
Ta właściwość stożków nie zależy
od rozmiaru trójkąta, który może być
malutki lub ogromny

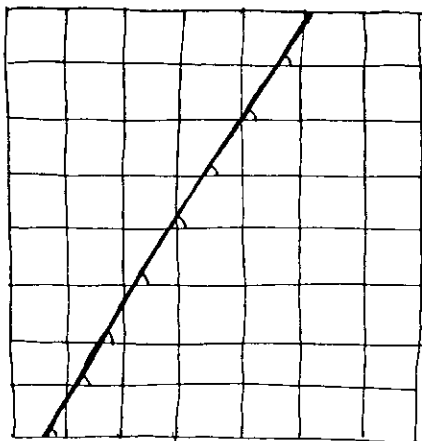




Oto rezultat operacji, przeprowadzonej przez Anzelma, w przypadku stożka o krzywiznie pozytywnej.

A w tym przypadku stożek ma krzywiznę ujemną





Weźmy **PEASKĄ** powierzchnię i zasiatkujmy ją geodezyjnymi, tworząc regularne kratki. Można powiedzieć, że wybrukowaliśmy tę powierzchnię identycznymi **PEYTKAMI**. Podążając **TRAJEKTORIA/TOREM**, przecinając boki kafelków pod tym samym kątem, zrealizujemy trasę wzdłuż linii geodezyjnej powierzchni

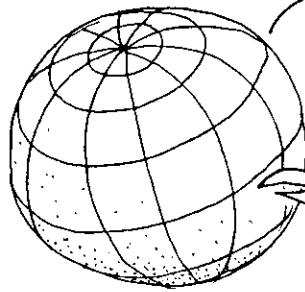
Dyrekcja

A dlaczego nie można bytoby zrobić tego na kuli ?

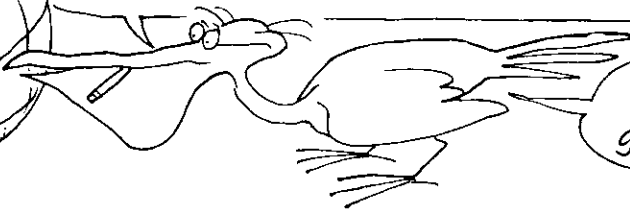
Po pierwsze, spróbuj wybrukować sferę kafelkami, hi, hi ... świetny pomysł !!! Powodzenia !

Potudniki sfery są jej geodezyjnymi. Trasa linii przecinającej potudniki pod stałym kątem, innym niż 90° , doprowadzi nas zawsze na jeden z **BIEGUNÓW** !

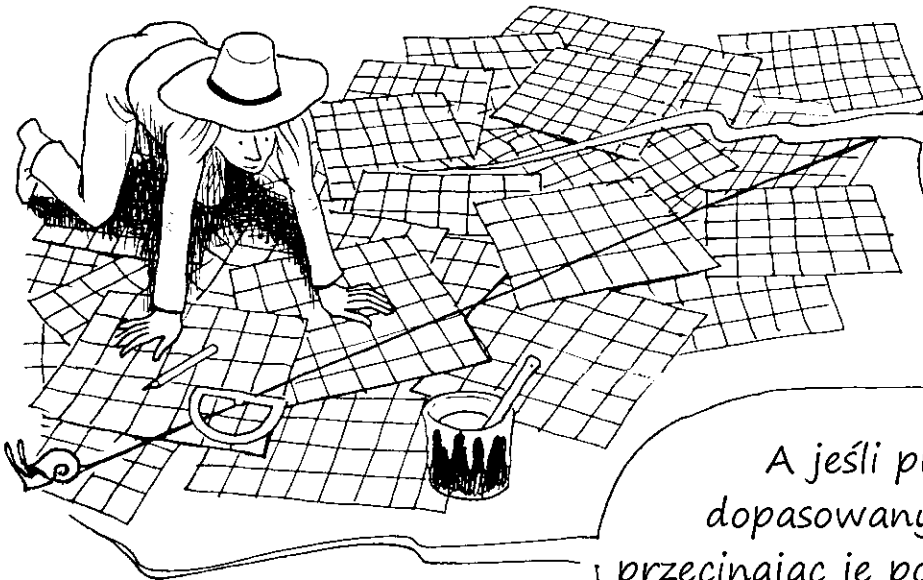
Żegluga statym kursem prowadzi na ... biegun !



Przecinając południki sfery pod kątem 90° ,
przemieszczalibyśmy się wzdłuż jej równoleżników

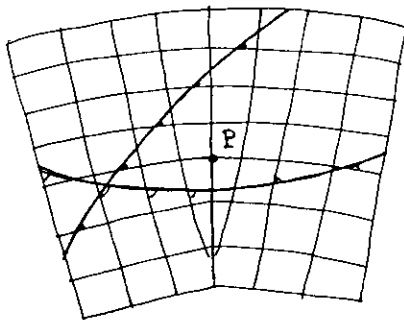


równoleżniki, które nie są
geodezyjnymi, zrozumiane! (*)

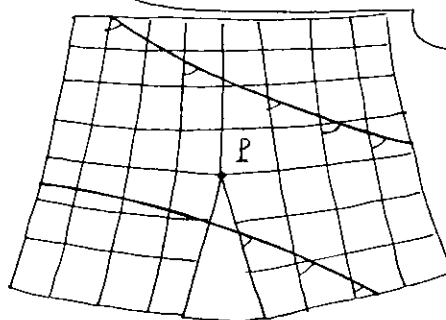


Mogę pokryć
płaszczyznę euklidesową
przy pomocy tych płaskich
pokratkowanych plansz

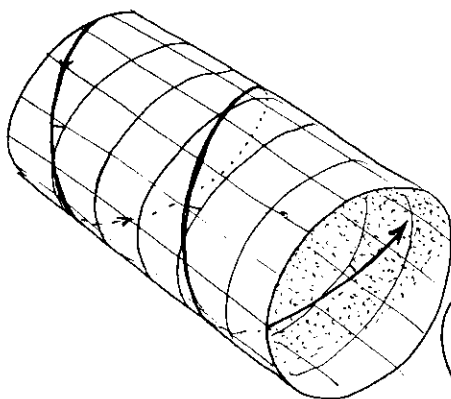
A jeśli przejdę po dobrze
dopasowanych do siebie siatkach,
przecinając je pod stałym kątem, uzyskam
geodezyjną.



POZYSTOŻEK



NEGASTOŻEK

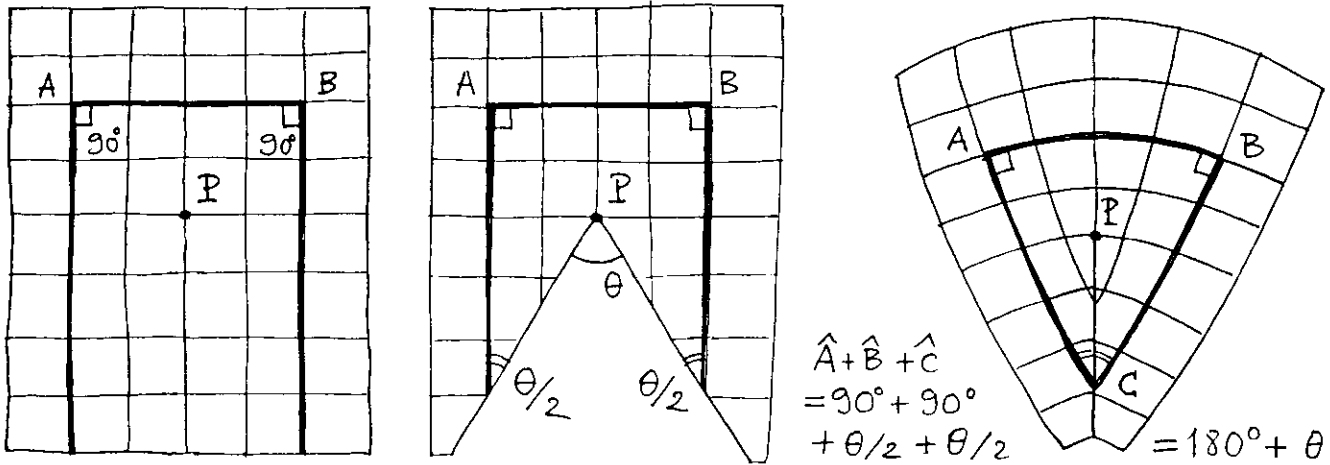


Ten prosty sposób pozwala utworzyć
geodezyjne walca, które wyglądają jak
linie śrubowe



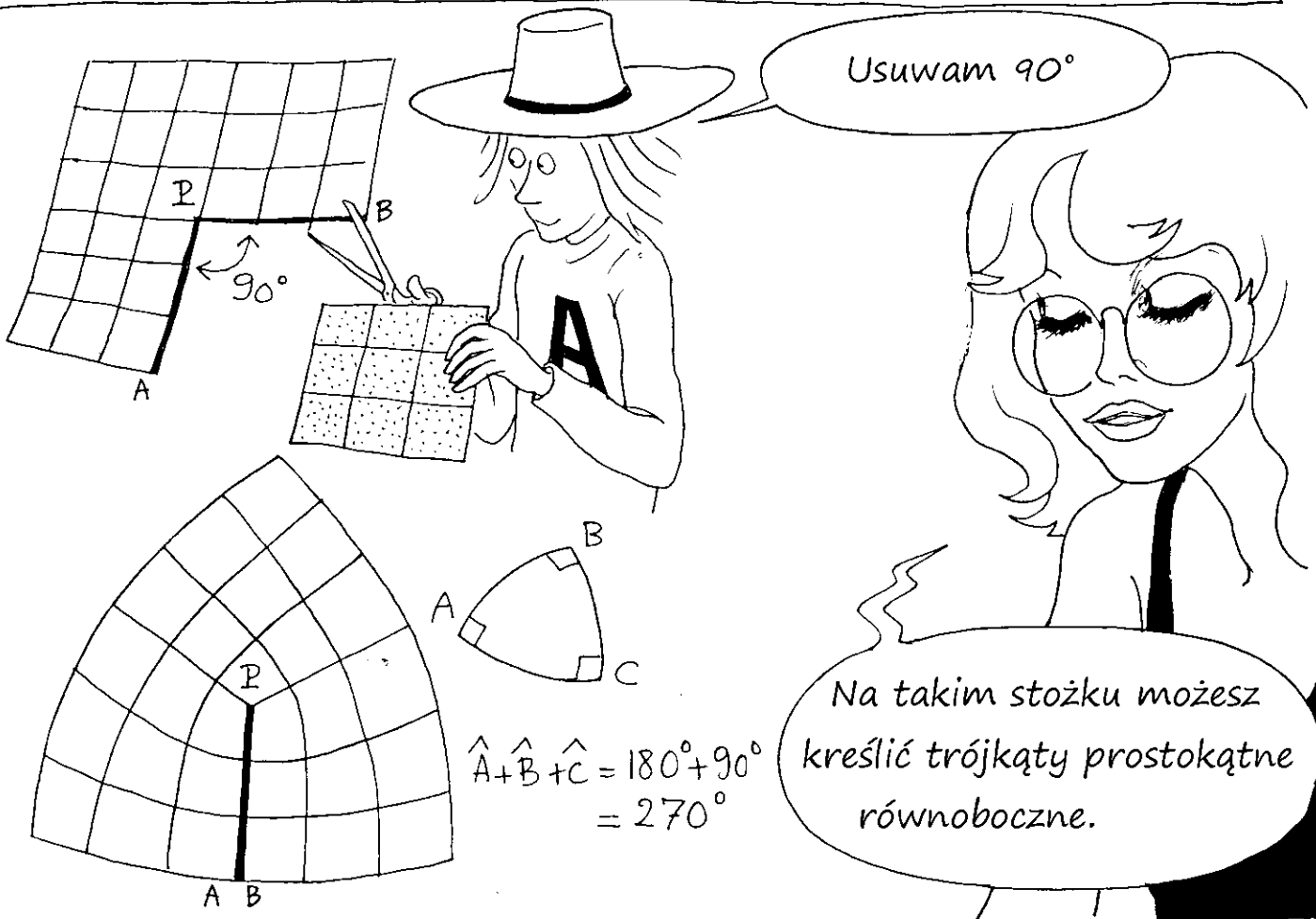
(*) Nie da się ich wykreślić na sferze przy pomocy taśmy samoprzylepnej (z wyjątkiem równika)

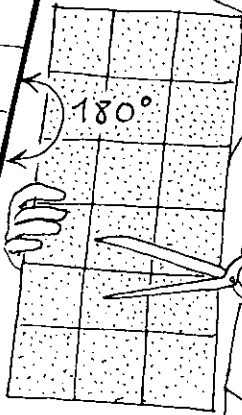
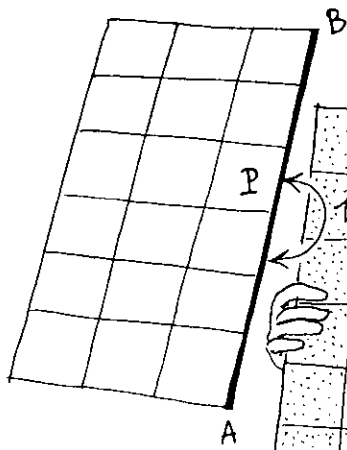
Oto dlaczego suma kątów trójkąta na pozostozku zwiększa się o kąt wycięcia θ :



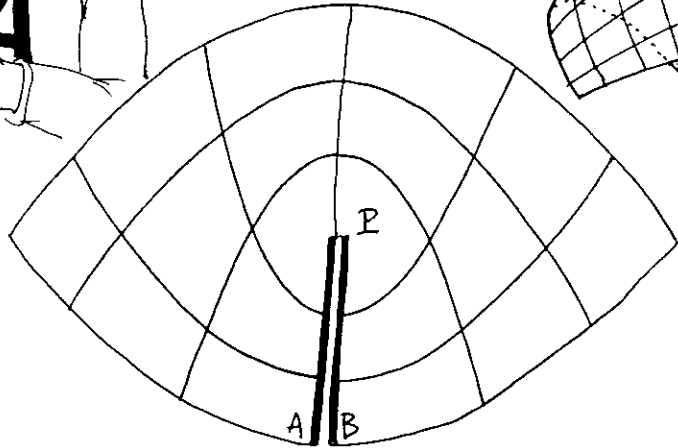
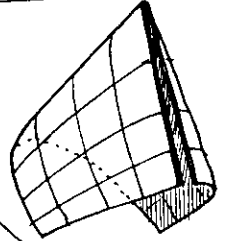
Teraz Anzelm konstruuje osobliwe stożki, w których regularność siatek może być zachowana

Dyrekcja

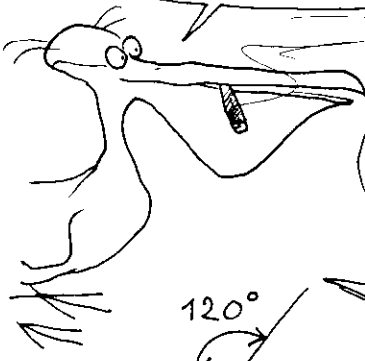




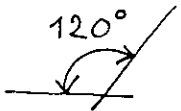
Teraz usuwam sektor 180°



Na takim stożku suma kątów trójkąta wynosi 360°



To oznacza, że przy pomocy linii geodezyjnych, można wykreślić trójkąt, który będzie miał trzy kąty równe 120° , więc kąty rozwarte.

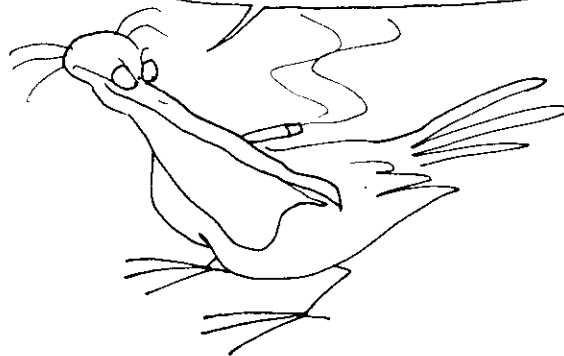


Ale mimo wszystko stożek się zamyka ?

hmm...

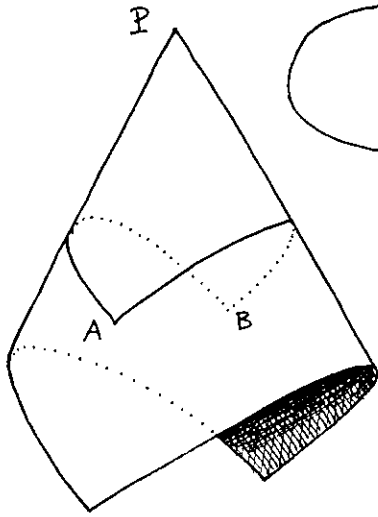


Oczywiście, drogi Tirezjasie, to ty jesteś rozwarty !

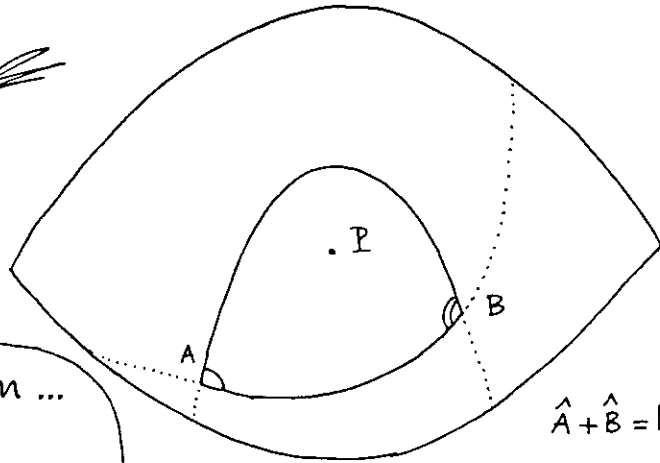


uuu...





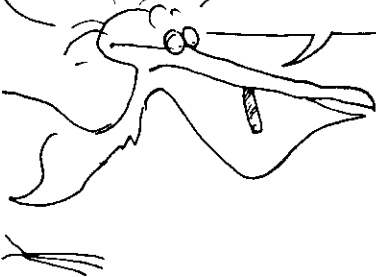
Na tym stożku można kreślić **DWUKĄTY**, których suma kątów wyniesie 180° .



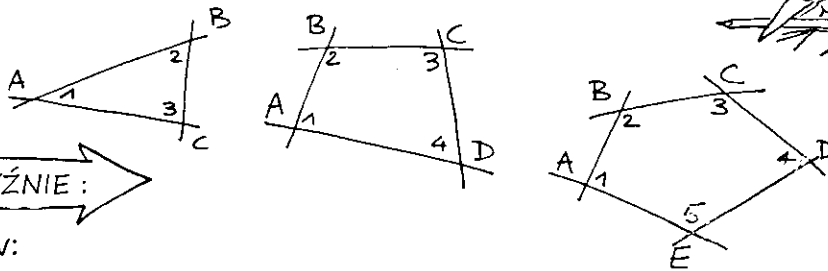
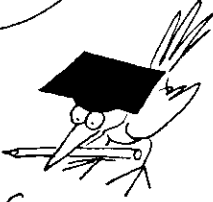
$$\hat{A} + \hat{B} = 180^\circ$$

WIDOK STOŻKA OD GÓRY

Zaczekaj! nic z tego nie rozumiem ...
Mówiliśmy o trójkątach, teraz o **DWUKĄTACH**.
Więc następnym razem dlaczego by nie o ... **MONOKĄTACH** !!?



Wszystkie te obiekty są **WIELOKĄTAMI**



W PŁASZCZYŹNIE:

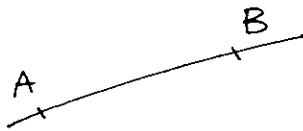
Suma kątów:

- trójkąta wynosi 180°
- czworokąta wynosi $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$
- pięciokąta wynosi $180^\circ + 180^\circ + 180^\circ = 540^\circ$

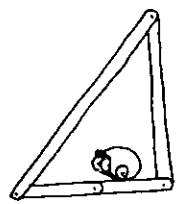
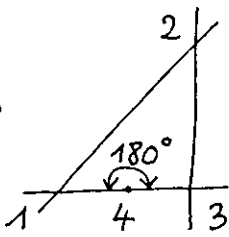
Etc ...

Zaraz padnę ...

A w przypadku **DWUKĄTA** zredukowanego do odcinka, ta suma jest zerowa



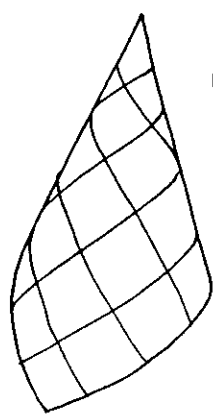
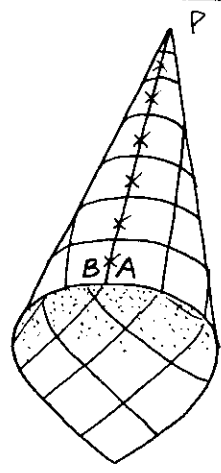
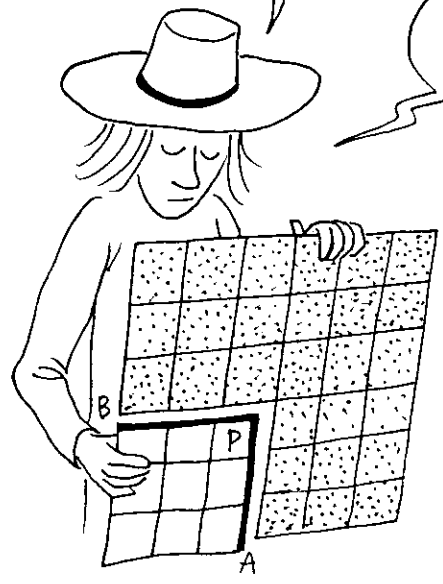
Dlaczego za każdym razem, kiedy dorzucamy wierzchołek, otrzymujemy o 180° więcej?



to powinno cię oświecić

Dobrze, więc kontynuujmy ...

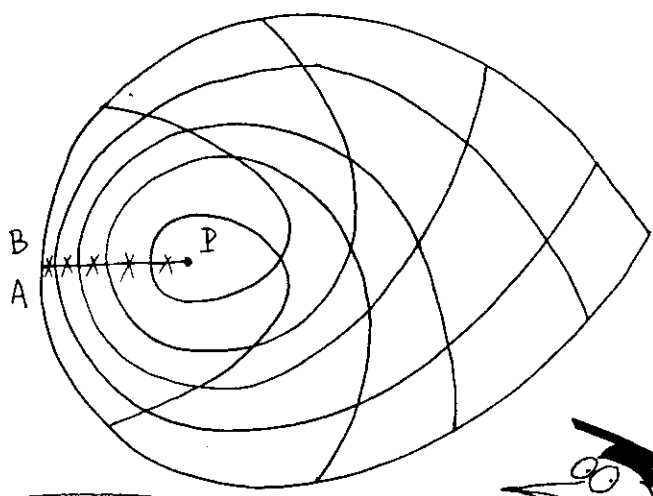
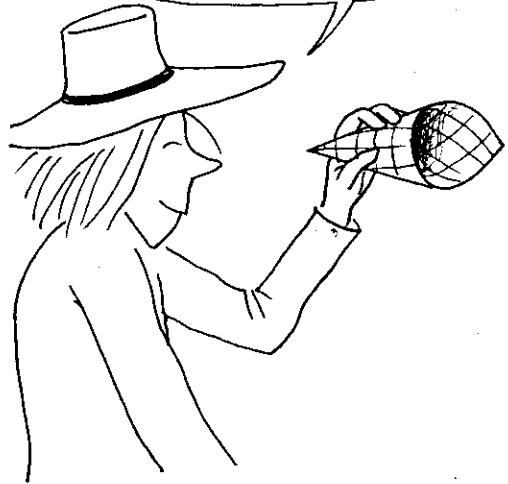
Usunę teraz trzy czwarte płaszczyzny



To wygląda jak zawinięta serwetka



A kiedy spojrzę przez końcówkę ...



To właśnie zobaczy Anzelm

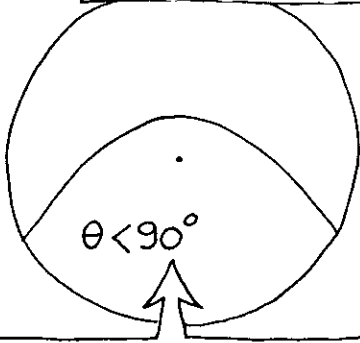


Na takim stożku każda linia geodezyjna przecina samą siebie (pod kątem prostym). Można więc kreślić tu monokąty.

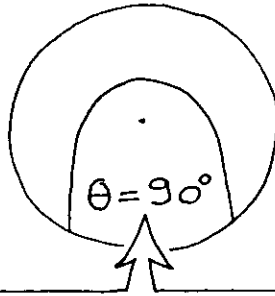
!?! a więc to była prawda!



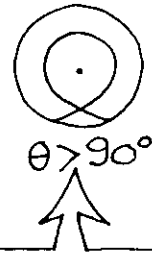
Wszystko zależy od kąta θ stożka



geodezyjne nie zamykają się



przypadek graniczny



geodezyjne zamykają się

BIEGUNY

A jeśli wyciąłbym ... wszystko?

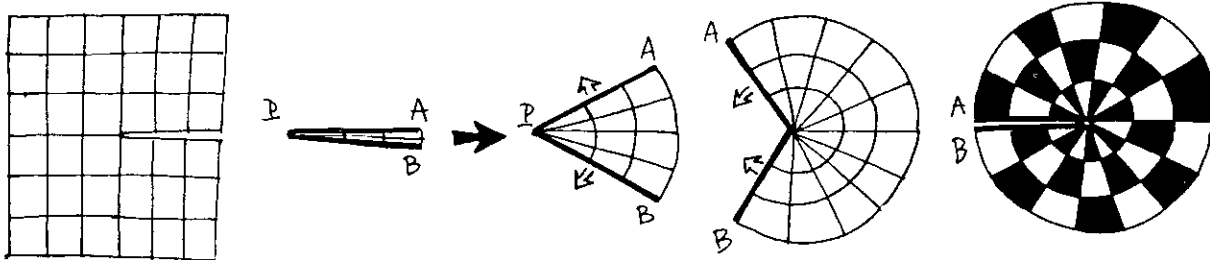
Jak to wszystko !?!



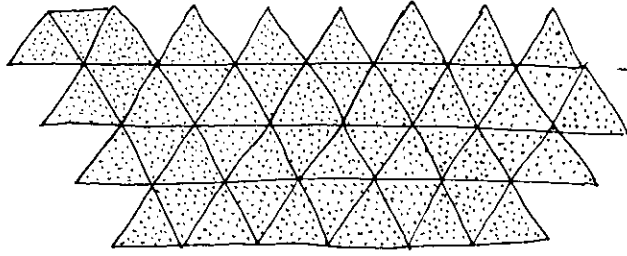
Noo ... jeśli wyciąłbym praktycznie CAŁĄ płaszczyznę



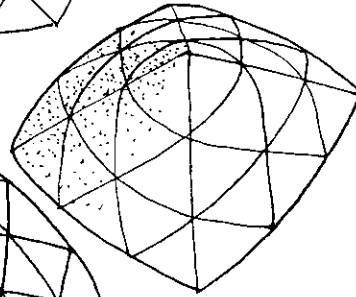
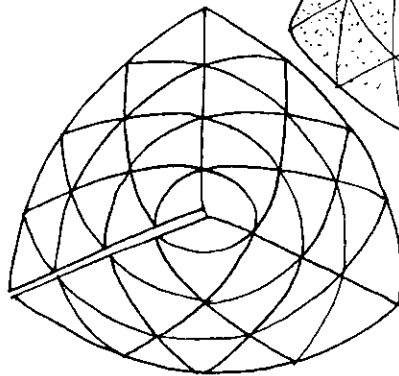
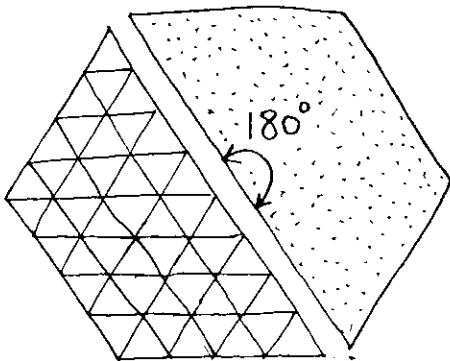
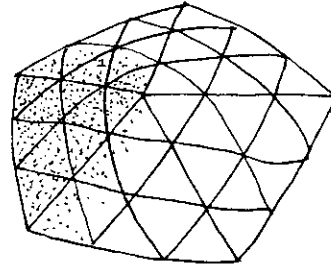
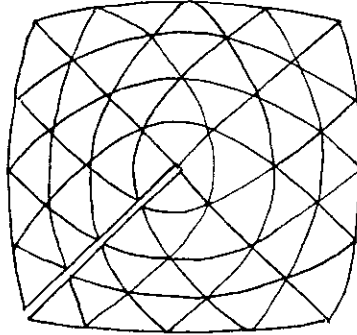
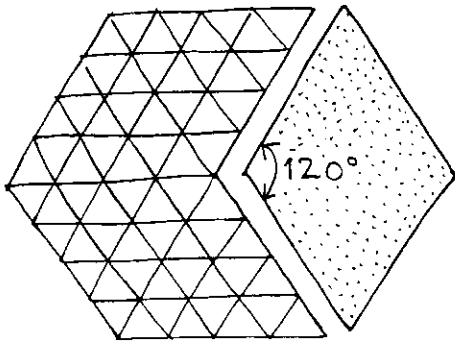
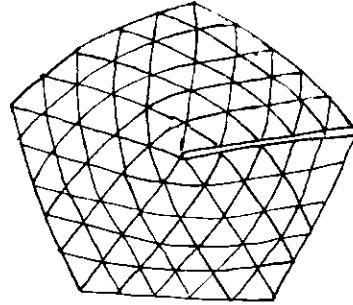
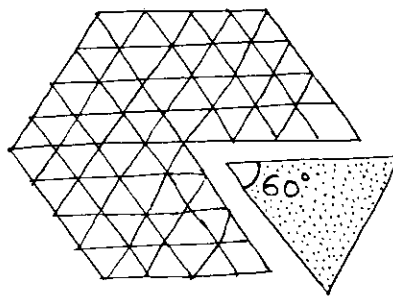
Usuwać praktycznie całą płaszczyznę i stosując tę metodę, otrzymujemy coś takiego :



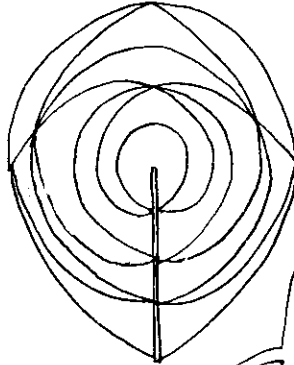
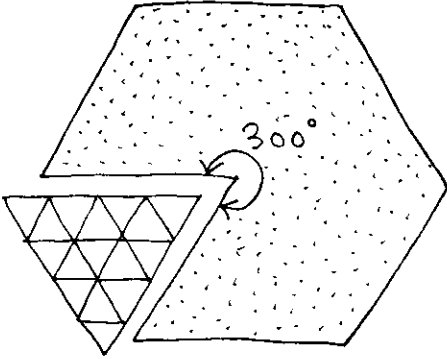
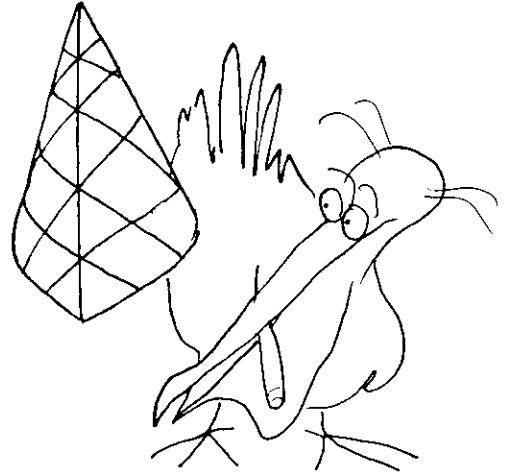
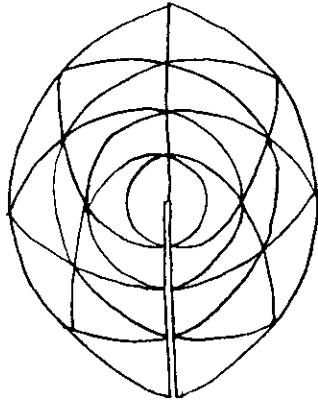
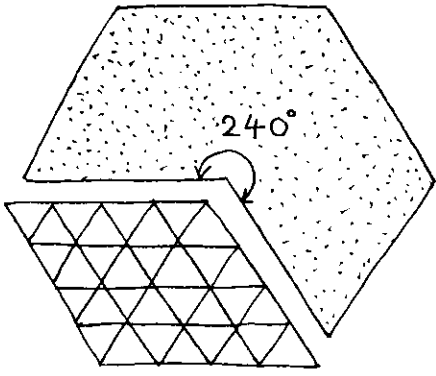
Przed chwilą wykafelkowałem dwuwymiarowe przestrzenie (powierzchnie) czworokątami. Mógłbym to równie dobrze zrobić trójkątami



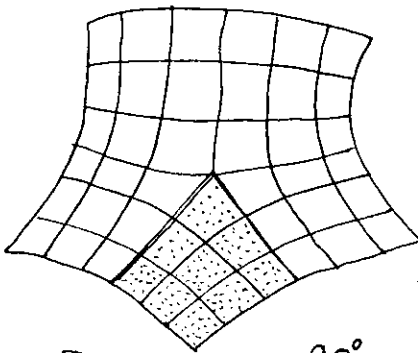
Albo ... sześciokątami



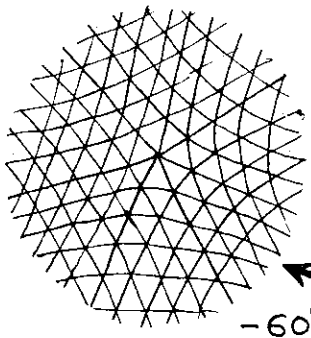
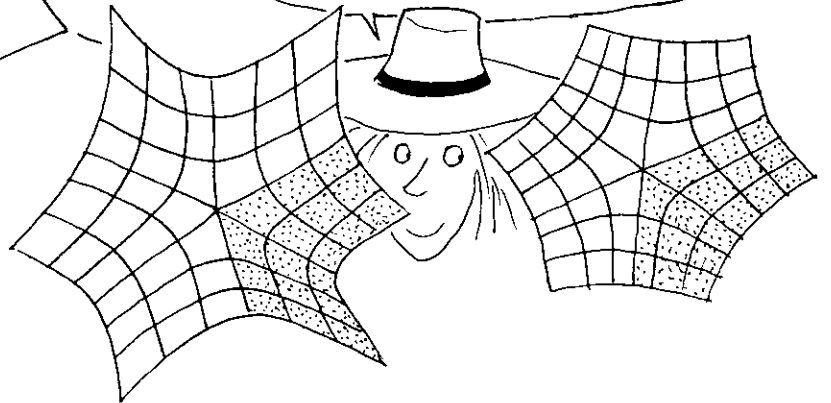
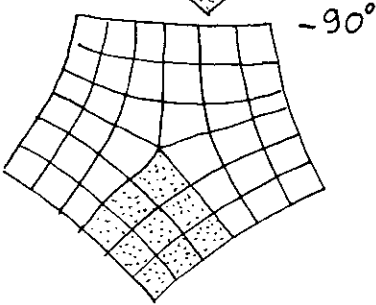
Te siatki z trójkątów równoramiennych pozwalają uzyskać stożki o kątach 60° , 120° , 180° , 240° i 300°



Dodając wycinek o kącie θ ,
tworzę krzywiznę ujemną
- θ , skoncentrowaną na
wierzchołku negastożka



Wartość krzywizny
skoncentrowanej = -180°,
etc ...



Można też zrobić
ładne negastożki
z siatek trójkątnych.



POMIAR KRZYWIZNY

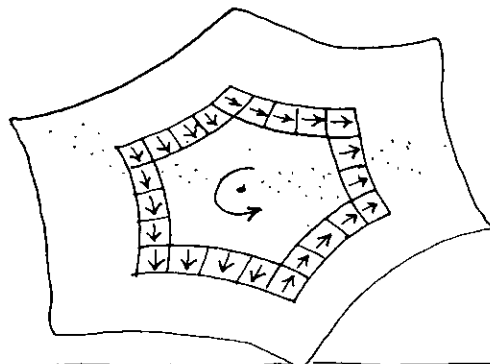
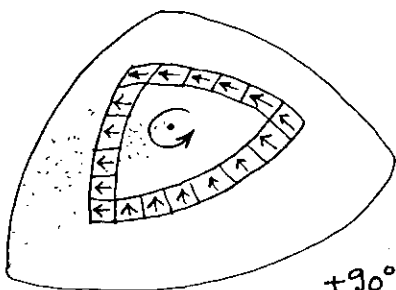
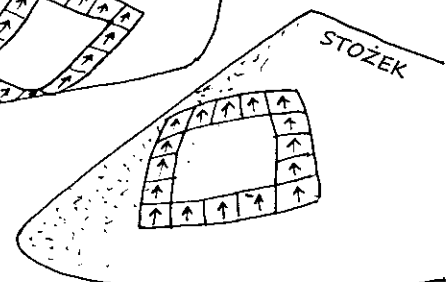
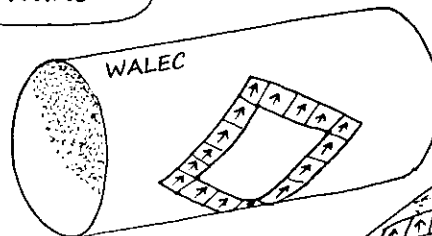
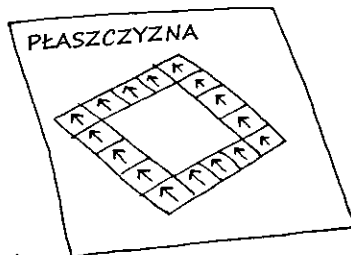
A to Anzelm, bardzo zajęty grą w klasy nowej generacji

Gra polega na otaczaniu punktu skupienia krzywizny przy pomocy kafelków, przestrzegając kontynuacji kierunku strzałek. Kiedy okrążymy punkt P , to kąt, o który obróciła się strzałka, da nam bezpośredni pomiar krzywizny Θ

Moje kafelki muszą być dobrze dopasowane

Kilka przykładów :

płaszczyzna, walec, stożek (kafelki nie otaczają wierzchołka) :
wartość krzywizny : zero



-180°
Negastożek -180°



Otoczmy punkt w jakimkolwiek kierunku. Jeśli strzałka obróci się w tym samym kierunku, to będzie oznaczano pozystożek. Jeśli w kierunku odwrotnym - negastożek.

Stworzę pozystożki mające bardzo mały kąt Θ

W pewnym sensie atomy krzywizny ...

A następnie posklejam je ze sobą

Otrzymuję powierzchnię, na której przy pomocy taśmy samoprzylepnej, będę kreślił trójkąty stworzone z geodezyjnych.

Suma kątów trójkąta przekracza 180° o wartość, która jest równa sumie kątów stożków podstawowych, których wierzchołki są zawarte w trójkącie.

Dyrekcja

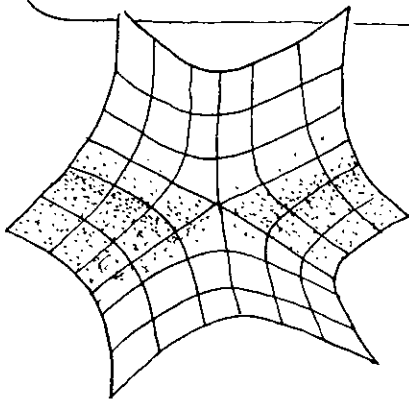
To, co zwykle nazywamy powierzchnią zakrzywioną, możnaby uznać za zbiór ogromnej ilości mikrostożków sklejonych razem.

Można również łączyć **NEGASTOŻKI**; albo **POZYSTOŻKI** z **NEGASTOŻKAMI**. W tym przypadku suma kątów trójkąta wyniesie 180° , plus wartość krzywizny, którą zawiera, obliczając algebraicznie(*)

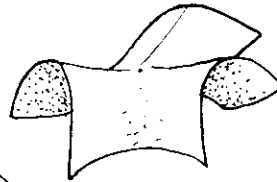
(*) plus dla pozystożka i minus dla negastożka

PATCHWORK

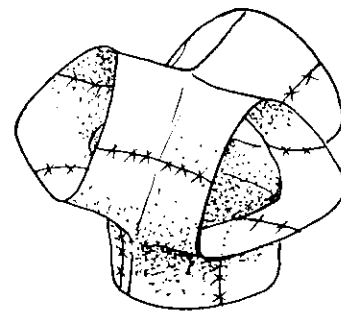
Zosiu, a co się stanie jeśli potęcę NEGASTOŹKI ?



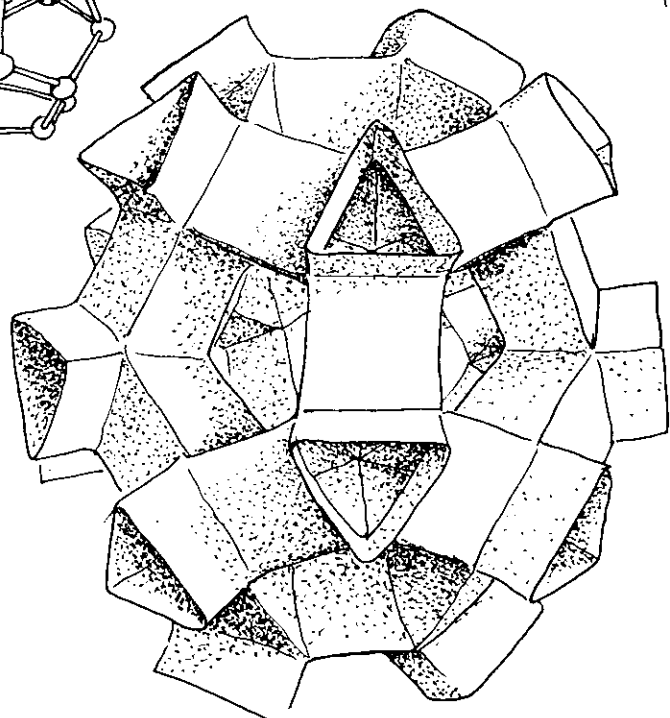
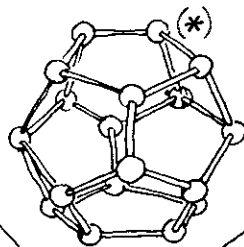
Na przykład negastożki, gdzie $\theta = 180^\circ$. Ich kontur odpowiada sześciokątowi, który miałby sześć kątów prostych

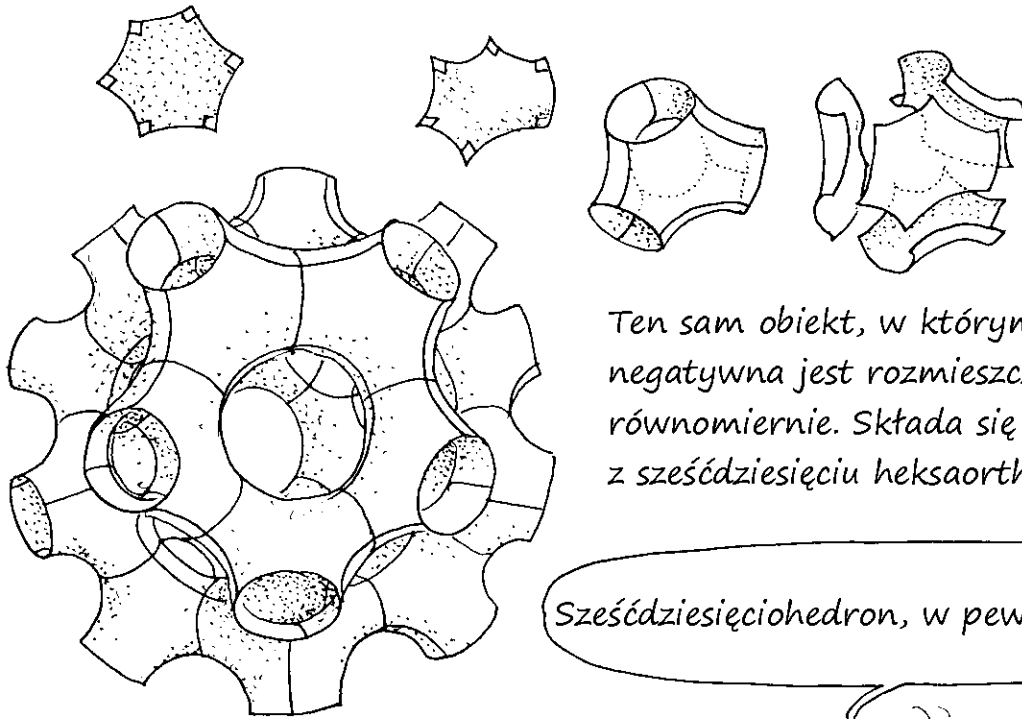


Łącząc ze sobą cztery negastożki uzyskamy taki element



Jeśli potęcysz dwadzieścia elementów, to uzyskujesz tę powierzchnię o krzywiznie negatywnej. Każdy element będzie znajdował się na jednym z dwudziestu wierzchołków DODEKADRONU (*)





Ten sam obiekt, w którym krzywizna negatywna jest rozmieszczona bardziej równomiernie. Składa się on z sześćdziesięciu heksaorthogonów.

Sześćdziesięciohedron, w pewnym sensie ...

To wygląda jak krąg
DWUNASTOŚCIANOZAURA



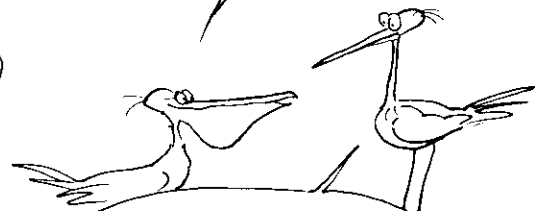
Gdybyście byli kafelkarzami
i używalibyście kafelków
heksaorthogonalnych,
to tak wyglądałaby wasza podłoga.



Wiesz co stary ... styszałem,
że modyfikując geny ślimaka,
można bytoby spowodować,
że jego skorupka ...

Ten przykład pokazuje jak
rozmieszczanie krzywizny może
wpływać na kształt obiektów.

!!!



Makabra !!!

TRZY WYMIARY

Zosiu, czy można ZOBACZYĆ krzywiznę naszej TRÓJWYMIAROWEJ przestrzeni?

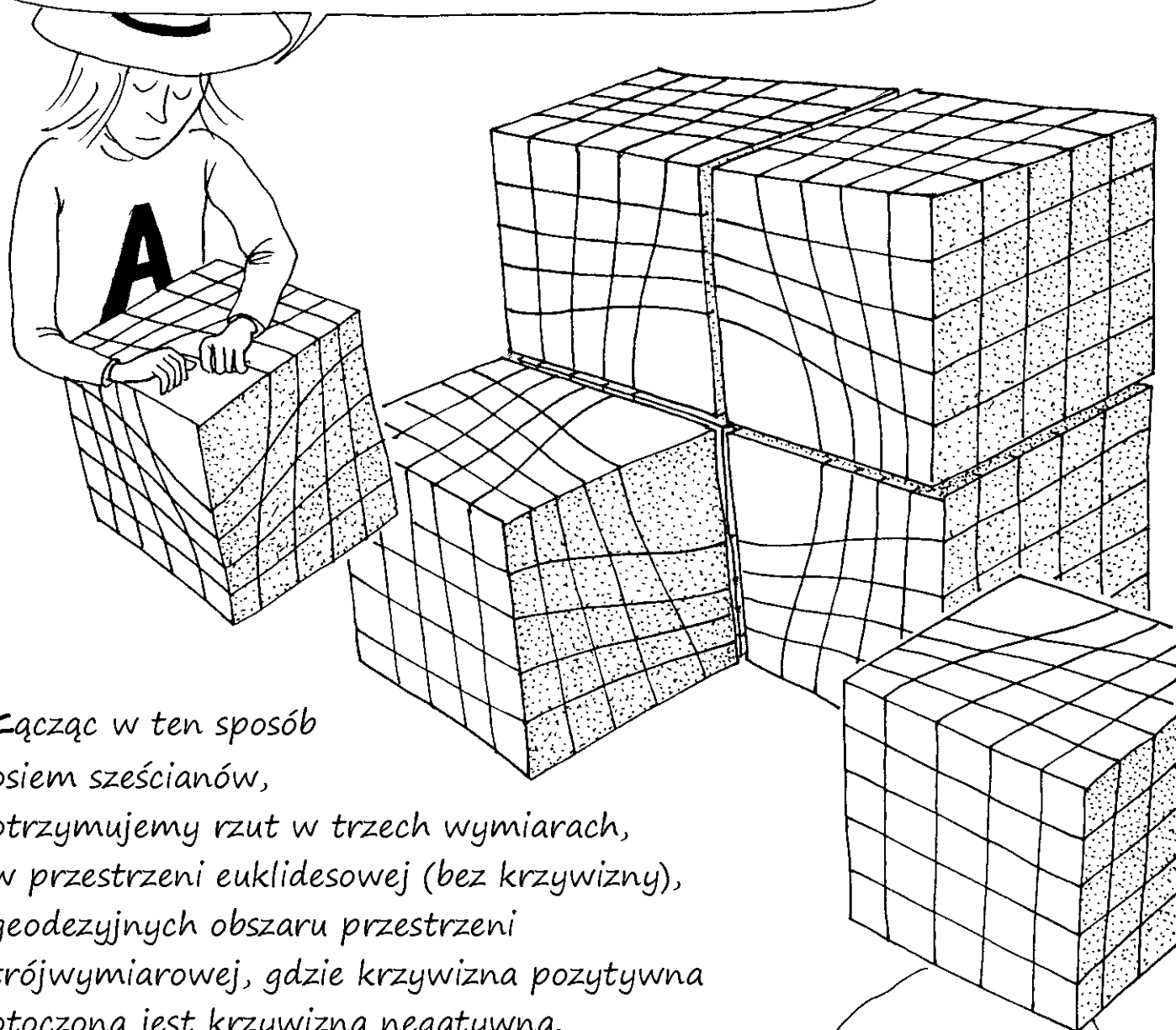
To trudne, bo żyjesz w jej wnętrzu

Jednym ze sposobów zobrazowania krzywizny powierzchni, jest rzutowanie jej geodezyjnych na płaszczyznę.

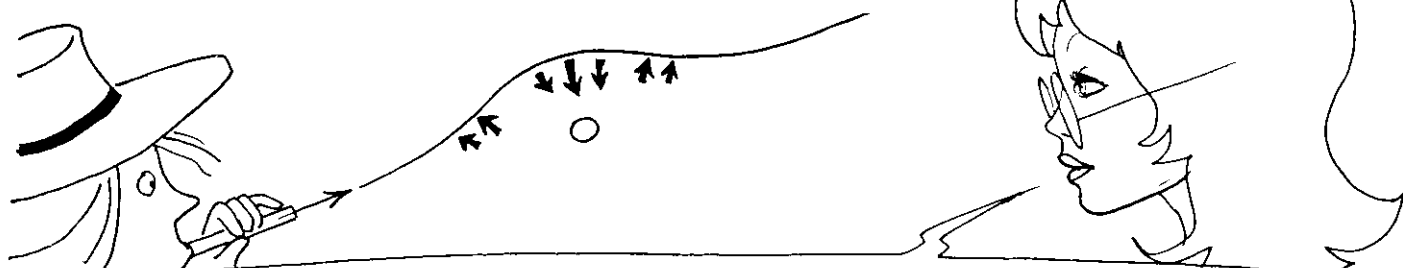
Ten "garb" odpowiada skoncentrowaniu krzywizny pozytywnej, które otacza "aureola" krzywizny negatywnej.

Przyjrzyj się teraz sześcianowi przewiązanemu sznurkiem

Teraz zsuwam sznurki, o tak :

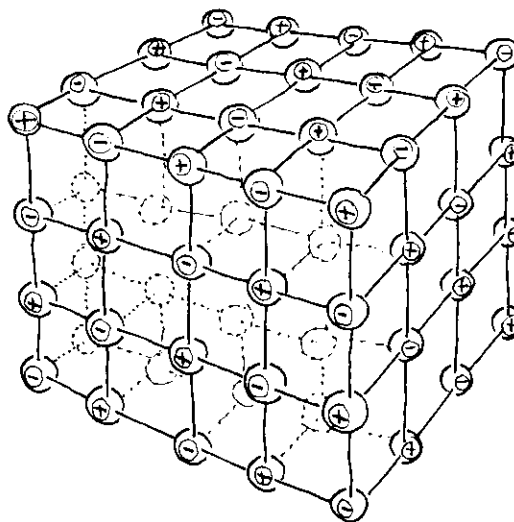
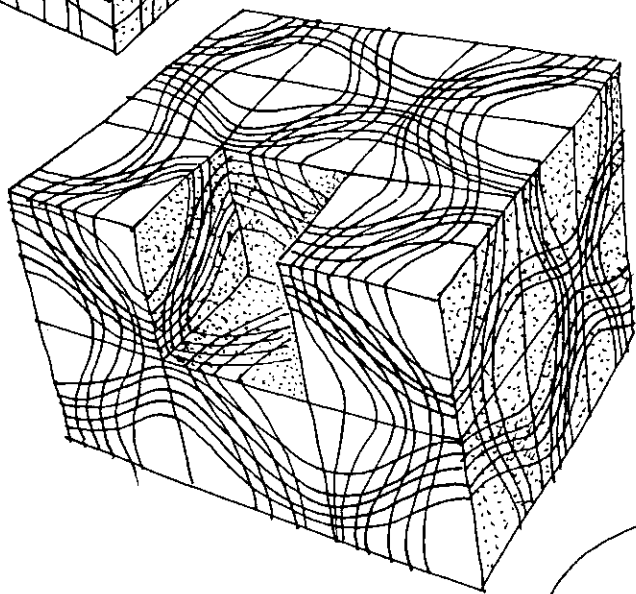
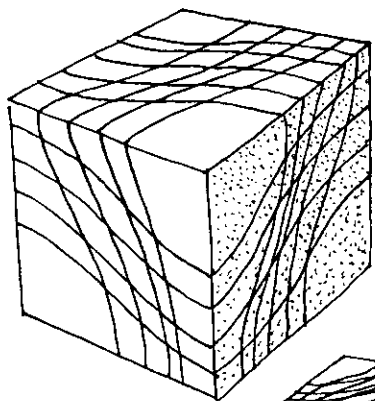


Łącząc w ten sposób osiem sześcianów, otrzymujemy rzut w trzech wymiarach, w przestrzeni euklidesowej (bez krzywizny), geodezyjnych obszaru przestrzeni trójwymiarowej, gdzie krzywizna pozytywna otoczona jest krzywizną negatywną.

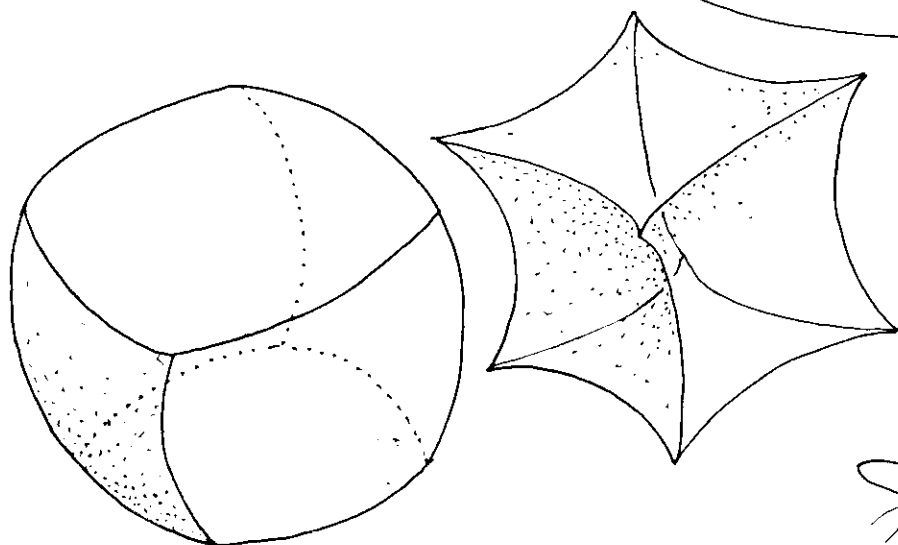


Jeśli utożsamimy geodezyjne z **TRAJEKTORIAMI**, to najpierw następuje odpychanie, potem przyciąganie i ponownie odpychanie

Zssuwając w taki sposób sznurki i dokładnie dopasowując do siebie sześciiany, stworzylibyśmy model świata składającego się z krzywizn pozytywnych i krzywizn negatywnych



Kiedy przyjrzymy mu się bliżej, to moglibyśmy go przedstawić także przy pomocy zdeformowanych sześcianów

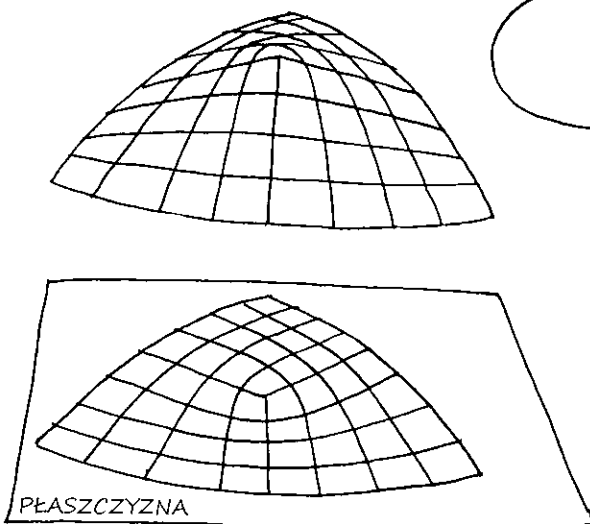


To ciekawe, mógłbym je układać jeden na drugim i wypełnić nimi przestrzeń

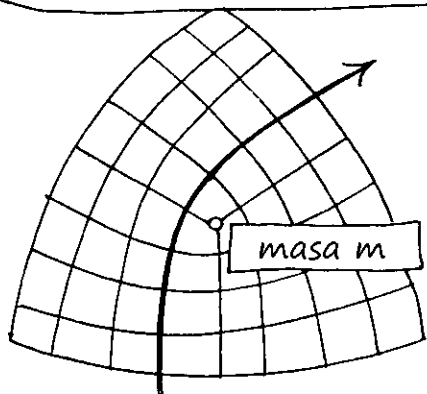


RZUTOWANIE

Mogę rzutować geodezyjne stożka na płaszczyźnie.



Te wszystkie zakrzywione linie przypominają **TRAJEKTORIE**



Stusznie!

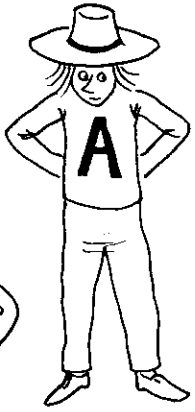
Konceptcja **OGÓLNEJ TEORII WZGLĘDNOŚCI** opiera się na zastąpieniu **MAS** lokalnymi zmianami krzywizny w przestrzeni.

Czy chcesz przez to powiedzieć, że masa jest kątem?!?

Hi Hi !.. poproszę TT/8 ... ziemniaków !



Tak, jeżeli założymy, że masy są skoncentrowaniami krzywizny



W sumie, panie Albercie, chce pan powiedzieć, że zakrzywienia trajektorii spowodowane **SILAMI**, są tylko efektem **RZUTOWANIA**, na nasz zwykły świat, trajektorii wykreślonej na innej powierzchni i będącej jej **GEODEZYJNĄ**.

i znowu metafizyka !

ależ nie, to jest geometria

Dam ci przykład. Wyobraź sobie, że jesteśmy w kapsule kosmicznej, na orbicie otaczającej Ziemię

Wymykamy się więc przyciąganiu ziemskiemu

o nie !

i ommmm

Zagrajmy w coś, w rodzaju bilardu

Ten "stół bilardowy" składa się z dwóch identycznych, przezroczystych i równoległych powierzchni. Powierzchnie te są pełne fałd i nierówności.

Co umożliwia wdmuchnięcie małych kulek pomiędzy nie i obserwowanie ich trajektorii

Trajektorie nie zależą od prędkości początkowej v , która jest zachowana podczas całego ruchu

Dyrekcja

W tym konkretnym przypadku, odkrywamy, że wszystkie możliwe trajektorie są **GEODEZYJNYMI**. (jeśli działałoby przyciąganie ziemskie, to nie byłoby to prawdą)

Patrzcie, lampa rzutuje trajektorie na podłogę naszej kapsuły kosmicznej!

Ktoś, kto widziałby tylko te cienie, pomyślałby, że obiekty, które zmieniają miejsce na **PEASZCZYŹNIE** ulegają **POLU SIŁ**. Ale tu, to jest jedynie kwestią krzywizny powierzchni.

Kiedy obserwuję tor komety dookoła Słońca i zakładam, że leci ona w trójwymiarowej przestrzeni euklidesowej, bez krzywizny, to mógłbym powiedzieć, że ta kometa podąża za **GEODEZYJNĄ** w jakiejś innej przestrzeni, w której ... porusza się **PROSTO** !!!!

dostrzegamy jedynie cień rzeczy

to mi zabrzmiało bardzo platońsko, drogi Tirezjasie

Można iść tylko **PROSTO** !

ŚWIATŁO również podąża za geodezyjną

Zabawne są te geodezyjne.
Kiedy rzutuje się je pod innym kątem,
to wcale nie wyglądają tak samo.

?!?

Tirezjasie !

Dobrze, dobrze ...

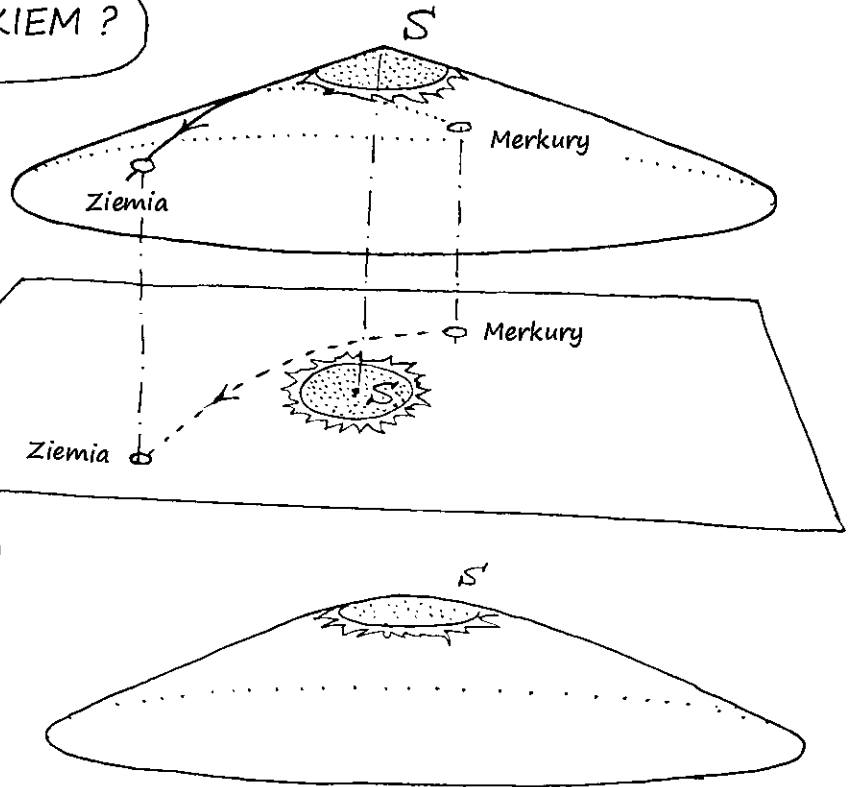


MASA - MATERIA

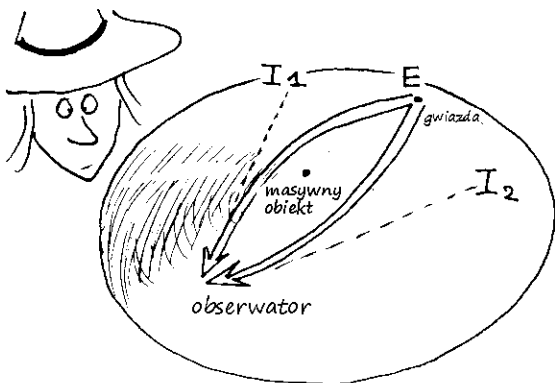
A więc, Słońce jest ... STOŻKIEM ?



Wiadomo, że Słońce zakrzywia tor promieni świetlnych pochodzących z Merkurego



Myślmy, że przestrzeń w otoczeniu Słońca jest PŁASKA. Za to Słońce, samo w sobie, reprezentuje pewną ilość krzywizny poprzez znaczącą masę. A ponieważ to ciało niebieskie nie jest masą punktową, musielibyśmy przedstawić ten obszar przestrzeni przy pomocy obtego stożka :



Ekstremalnie masywne obiekty mogą wykrzywić przestrzeń w takiej mierze, że obserwator będzie mógł dostrzec DWA obrazy I_1 i I_2 tej samej gwiazdy E. To efekt SOCZEWKI GRAWITACYJNEJ, który został niedawno potwierdzony przez obserwację.

Masy atomów, cząsteczek, stanowią ogólną krzywiznę Wszechświata.

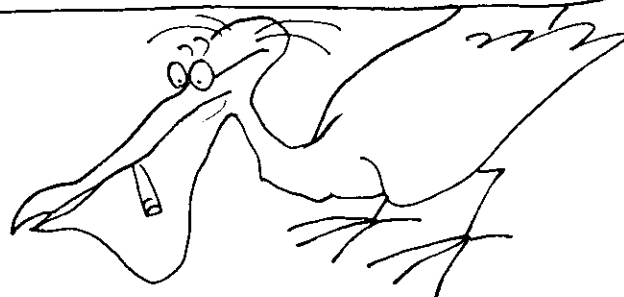
Więc dajemy **MASIE** znaczenie **GEOMETRYCZNE**

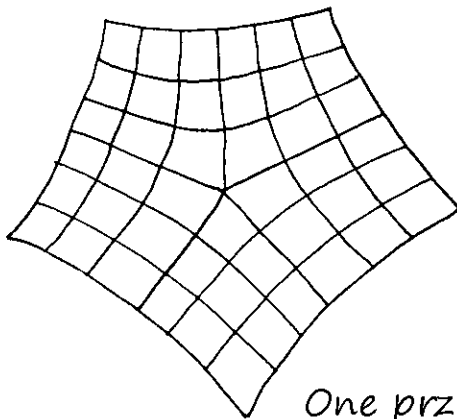
Ale między atomami jest jednak ... **PRÓŻNIA** ?

albo już kompletnie nic z tego nie rozumiem ...

Jedynie ... geometria !!?!

Ależ nie, drogi kolego, ta stara przeciwstawność między materią i próżnią jest całkowicie przedawniona; w naszych czasach liczy się tylko ... geometria.





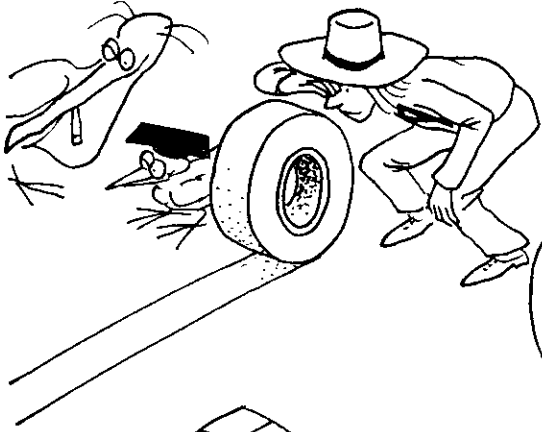
One przywołują na myśl "masy negatywne", generujące siły odpychania. Wszechświat wypełniony negatywnymi masami, byłby bardzo dziwny.

Zamiast galaktyk czy gwiazd, byłoby dużo "banierek", wielkich próżni. I faktycznie wydaje się, że to właśnie w taki sposób rozmieszczają się skupiska galaktyk, kształtując dziwną tkankę komórkową, w której każda komórka ma rozmiar około 200 milionów lat świetlnych.

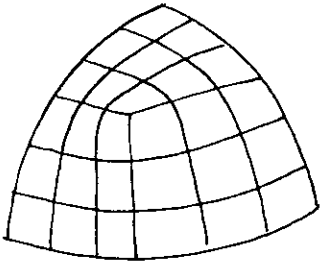


Siły grawitacji mogłyby więc okazać się odpychające między bardzo oddalonymi od siebie masami.

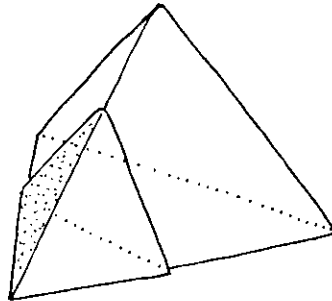
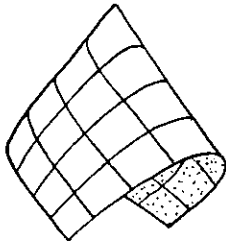
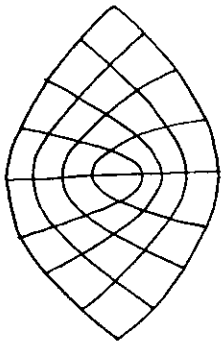
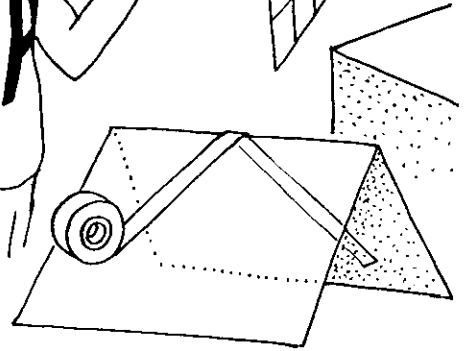
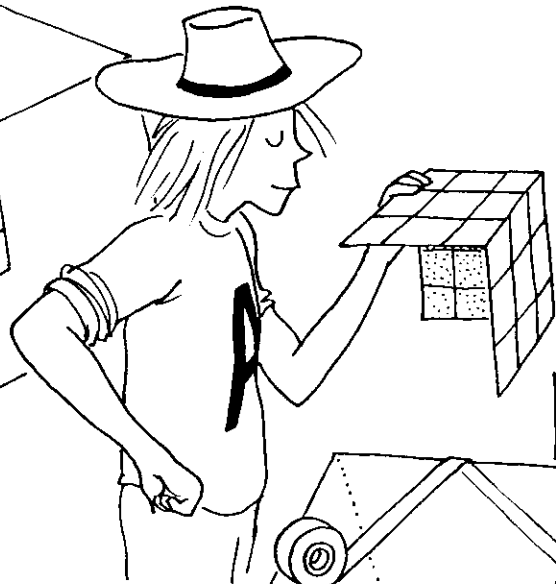
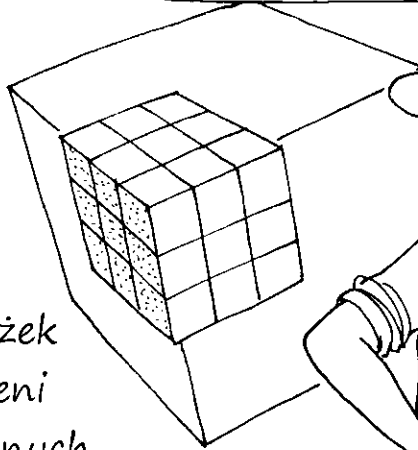
WIEŁOŚCIANY



Anzelmie, użyj znowu taśmy, żeby
wykreślić geodezyjne powierzchnie



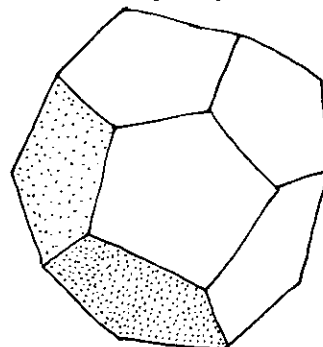
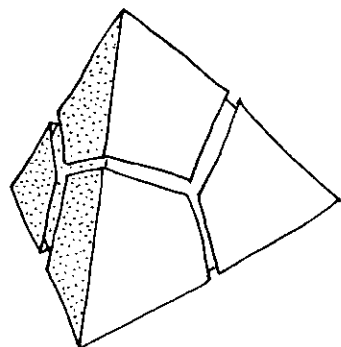
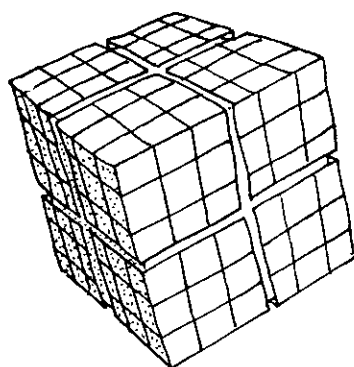
Jeśli zagniemy ten stożek
($\theta = 90^\circ$), to nie zmieni
to wcale jego geodezyjnych
i będzie idealnie pasował
na wierzchołek sześcianu



Podobnie, możesz zrobić trzy
zagięcia na stożku ($\theta = 180^\circ$),
aby uzyskać wierzchołek
czworościanu foremnego.



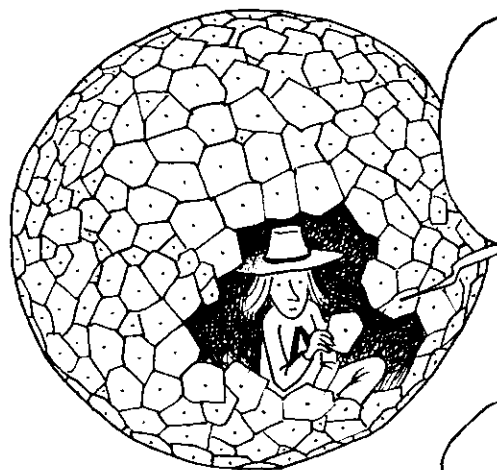
PRZESTRZEŃ MUSI BYĆ OTWARTA ALBO ZAMKNIĘTA



Osiem stożków ($\theta = 90^\circ$)
umożliwia stworzenie
SZEŚCIANU
 $90 \times 8 = 720^\circ$

Cztery stożki ($\theta = 180^\circ$)
umożliwiają stworzenie
CZWORÓŚCIANU
 $180 \times 4 = 720^\circ$

20 stożków ($\theta = 36^\circ$)
umożliwia stworzenie
DWUNASTOŚCIANU
 $20 \times 36^\circ = 720^\circ$



Łącząc możliwie jak najbardziej regularnie ilość N mikrostożków o kącie θ stwierdzam, że kiedy $N \times \theta = 720^\circ$, to uzyskuję ... kulę!

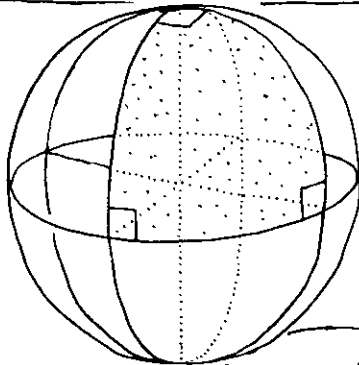
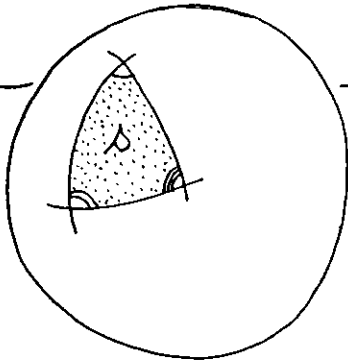
To normalne, ponieważ
KRZYWIZNA CAŁKOWITA
kuli wynosi 720°

A teraz wytaż
stamtąd kochanie



Krzywizna na kuli jest rozmieszczona równomiernie. Dlatego suma kątów, wykreślonego na niej trójkąta, jest równa $180^\circ + 720^\circ \times \frac{s}{S}$, gdzie s jest powierzchnią trójkąta, a S powierzchnią kuli. Druga wielkość : $720 \times \frac{s}{S}$ przedstawia ILOŚĆ KRZYWIZNY zawartej w trójkącie.

Dyrekcja ()*



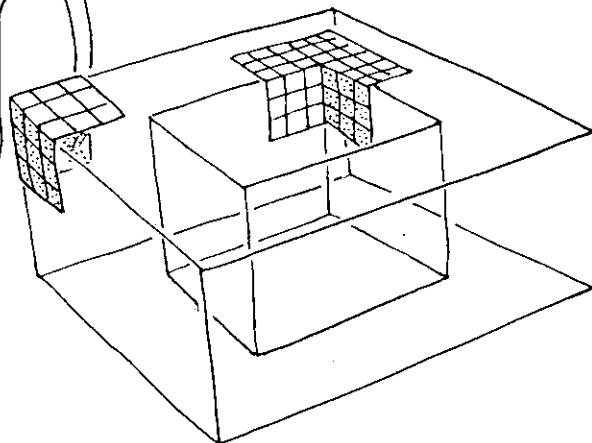
Przykład: ten trójkąt zajmuje jedną ósmą powierzchni kuli
 $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ + \frac{720^\circ}{8} = 270^\circ$

Niesamowite!..

Analogicznie, jeśli średnia gęstość w naszej trójwymiarowej przestrzeni (to znaczy ilość krzywizny na jednostkę objętości) przekroczy 10^{-29} g/cm^3 , to ta przestrzeń **ZAMKNIĘ SIĘ NA SAMEJ SOBIE**

Panie Albercie, a ile wyniesie krzywizna całkowita TORUSA ?

To proste Anzelmie, możesz go przedstawić tak :
 ośmioma pozystożkami ($\theta = +90^\circ$)
 i ośmioma negastożkami ($\theta = -90^\circ$)



(*) Twierdzenie GAUSSA

Suma szesnastu kątów,
szesnastu krzywizn jest zerowa.
KRZYWIZNA CAŁKOWITA TORUSA
wynosi więc ... **ZERO.**

Jaa, gut ...

Każdy obiekt
o topologii sfery
ma **KRZYWIZNĘ**
CAŁKOWITĄ równą
 720° , to znaczy 4π

torus mający N dziur, **FOUGASSE**^(*), będzie
miał krzywiznę całkowitą równą $-4\pi(N-1)$ (każda dziura dorzuca -4π)

A jeśli stworzysz obiekt zamknięty sam na sobie,
o formie wielościanu, sumując wszystkie krzywizny
skoncentrowane w jego wierzchołkach, będziesz
mógł określić jego krzywiznę całkowitą.

Tirezjasie,
co robisz stary?

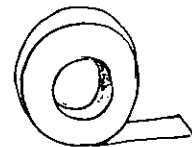
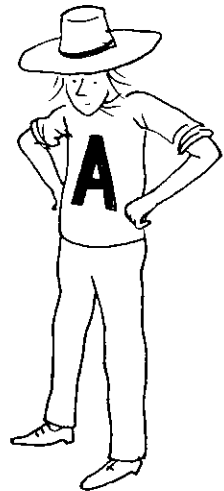
Szukam swojej
krzywizny całkowitej

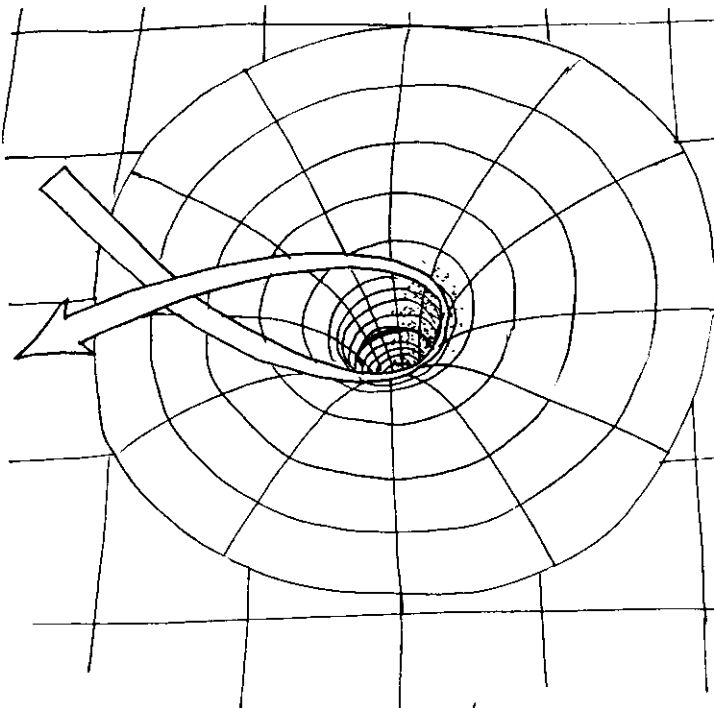
(*)FOUGASSE [fugas] jest rodzajem chleba z południowej Francji.

PIERWSZE SPOTKANIE Z CZARNĄ DZIURĄ

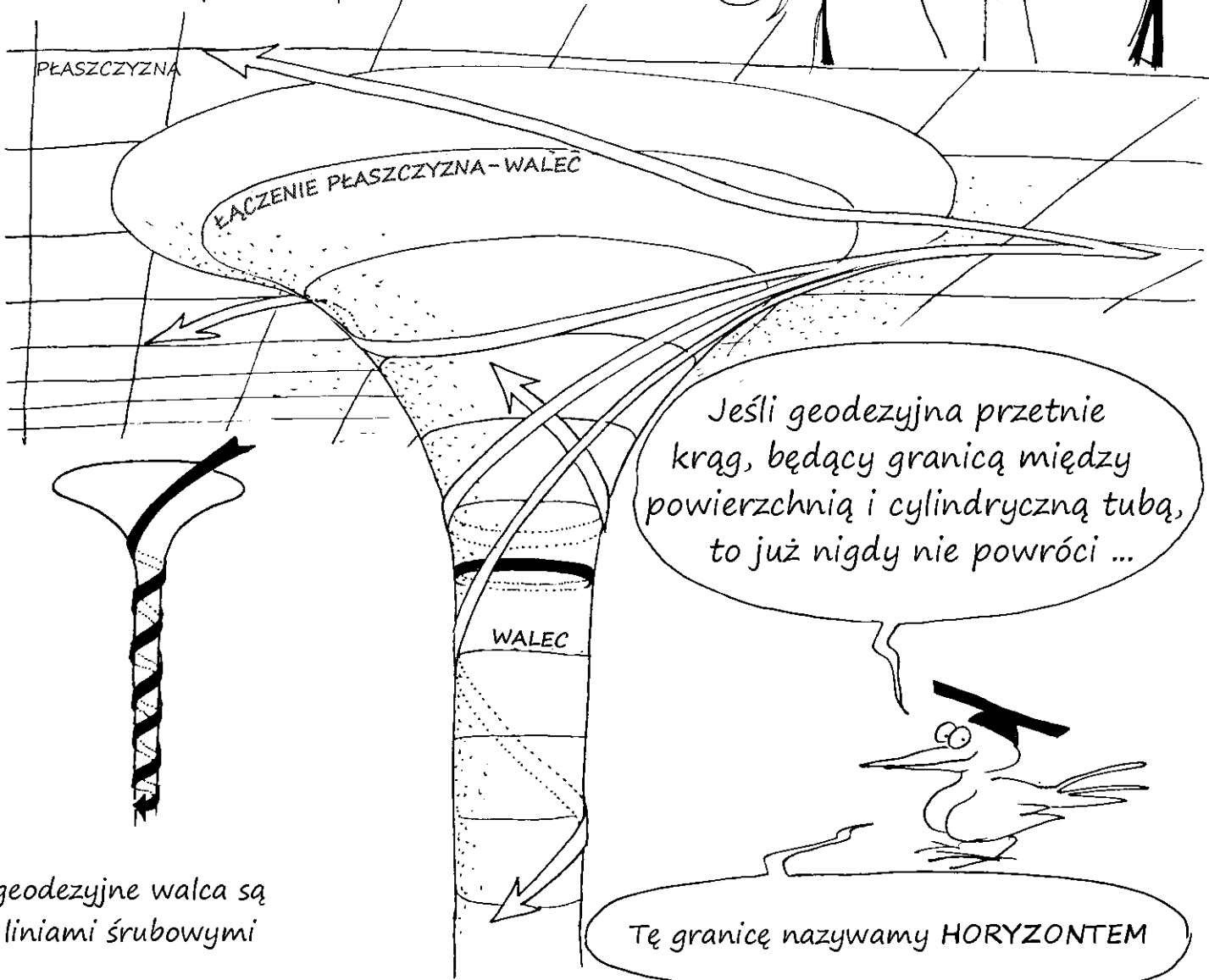
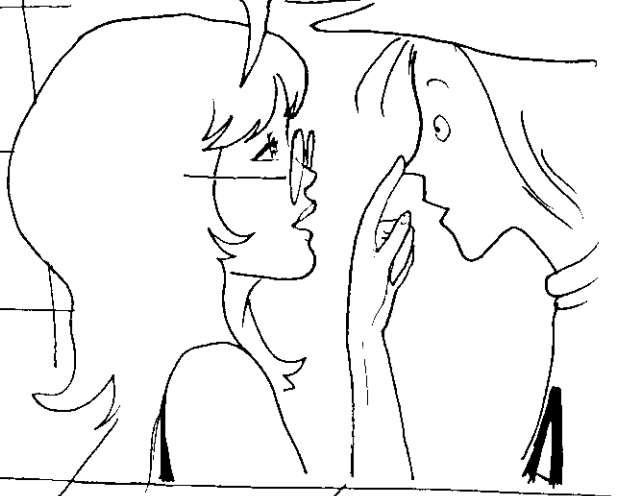
Co to za cudo ?

Przy pomocy taśmy wykreśliłem
kilka geodezyjnych tej dziwacznej
przestrzeni.





Jeśli geodezyjna odpowiednio pograży się w tej depresji, to przetnie samą siebie.

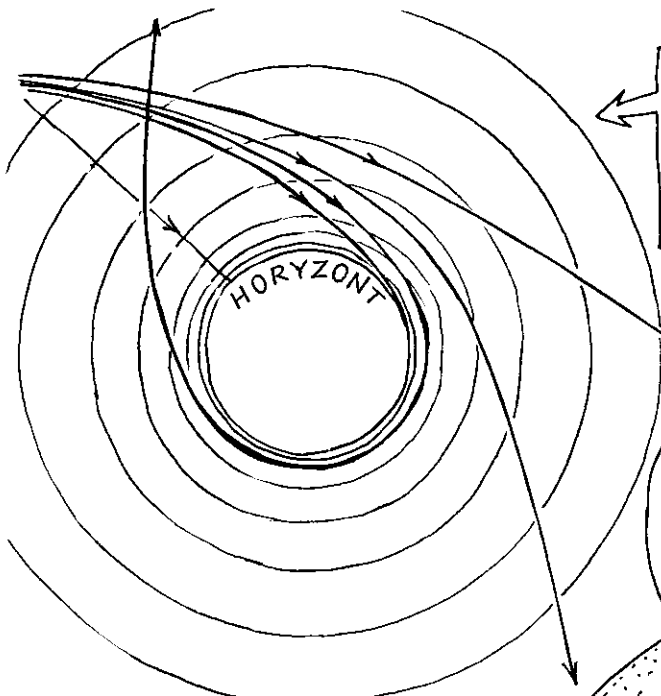


Jeśli geodezyjna przetnie krąg, będący granicą między powierzchnią i cylindryczną tubą, to już nigdy nie powróci ...



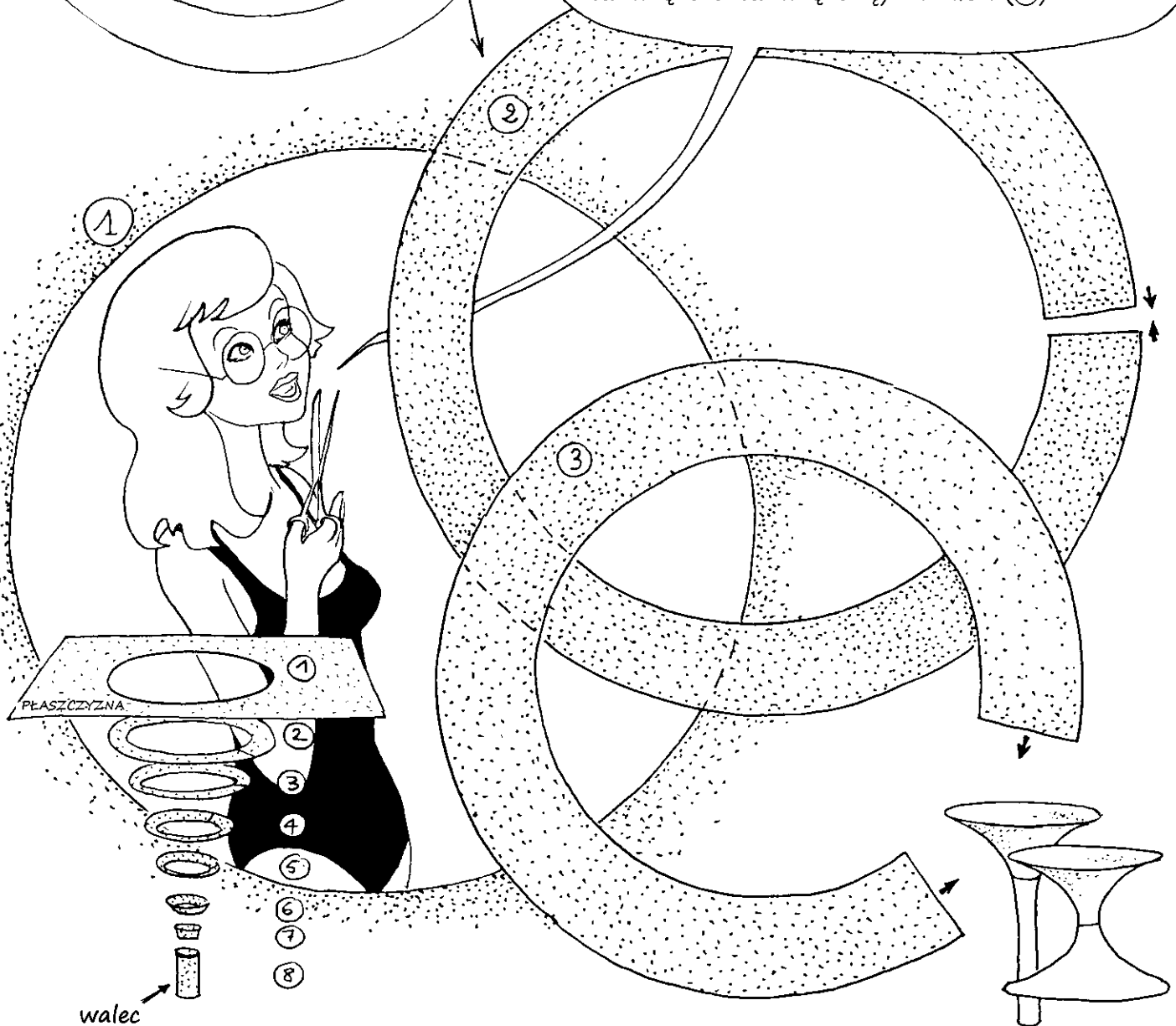
Tę granicę nazywamy HORYZONTEM

geodezyjne walca są liniami śrubowymi

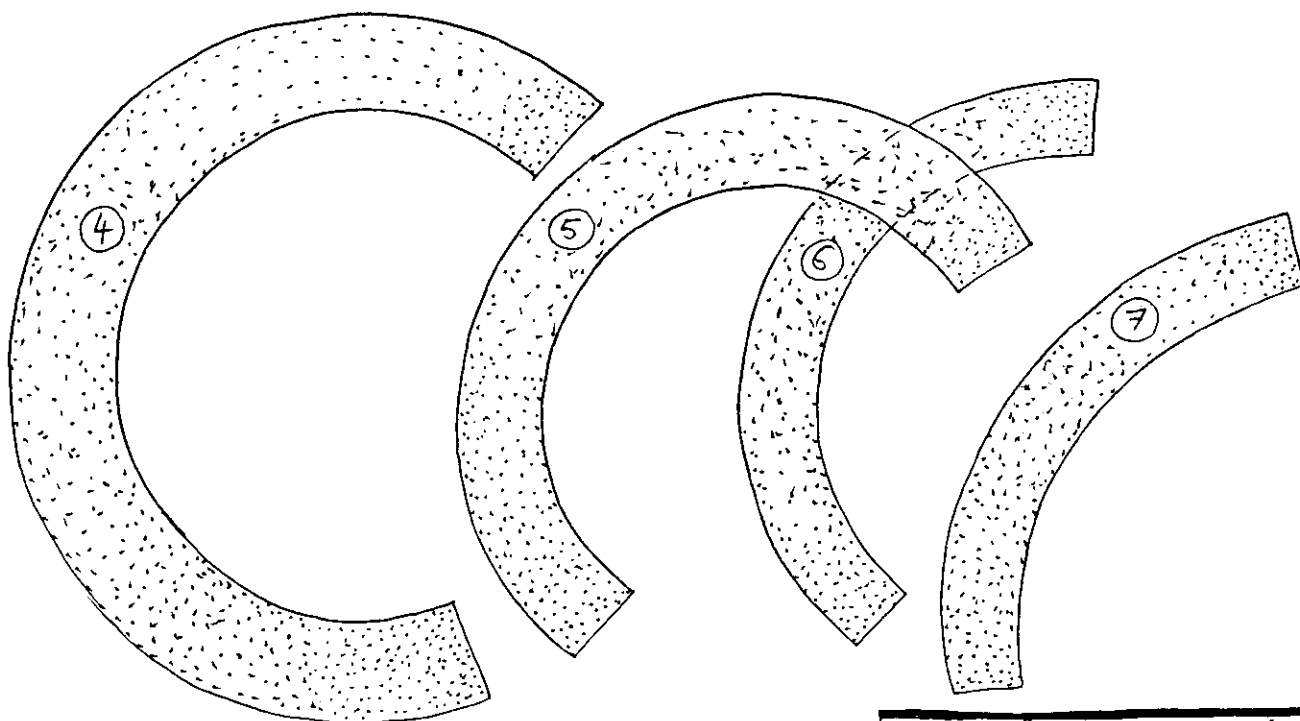


Ten, kto żyłby w PŁASKIM świecie, widziałby te trajektorie w ten sposób.

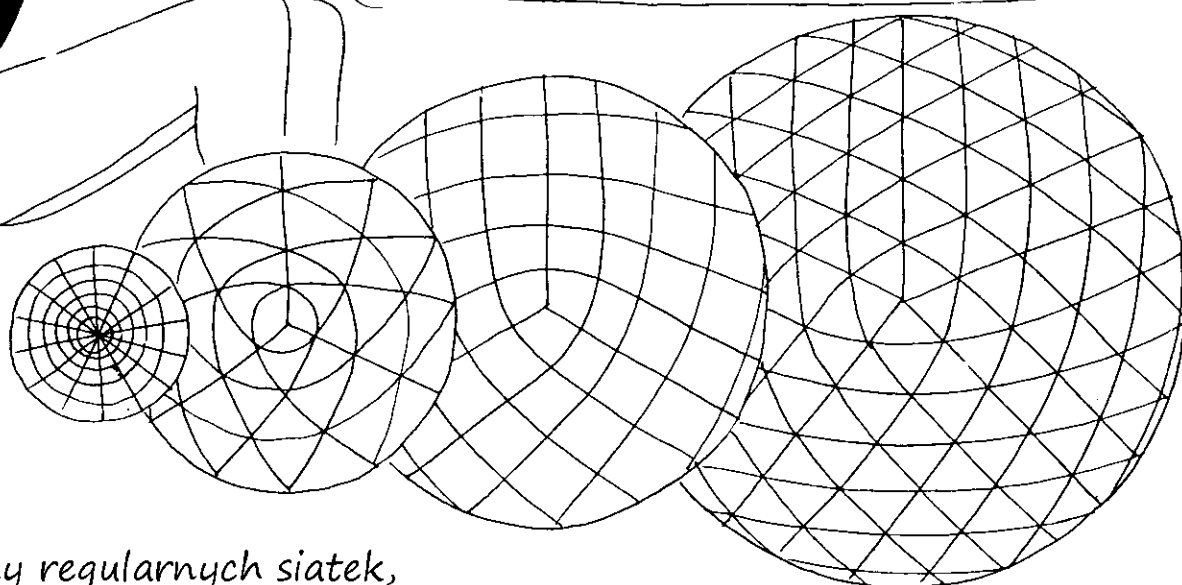
Możecie sobie zrobić własną czarną dziurę używając płaszczyzny z wyciętą dziurą (1), sześciu "plastrów" stożków (zestawiając krawędź z krawędzią) i walca (8)



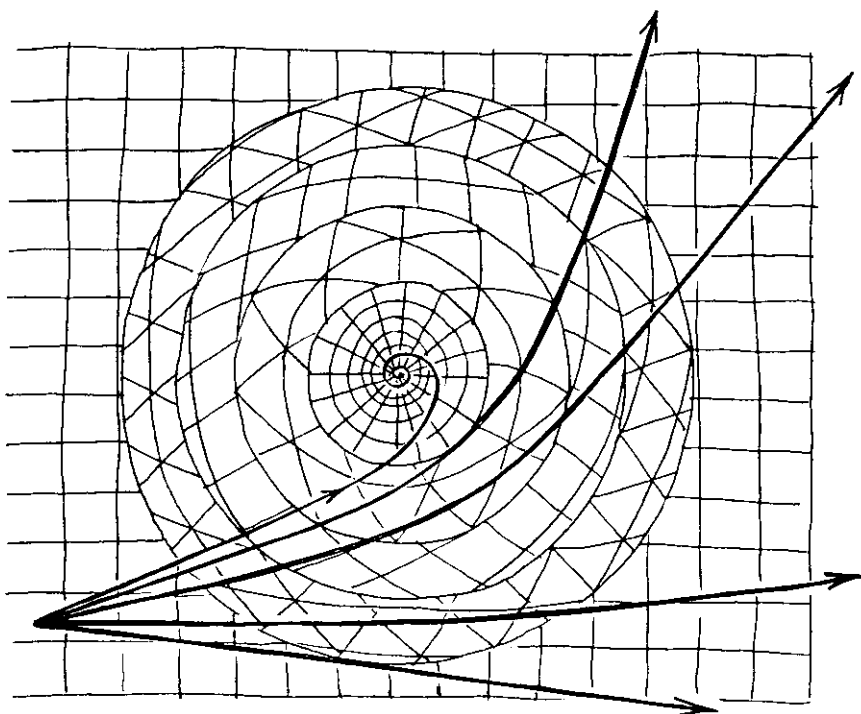
WARIANTY



A to inny sposób przedstawienia czarnej dziury, za pomocą siatek



Używamy regularnych siatek, z powodów estetycznych

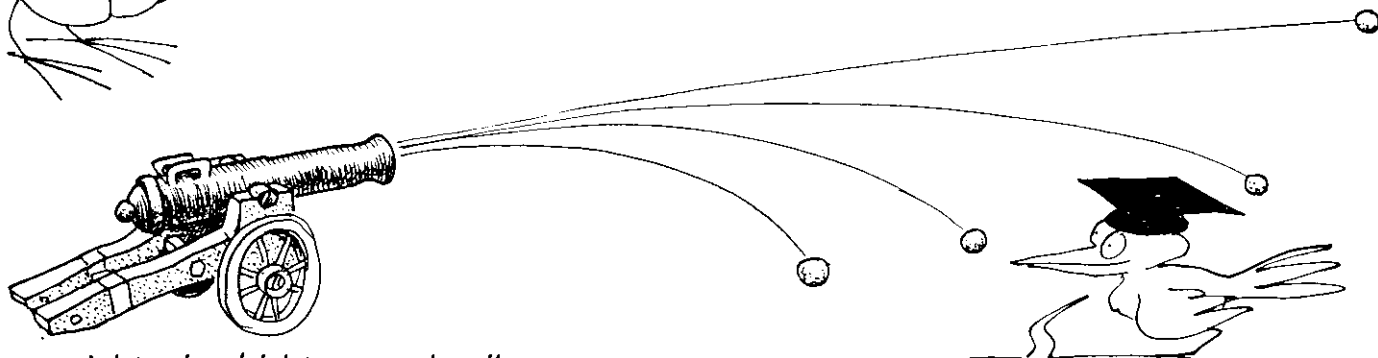


Zasada gry opiera się na sukcesywnym przecinaniu siatek, pod stałym kątem, zapewniając potężenie, kontynuację na każdej kolistej granicy. Im bardziej zbliżamy się do czarnej dziury, tym bardziej jej przyciąganie staje się odczuwalne. We wnętrzu KREĞU HORYZONTU, tor zawija się w spiralę. Zauważmy, że siatka centralna, biegunowa, może być

otrzymana z siatki geodezyjnych walca widzianego w perspektywie.

Uwaga!
coś tu nie gra
w tej waszej
dziurawej historii

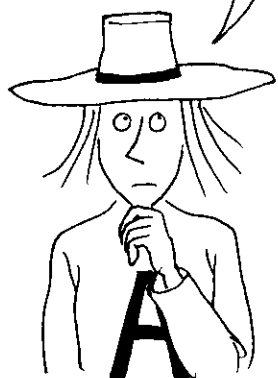
Zastępujecie masy - krzywiznami,
a trajektorie - geodezyjnymi. Ale co zrobicie
z PRĘDKOŚCIĄ POCZĄTKOWĄ?



Trajektorie obiektu w polu sił,
stworzonym przez jedną lub kilka mas,
zależą od jego prędkości początkowej V_0 .

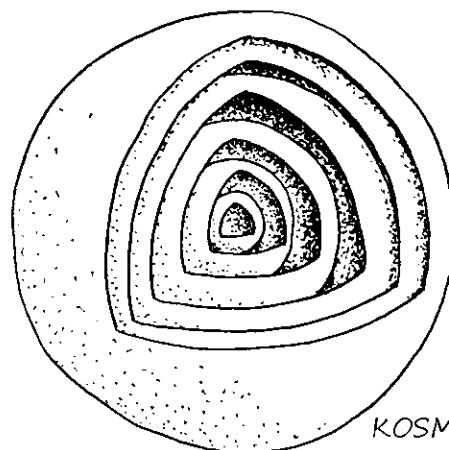
Przykład: kula armatnia
i przyciąganie ziemskie

A więc te wszystkie rysunki odpowiadały jedynie
szczególnej wartości prędkości początkowej V_0 ?



ZANURZENIE

Wyobraźmy sobie świat
zbudowany jak cebula,
którą tworzą warstwy
koncentryczne. (*)



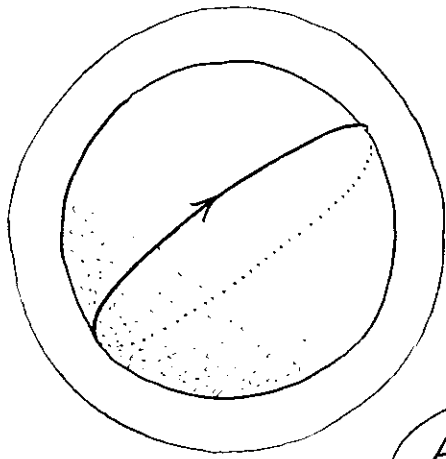
KOSMICZNY
PARK

Każdej warstwie odpowiada natężenie V prędkości.
Im szybciej się przemieszczamy, tym jesteśmy głębiej.

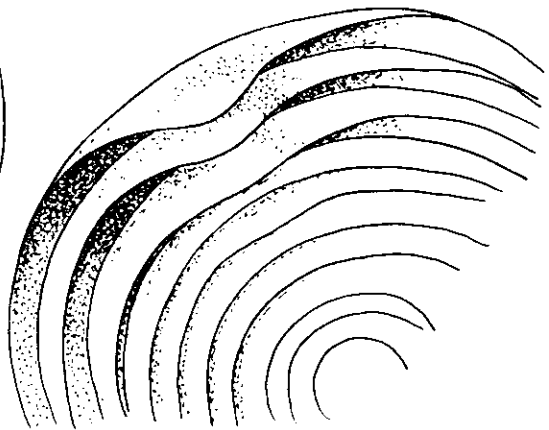
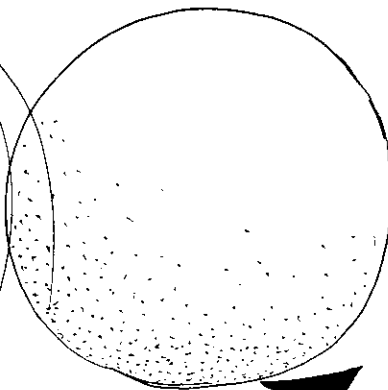
W centrum cebuli
osiągnęlibyśmy
prędkość światła.

(*) Ten model był już przedstawiony we WSZYSTKO JEST WZGLĘDNE,
w rozdziale - KOSMICZNY PARK
(też samego autora, wydawnictwo BELIN)

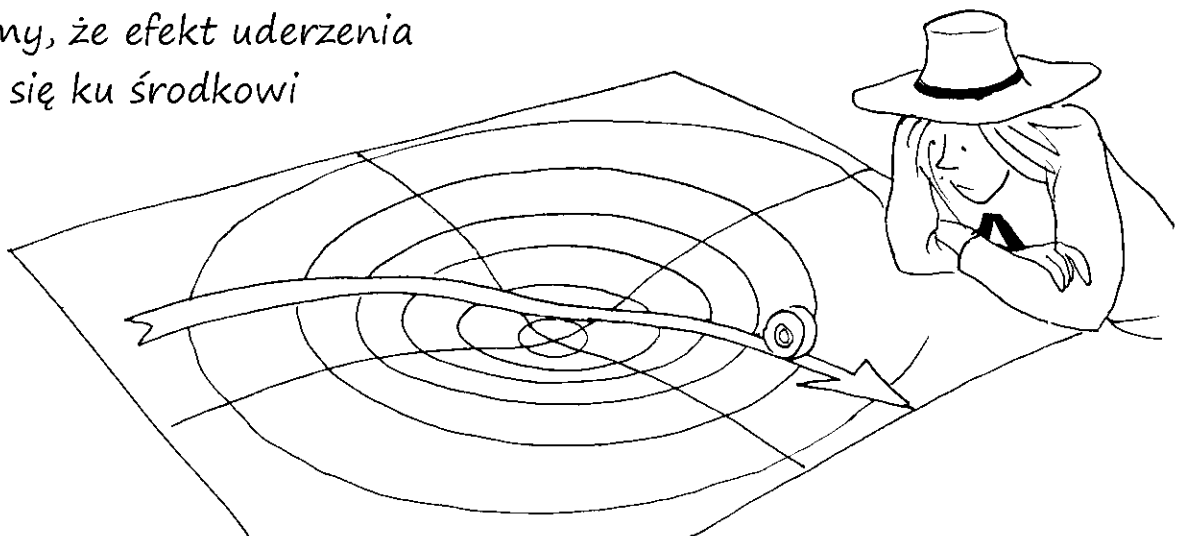
Jeśli nie ma działania **SIŁ**, obiekt zachowuje swoją prędkość V (pozostaje więc w takiej samej odległości od centrum cebuli). Podąża on linią **GEODEZYJNĄ** adekwatnej **SFERY** to znaczy po jej **WIELKIM KRĘGU**.



A teraz patrzcie uważnie!

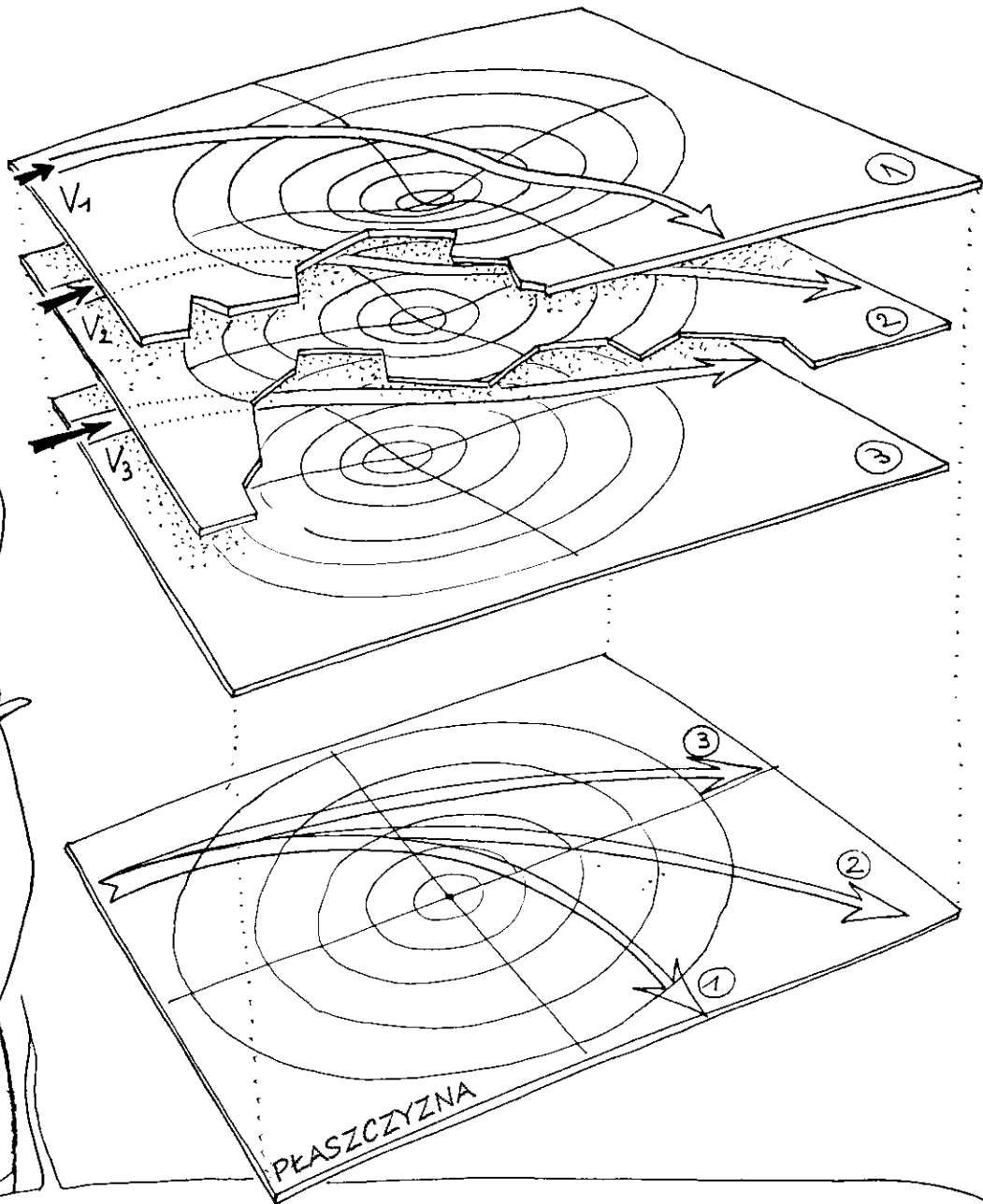


Oto rezultat uderzenia młotkiem przez pana Alberta. Zauważamy, że efekt uderzenia zmniejsza się ku środkowi

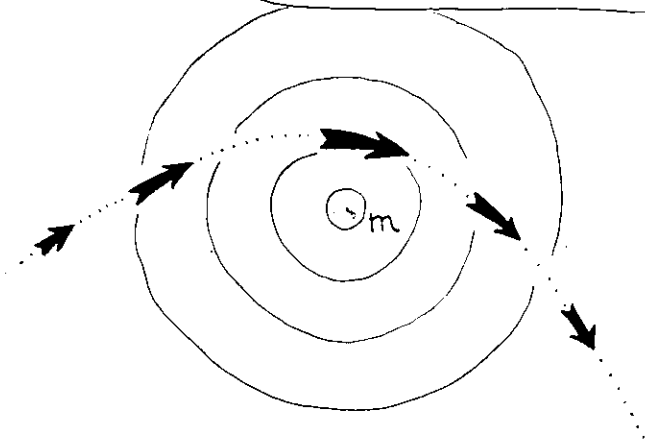


Oto wklęsłość (lub wypukłość, to to samo ...), na której narysowaliśmy poziomice (które **NIE** są geodezyjnymi!) i jedną osobliwą geodezyjną

$$V_1 < V_2 < V_3$$



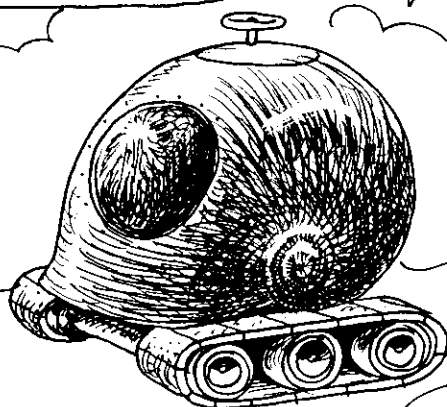
Im mniejsza jest prędkość początkowa, tym większa jest deformacja i tym bardziej tor jest zakrzywiony.



Pod wpływem działania przyciągania grawitacyjnego, prędkość obiektu najpierw wzrasta, a następnie maleje. Prędkość maksymalna zostaje osiągnięta, w momencie, kiedy odległość pomiędzy obiektem a masą przyciągającą jest minimalna (perycentrum)

Cóż to za dziwaczna machina ?

to jest
CHRONOSKAF



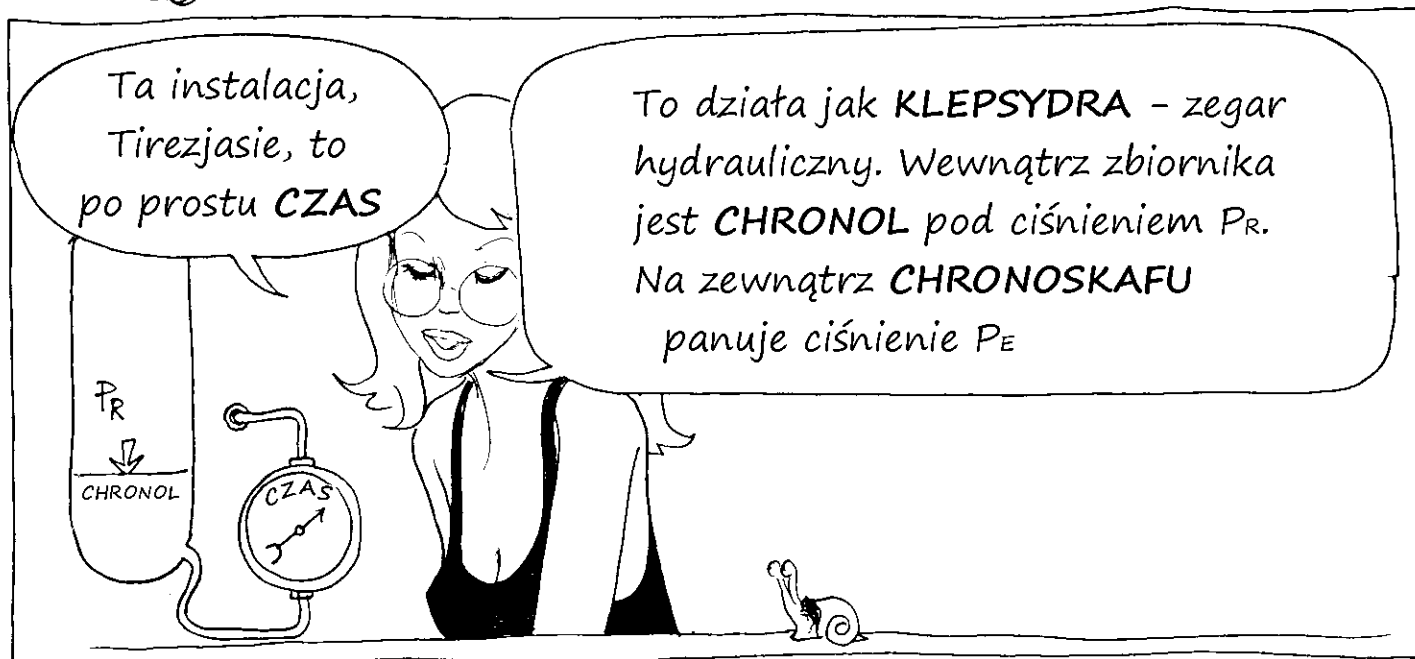
Pozwoli nam
poruszać się po geodezyjnych
kosmicznego parku

Ale dlaczego musimy
zamykać się
w chronoskafie ?

Cały Kosmiczny park
jest zanurzony w płynie
o nazwie **CHRONOL**

Za żadne
skarby świata
do tego
nie wsiądę !

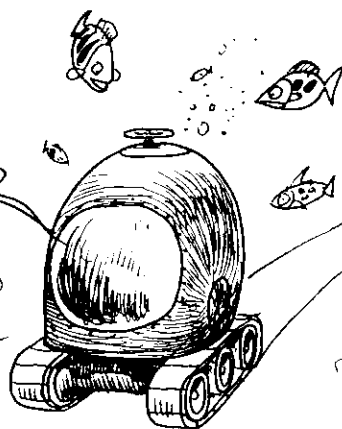
Trasa, którą podąża
CHRONOSKAF
nazywa się
PRZEZNACZENIE



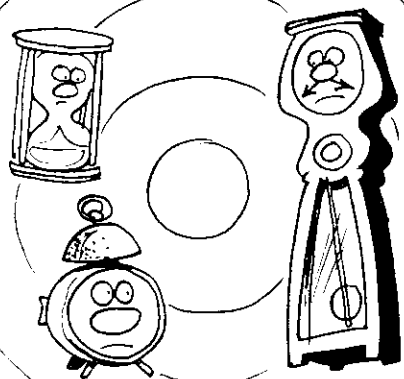
(*) PRZYPIS: DRUGA ZASADA mówi, że niemożliwe jest podążanie geodezyjnymi czasoprzestrzeniami (KOSMICZNEGO PARKU) pod prąd.

Dyrekcja

Kiedy ciśnienie P_R jest wyższe niż P_E ,
to chronol wycieka, a natężeniomierz
wskazuje czas, który upływa.



Im bardziej zanurzamy się w chronolu,
tym ciśnienie P_E wzrasta. Ponieważ natężenie
jest proporcjonalne do różnicy $(P_R - P_E)$,
to czas upływa wolniej.



Głębokość **JEST** prędkością.
Więc im szybciej się poruszamy,
tym mniej upływa czasu (*).



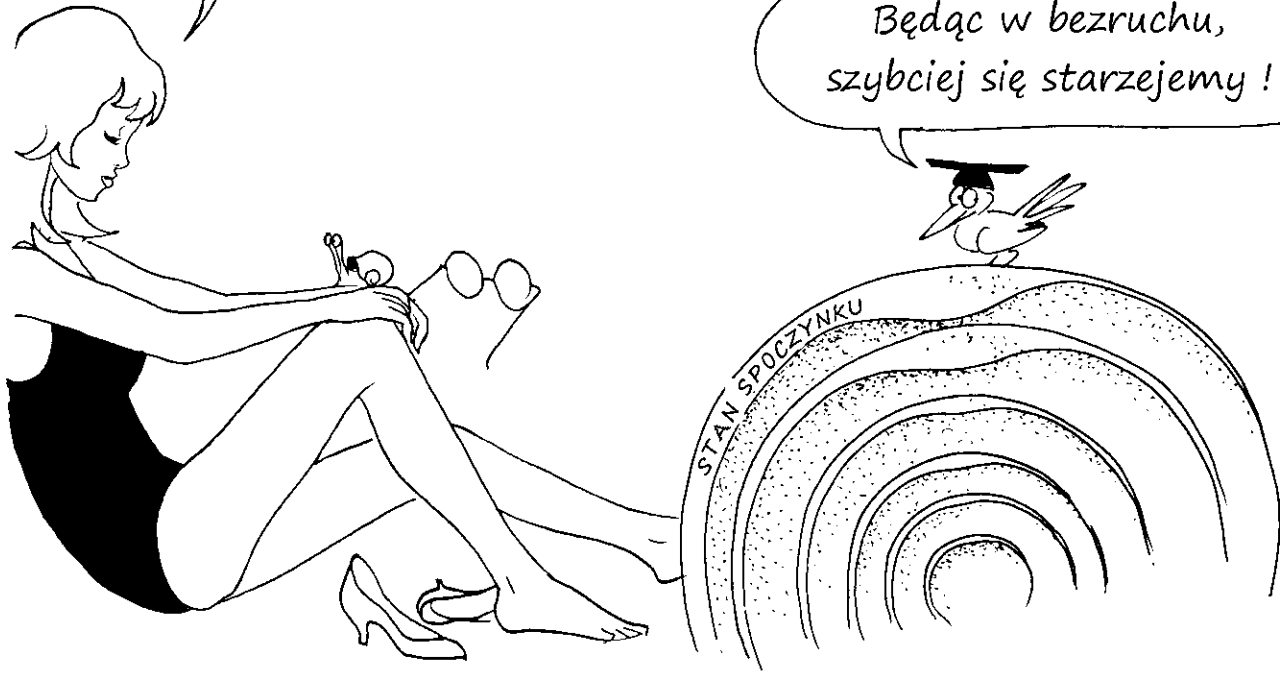
A kiedy poruszamy się
z prędkością światła, P_E staje się
dokładnie **RÓWNE** P_R
i czas zastyga.

I nie można poruszać się szybciej niż prędkość światła,
tak samo, jak nie da się wejść głębiej niż
do centrum Kosmicznego Parku.

(*) Zobacz WSZYSTKO JEST WZGLĘDNE

Powierzchnia Kosmicznego Parku jest w stanie spoczynku.

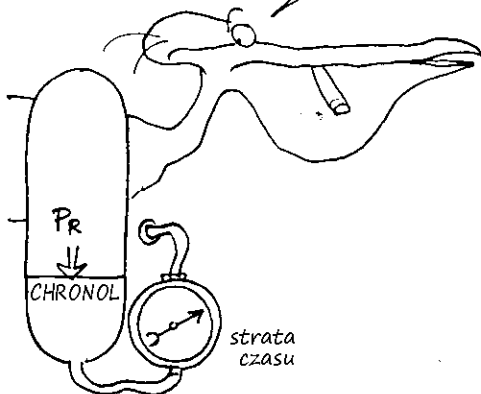
Będąc w bezruchu,
szybciej się starzejemy !



Kiedy ciało jest bardzo masywne, to intensywnie wykrzywia czasoprzestrzeń. To oznacza, że w jego sąsiedztwie, obiekt (nawet w spoczynku) będzie zanurzony w **CHRONOLU** o zwiększonym ciśnieniu. Jego czas będzie upływał wolniej niż innego obiektu, także w spoczynku, ale oddalonego od jakiegokolwiek masy. Tak byłoby w otoczeniu obiektu super-gęstego, takiego jak gwiazda neutronowa.

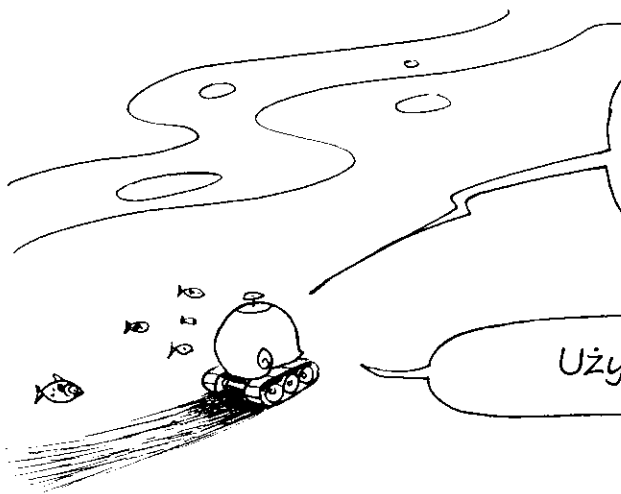
A co by się stało,
gdybyśmy nagle wyszli
z chronoskafu ?

Być może dostalibyśmy
porażenia starością ?



A kiedy chronol w zbiorniku jest
kompletnie wyczerpany, czy to ... śmierć?..

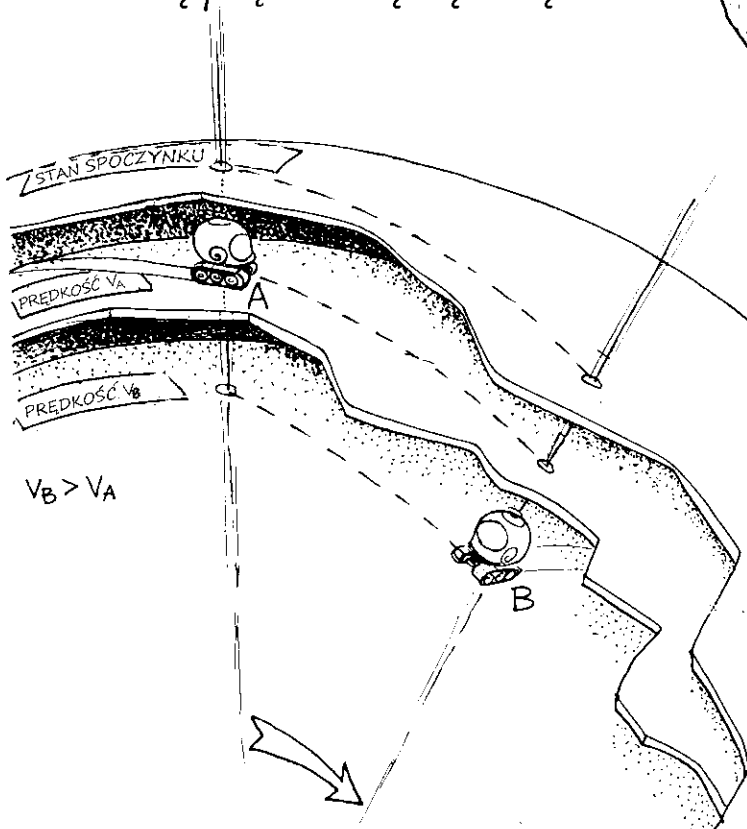
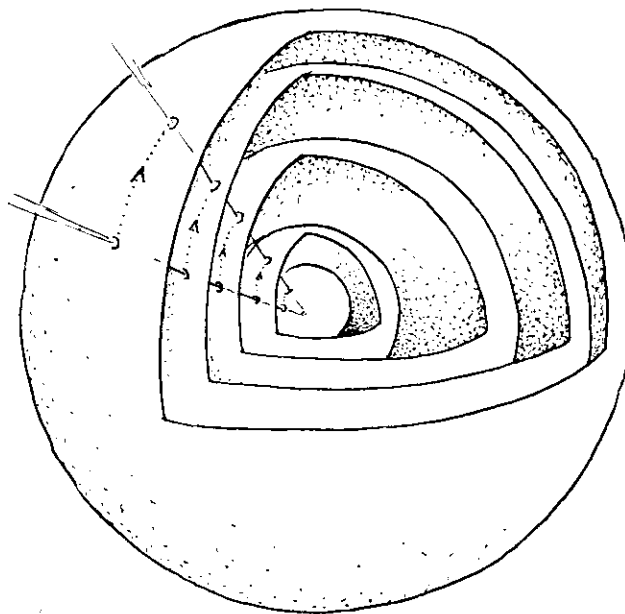
KOMUNIKACJA



A więc jesteśmy zamknięci w chronoskafach, ale jak mamy się ze sobą porozumiewać?

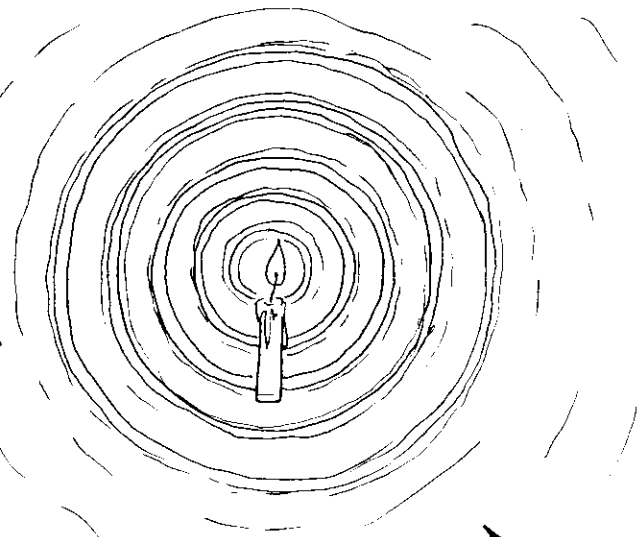
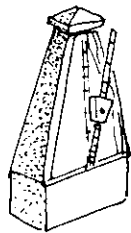
Używając FOTONÓW.

Fotony są jak wiązki światła latarni morskiej, które przeczesywałyby wszystkie warstwy Kosmicznego Parku ze statą prędkością kątową.



Obiekt A, jadący z prędkością V_A , może spowodować wystanie jednej z tych wiązek świetlnych w kierunku obiektu B, poruszającego się z prędkością V_B .

Światło jest zjawiskiem okresowym, któremu można przypisać częstotliwość N

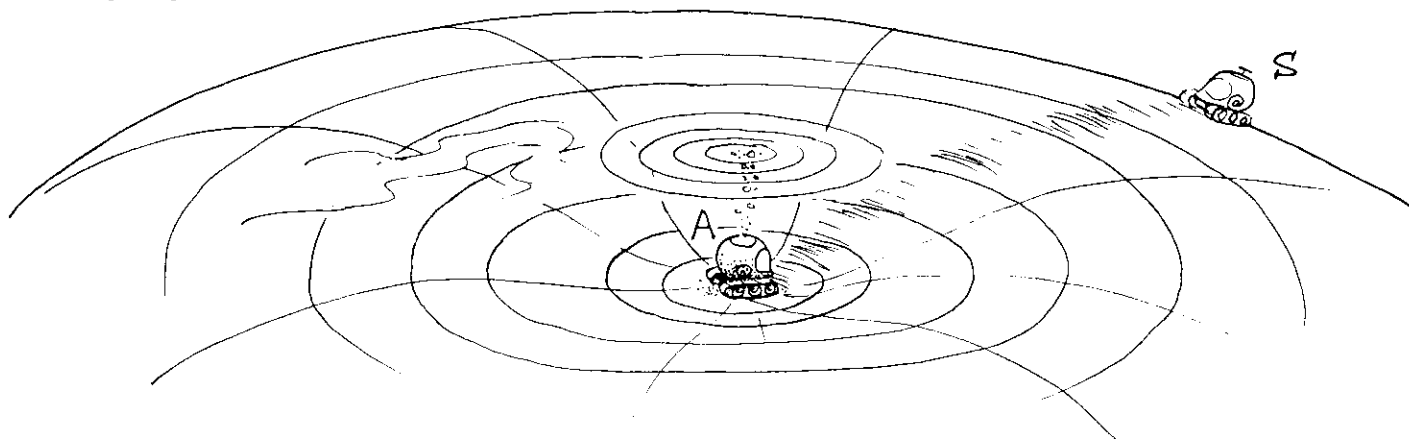


← niskie częstotliwości

→ wysokie częstotliwości

PODCZERWIENIE CZERWONY POMARAŃCZOWY ŻÓŁTY ZIELONY FIOLETOWY ULTRAFIOLET

Kolor jest zdeterminowany przez tę częstotliwość



Częstotliwości są mierzone względem czasu, który upływa w chronoskafie nadającym lub odbierającym.

W chronoskafie A, Anzelm emituje światło niebieskie. Znajduje się on na obszarze przestrzeni, gdzie panuje bardzo silna krzywizna. Może być na przykład w pobliżu gwiazdy neutronowej (super masywnej). Zosia w chronoskafie S odbiera to światło.

Ona jest daleko od tego masywnego obiektu. Jej czas upływa szybciej, więc zmierzy słabszą częstotliwość, tak że to światło będzie dla niej przesunięte ku czerwieni. To zjawisko nazywa się RED SHIFT (przesunięcie ku czerwieni) i jest pochodzenia grawitacyjnego.

Anzelm znajduje się na gwiazdzie neutronowej. (Uwolniliśmy go od przyciągania, żeby nie został natychmiastowo rozptaszczony na powierzchni z powodu swojego ciężaru)



Właściwie to jabtko **BYŁO ZIELONE**,
to zmiana czasu zmieniła jego wygląd.

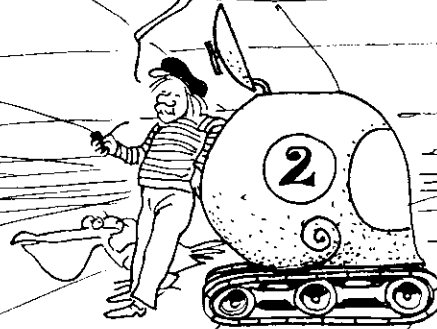
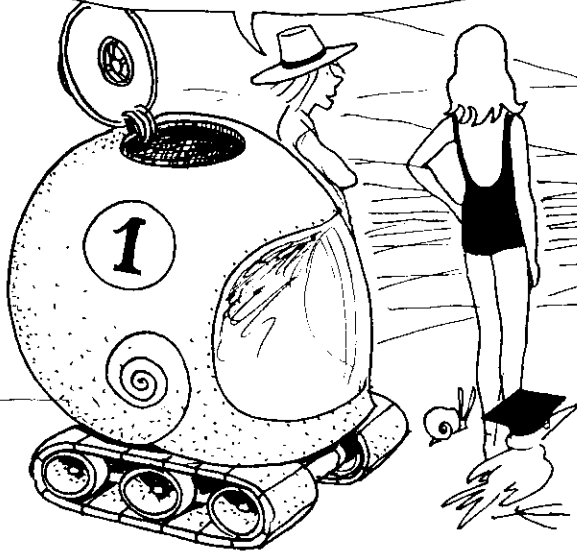
jabtka nie są już takie,
jakie były kiedyś ...



DRUGIE SPOTKANIE Z CZARNĄ DZIURĄ

Kontynuujemy badanie kosmicznego parku

OK, pojedę z Leonem. Pomysłnej geodezyjnej! ...

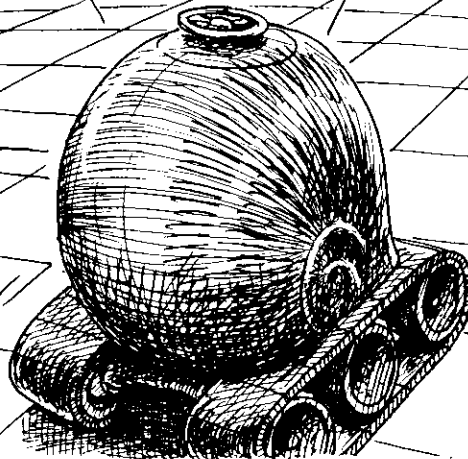


HEJ, mam też kontakt radiowy (*)

Leon, Albert, widzę ich, tam

o kurde, a co to jest, TO COŚ w oddali?

To wygląda jak trąba powietrzna



(*) Fale radiowe mają taką samą naturę, jak fale świetlne, osiągają taką samą prędkość rozprzestrzeniania się c , ale mają znacznie niższe częstotliwości.

To czarna dziura !

Pan Albert i Leon
już w nią wpadli !

Ty zobacz,
jedziemy
bardzo blisko !

Czy można jakoś pomóc
panu Albertowi i Leonowi ?

To niemożliwe,
nasze geodezyjne
nie mogą się
krzyżować.

Widzisz ich ?

Głębina czarnej dziury
jest czernią doskonałą.

Wciąż ich widzę, ale ich chronoskaf
zabarwił się na ciemnoczerwono.

Halo? panie Albercie, Leonie,
styszycie mnie ?

Nic nie rozumiem.
Jego głos staje się świszczący,
a do tego mówi zbyt szybko

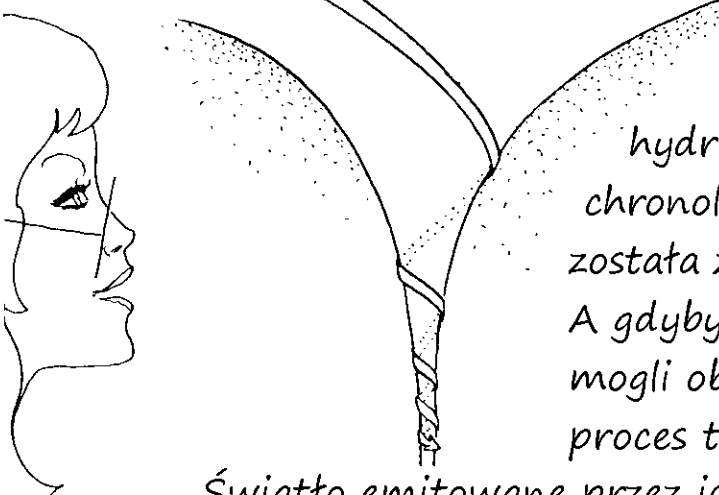
Jego głos staje się coraz
bardziej niski. Brzmi jak płyta,
w zwolnionym tempie !?!

AHHTEUHHH...

Problemy komunikacyjne
pomiędzy różnymi "bąblami czasu"

KWESTIA CZASU

Im głębiej Albert i Leon zanurzają się w **CHRONOLU**, tym bardziej wzrasta ciśnienie zewnętrzne P_E . Ich klepsydra działa więc wolniej, przez co, w ich chronoskafie upływa mniej czasu.



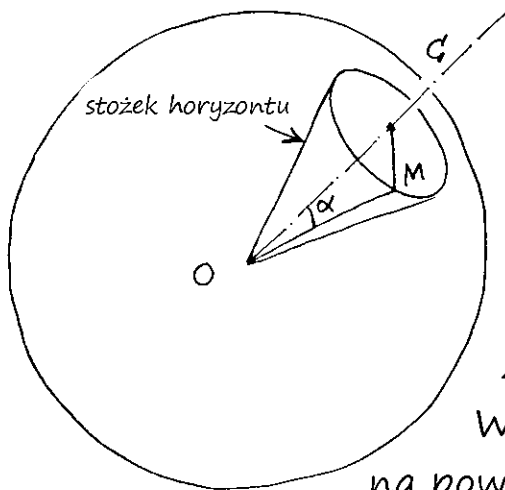
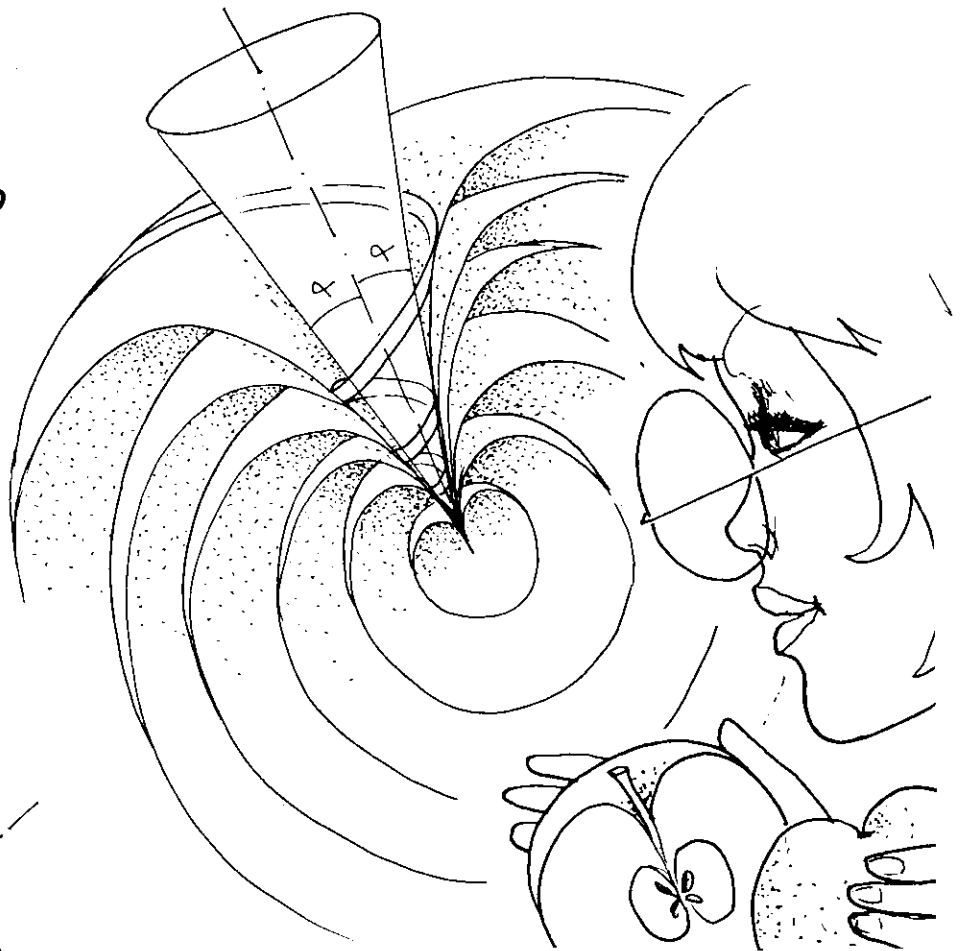
Kiedy osiągną głębie absolutną i prędkość światła, to ich zegar hydrauliczny zużyje ograniczoną ilość chronolu. To by oznaczało, że ich trasa została zrealizowana w czasie **SKOŃCZONYM**. A gdyby Zosia, Anzelm, Maks i Tirezjas mogli obserwować spadanie przyjaciół, to proces ten wydawałby im się nie mieć końca.

Światło emitowane przez ich chronoskaf szybko przechodzi w podczerwień, poza domenę światła widzialnego, podczas gdy ich wiadomość radiowa zmienia się w infradźwięk.



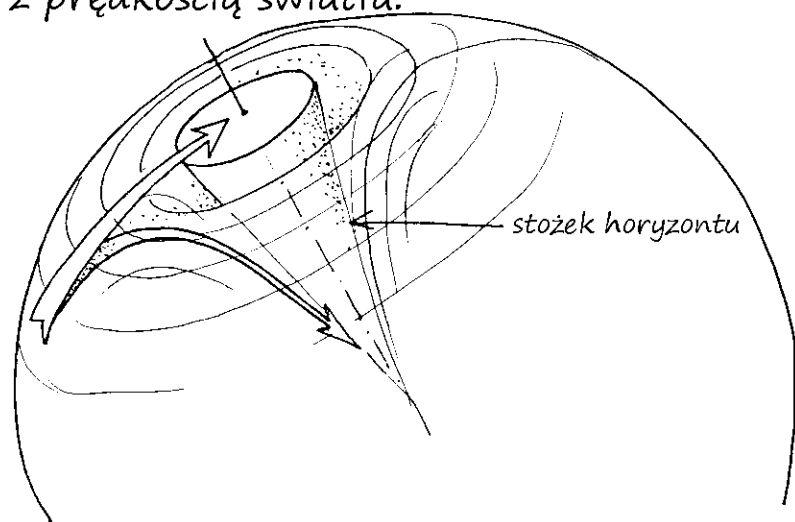
To mi przypomina paradoks Achillesa, który próbował dogonić żółwia zmniejszając **ZA KAŻDYM RAZEM** odległość pomiędzy nimi o połowę. Osiągnął ten cel w czasie skończonym.

Oto obraz czarnej dziury w modelu **KOSMICZNEGO PARKU**. Stożek całkowicie przebija czasoprzestrzeń aż do centrum, gdzie panuje prędkość światła. Wszystkie warstwy w tym punkcie stają się stycznym stożka o połowicznym kącie wierzchołka α



W tym modelu odległość jest **KĄTEM** między dwoma promieniami wektorami, jak na przykład \vec{OM} i \vec{OC} . Oglądając rysunek poniżej, dostrzegamy, że nie da się wejść do wnętrza stożka.

Wyobraźmy sobie obserwatora, który przebywałby na powierzchni **CHRONOLU**, to znaczy w stanie spoczynku i który nie odczuwałby tej krzywizny czasoprzestrzeni. Dla niego granica czarnej dziury, zwana **HORYZONTEM ZDARZEŃ**, wyglądałaby jak **KRĄG**, który zostałby przekroczony z prędkością światła.





O, patrzcie, właśnie wróciliśmy do naszego punktu wyjścia, blisko chronoskafu nr 3, który pozostał nieruchomy.

Nasza wyprawa dookoła czarnej dziury powstrzymała nasz proces starzenia się. Jeśli ktoś z nas zostałoby w chronoskafie nr 3, mógłoby czekać na nasz powrót przez setki lub tysiące lat!

dokąd prowadzą czarne dziury?

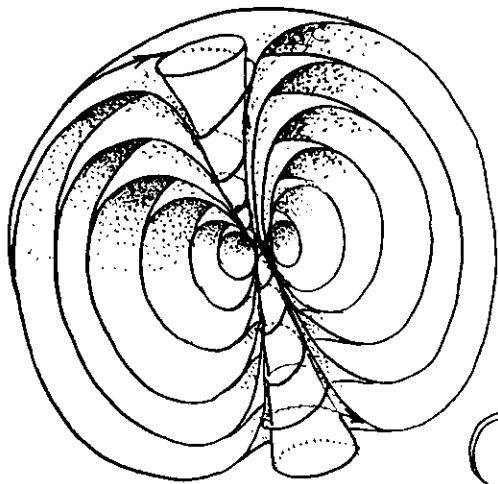


To znaczy obiekt, do którego nie da się nigdy wejść można byłoby tylko z niego wyjść.

Nikt o tym nic nie wie. Teoria wskazuje, że anty-czarna dziura mogłaby istnieć.



BIAŁA DZIURA



Oto jak w modelu **KOSMICZNEGO PARKU**,
można przedstawić parę:
czarna dziura - biała dziura

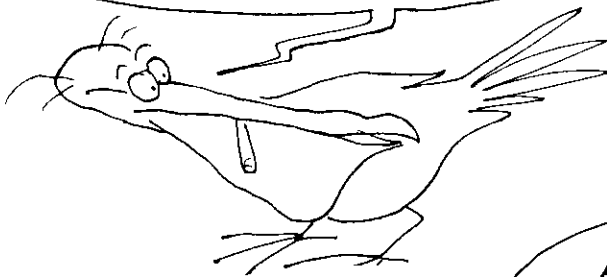


Biała Dziura to **TAKI SAM**
obiekt, ale jego geodezyjne
skierowane są w stronę przeciwną.



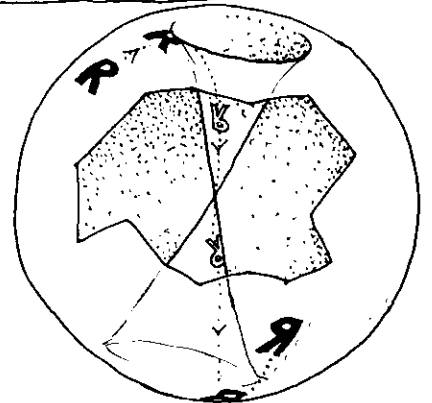
Ale co jest
W czarnej dziurze,
poza **HORYZONTEM** ?
Czy tam jest ... **NIC** !?!

Wnętrze czarnej dziury
byłoby **NICOŚCIĄ**
w stanie doskonałym ?...



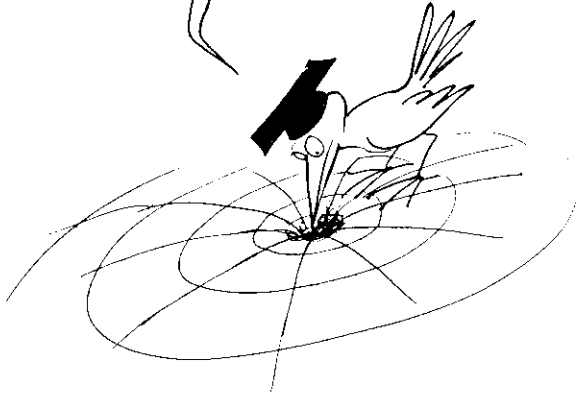
Ależ nie! "wnętrze" czarnej dziury
byłoby po prostu zewnętrzną stroną,
połączoną z nim, białej dziury

Zauważmy, że w tym modelu, struktura
CZARNA DZIURA - BIAŁA DZIURA,
przedstawia wszystkie warstwy Kosmicznego Parku
jako jednostronne - nieorientowalne powierzchnie.
"PRZEJŚCIE" odwraca obiekty w ich lustrzane
odbicia. Na przykład **R** w **Я**



WĘZEŁ GORDYJSKI

Ale są też inne teorie. Według niektórych, dzięki czarnym dziurom, nasz wszechświat może się łączyć z WSZECHŚWIATEM BLIŹNIACZYM.



Albo nawet ze światem, w którym wszystko jest lustrzanym odbiciem, łącznie z czasem




A jeśli istnieją śmiatki, którzy zbliżyli się do czarnej dziury, to żaden z nich nie wrócił, żeby opowiedzieć, co tam jest.

A w końcu, skorupka Tirezjasa ... to może nic innego jak czarna dziura !!!



mamusiuu !




Leon, daj spokój
Tirezjasowi !


Chodź Tirezjasie,
ostatecznie najważniejsze,
to czuć się dobrze
w tej skorupce

mi!..

EPILOG

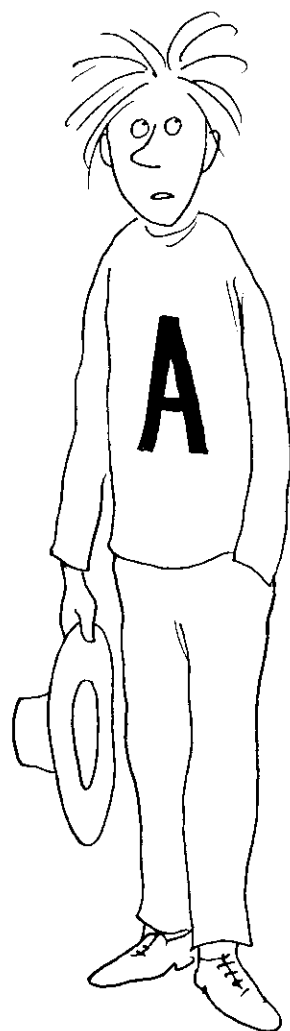


O Jezu, kosmol !
głowa mi pęka ...




Pomyślmy ...
Próżnia i materia to to samo!
Przestrzeń może się zamknąć
na samej sobie i można iść
tylko ... **PROSTO !**

Jeśli ten Wszechświat jest najlepszy
ze wszystkich możliwych wszechświatów,
jakie więc są te inne ?



KONIEC



Ten dziwny kran
zdaje się być zawieszony
w przestrzeni, więc ...
skąd wyptywa ta woda ?

hmm ...

I gdzie ona płynie,
skoro poziom w wiaderku
pozostaje stały ?

Panta rei !

