

# savoir sans frontieres

## GAURA NEAGRA

de JEAN-PIERRE PETIT

Traducere: Cornelia MACOVEI

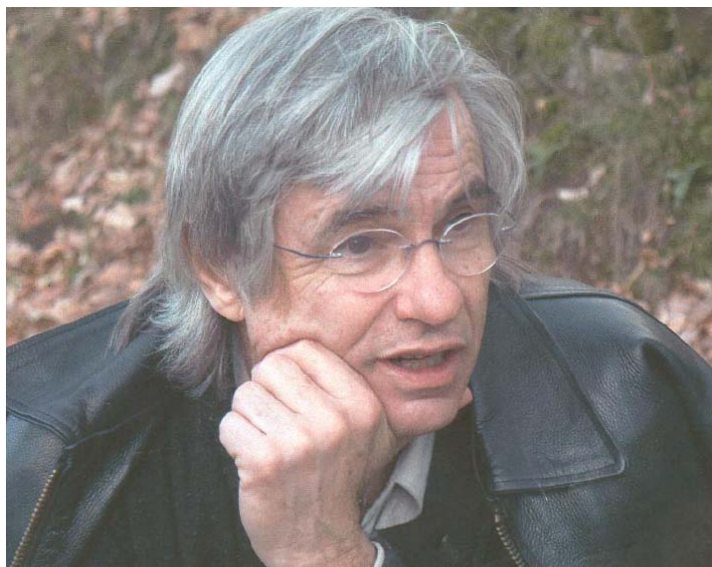


# Cunoștințe fără Frontiere

Asociație – legea din 1901

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

**Președinte : Jean-Pierre PETIT**



**Jean-Pierre Petit** : Fost Director de cercetare la CNRS, astrofizician, creator de un stil nou : BENZILE DESENATE STIINTIFICE. In 2005 a decis să pună lucrările domniei sale în număr de două zeci, în domeniul public dând posibilitatea de a fi descărcate gratuit pe site-ul său web. El a creat deasemenea asociația « Cunoștințele fără Frontiere » care și-a fixat ca obiectiv de a distribui gratuit cunoștințele, inclusiv cunoștințele științifice și tehnice în lumea întreagă. Asociația, care funcționează datorită donațiilor, retribue traducerii cu 150 euro (în 2006) ea plătind comisioanele pentru încasările bancare. Mulți traducători măresc în fiecare zi numărul de albume traduse (în 2007 în 28 limbi, printre care Laosian și Rwandez).

Prezentul fișier pdf poate fi duplicat și reprodus liber, în totalitate sau parțial, utilizat de profesori pentru cursuri cu condiția ca aceste operații să nu se preteze cu activități lucrative. El poate fi pus în biblioteci municipale, școlare și universitare, fie sub formă imprimată, fie în rețele de tip Internet.

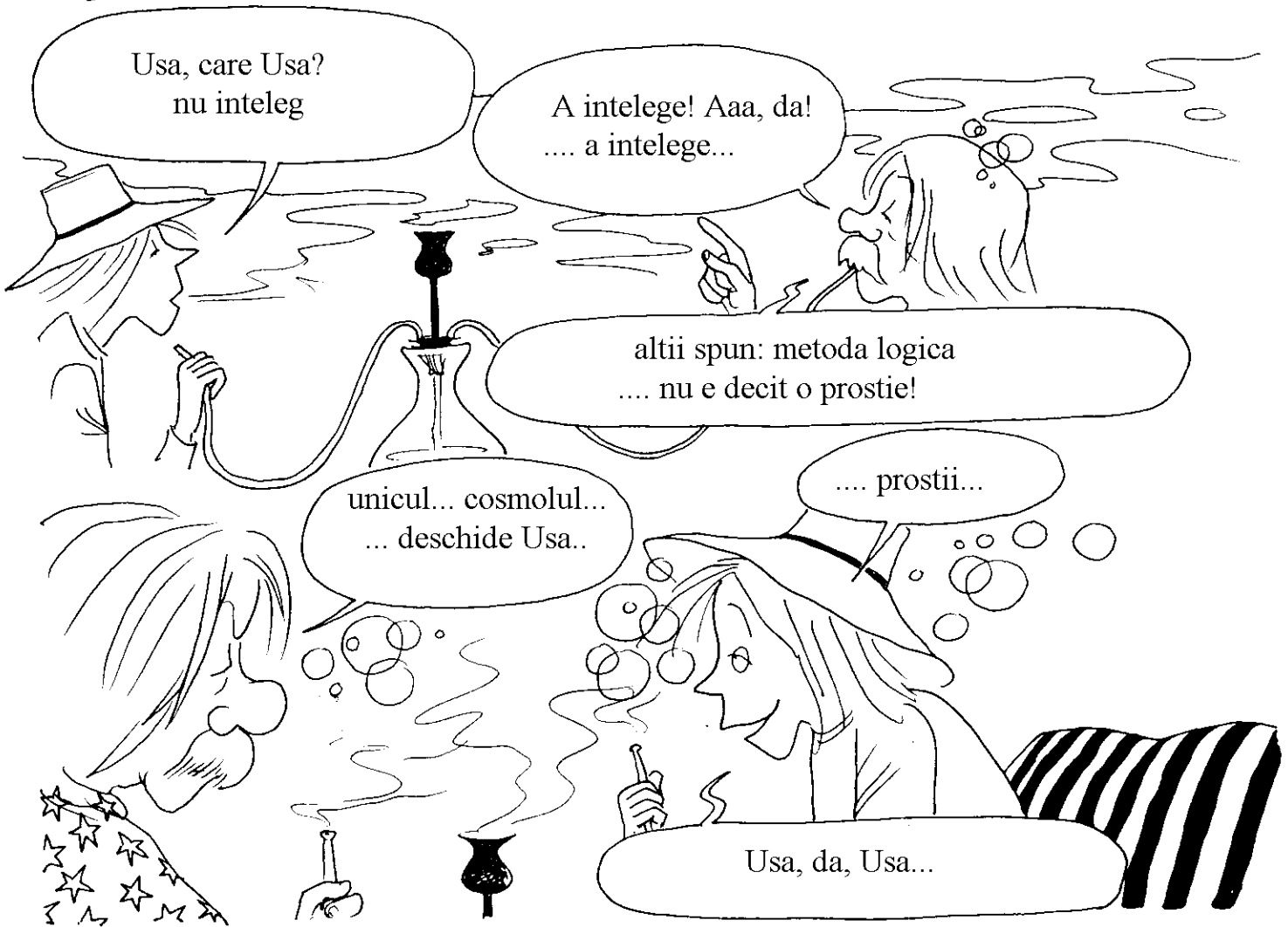
Autorul a început să completeze această colecție cu albume mai simple la început (nivel 12 ani). La fel, pe cale de elaborare : albume « vorbitoare » pentru analfabeți și « bilingvi » pentru a învăța limbi străine pornind de la limba sa de origine.

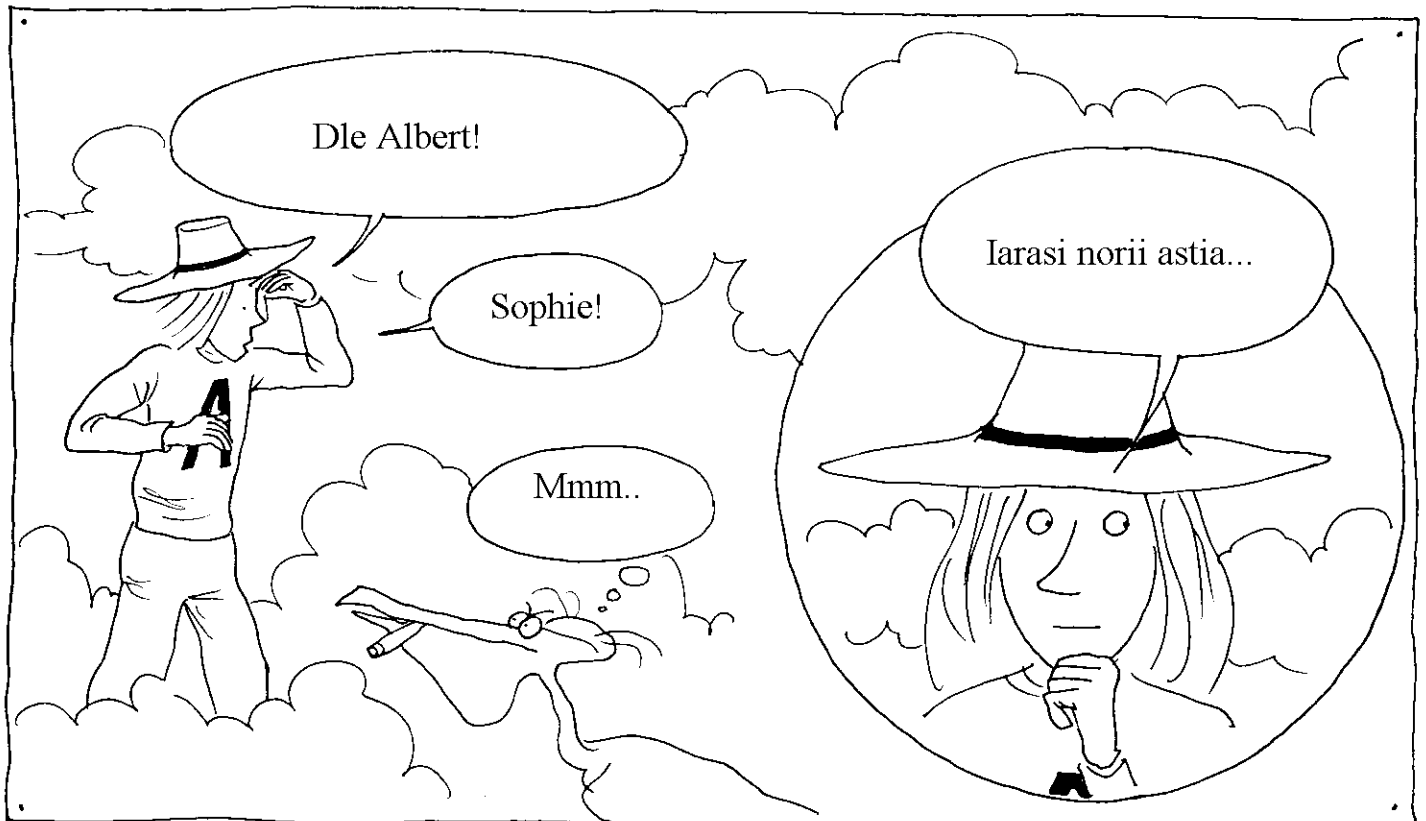
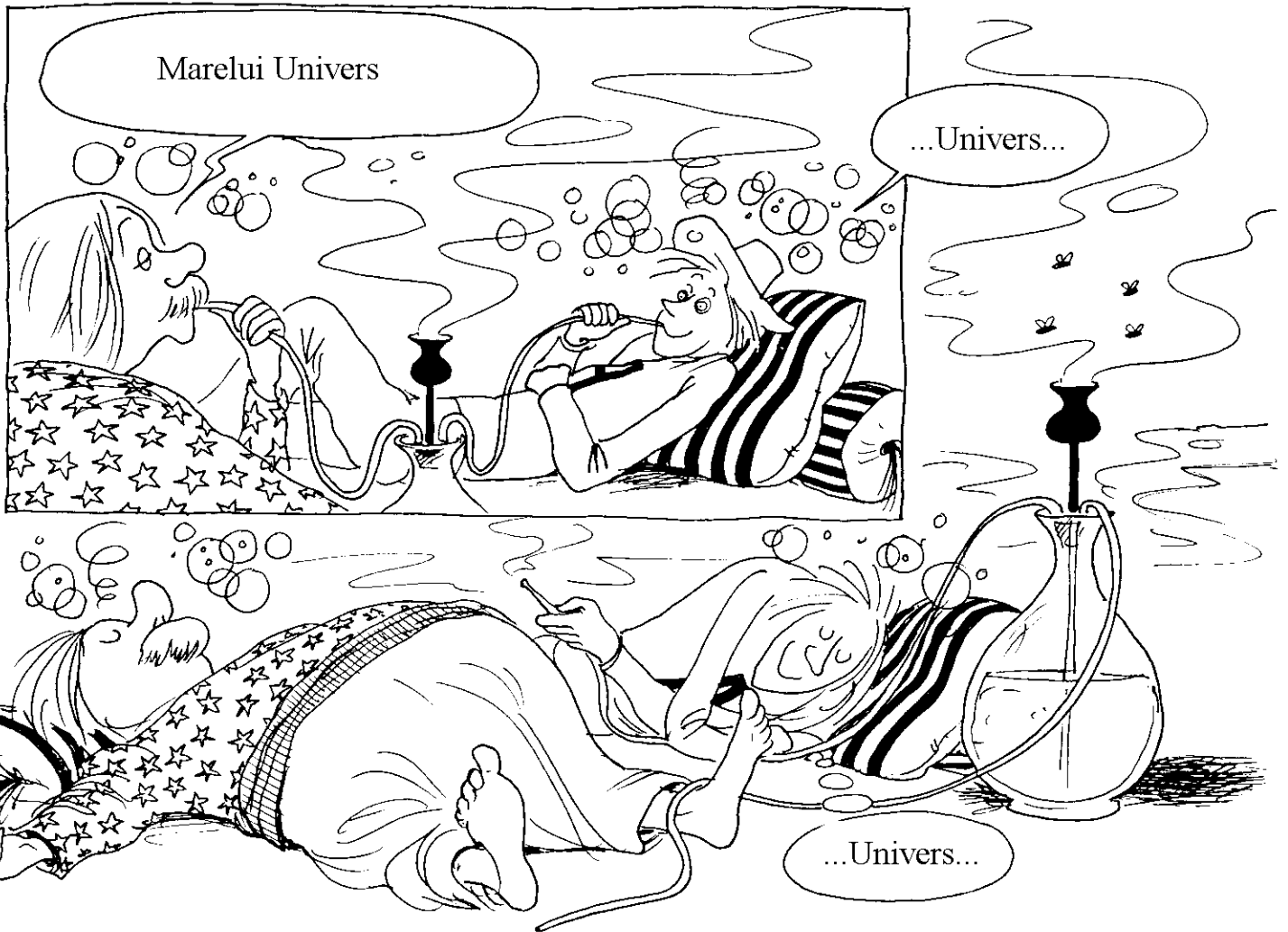
Asociația caută fără încetare noi traducători în limbi care trebuie să fie limba lor maternă, posedând competențe tehnice care să le dea aptitudinea să producă traduceri bune a albumurilor abordate.

Donatiile I.B.A.N. FR 16 20041 01008 1822226V029 88

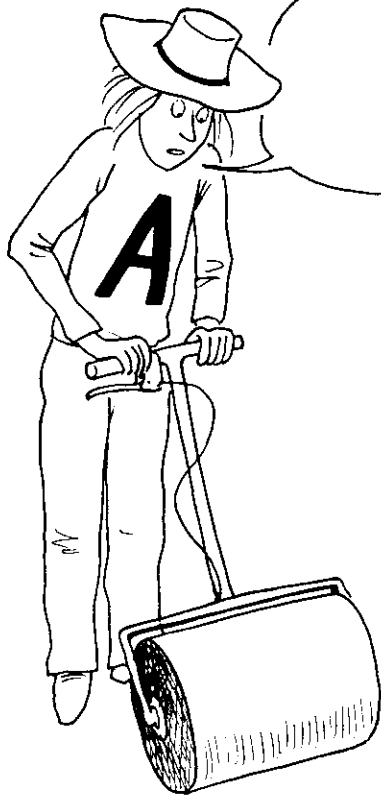
Bank identifier code : PSSTFRPPMAR.

Resursele asociației sunt afectate în principal pentru noile traduceri.





O data in plus, Anselm pleaca sa exploreze domenii nebuloase.



Ia te uita, ce mai e si asta ?  
Ai spune ca e un rulou pentru o curte de tenis sau  
un fel de rulou pentru pictura.

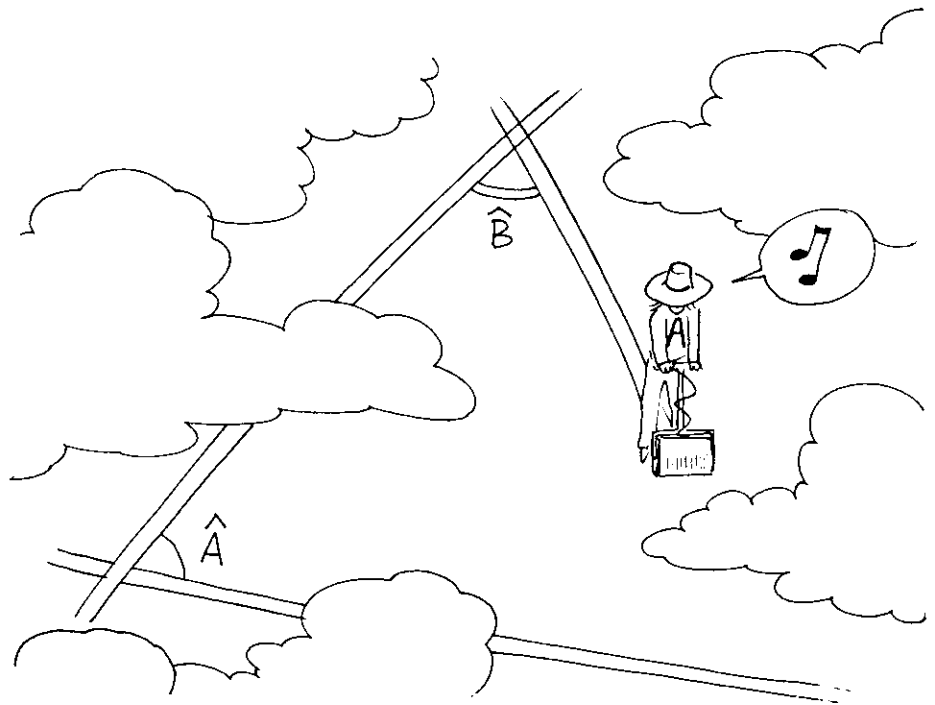


Poti sa-l deplasezi DREPT  
INAINTE, fara efort.  
Din contra, e imposibil sa-l  
deviezi cit de putin la  
dreapta sau la stinga.



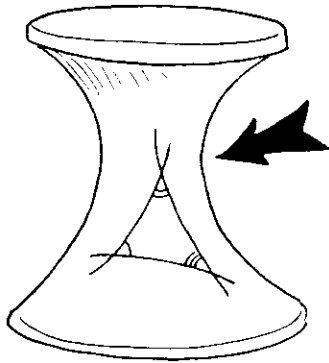
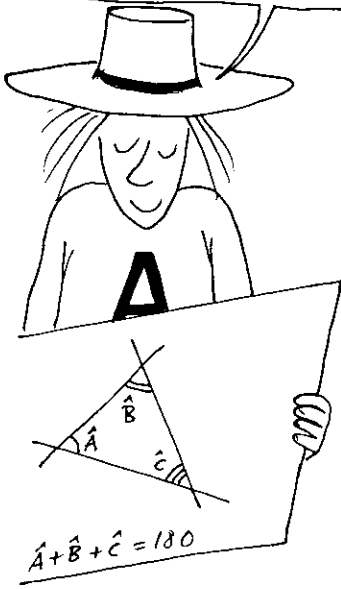
La ce serveste acest  
miner ?  
Ia te uita, el suprima  
aderenta si imi permite  
din cind in cind sa  
schimb directia.

Datorita acestui aparat, Anselm poate sa traseze  
GEODEZICE pe o suprafata. Cu ajutorul la trei  
geodezice, el poate sa traseze TRIUNGHIURI .



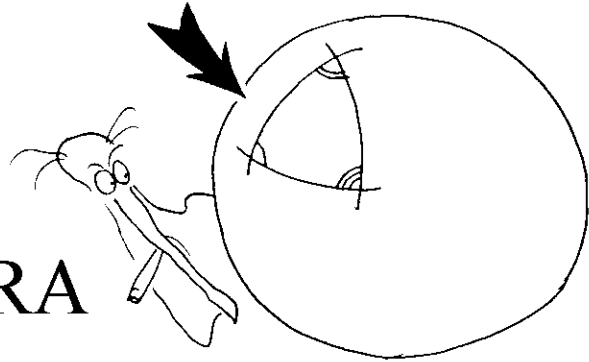
O suprafata este un spatiu in DOUA DIMENSIUNI. Adica este nevoie de DOUA  
CANTITATI pentru a repera pozitia unui punct, de doua coordonate.

Ia sa vedem, cind spatiul este EUCLIDIAN, suma unghiurilor triunghiului meu e de  $180^\circ$ .

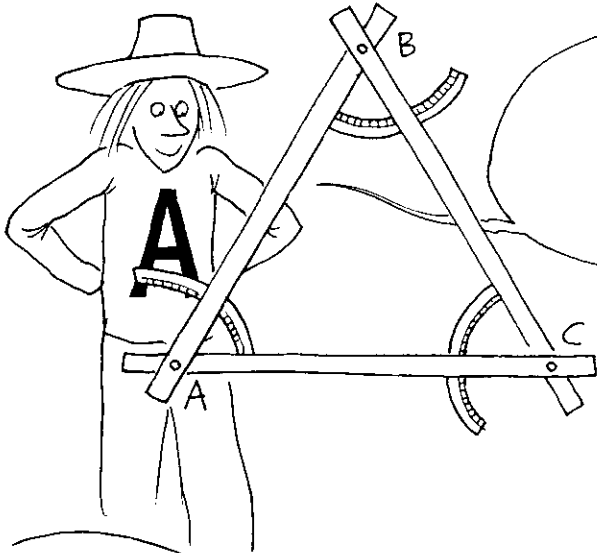


cind spatiul are o curbura negativa aceasta suma e INFERIOARA la  $180^\circ$

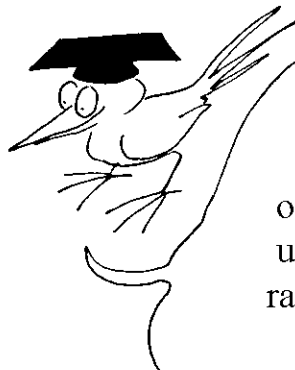
Intr-un spatiu cu curbura POZITIVA, aceasta suma e superioara la  $180^\circ$ .



## SPATII CU CURBURA VARIABILA:



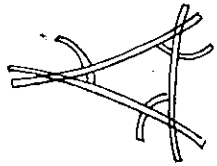
Eu am inventat un curbimetru. El e format din 3 lamele elastice ce se rotesc liber in jurul la 3 suporturi.



E suficient sa-l plasezi pe o suprafata si sa-i masori unghiurile cu ajutorul celor trei raportoare pentru ca sa cunosti CURBURA LOCALA



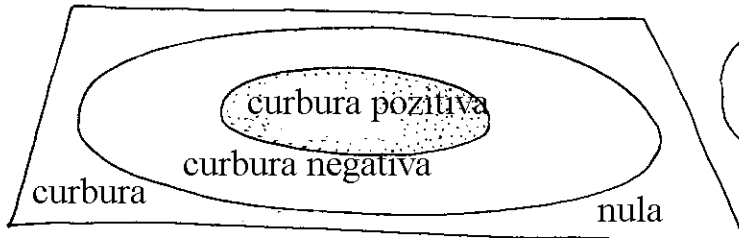
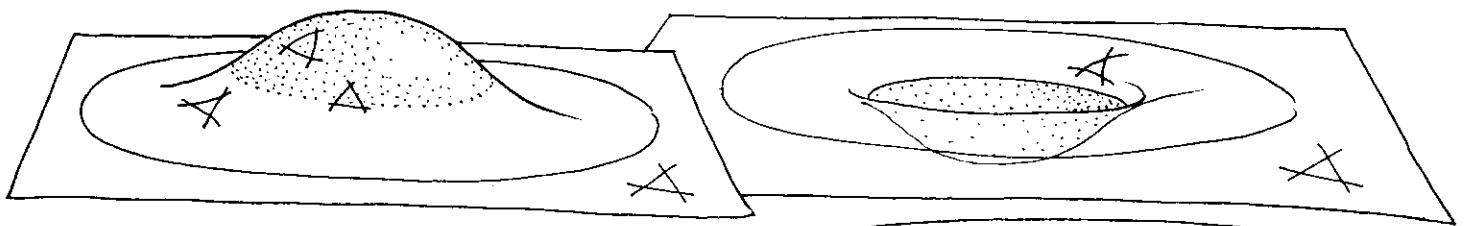
curbatura pozitiva



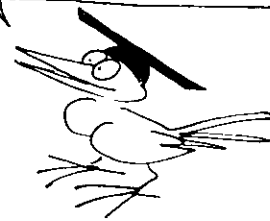
curbatura negativa

(\*) Pentru mai multe detalii, vezi GEOMETRICON, de acelasi autor, Editia Belin

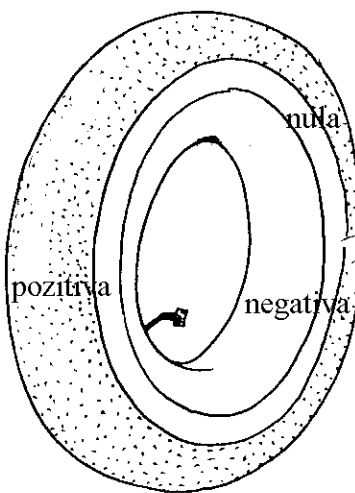
Acest delut amenajat intr-un plan este format dintr-o regiune centrala cu curbura pozitiva, inconjurat de o regiune cu curbura negativa.



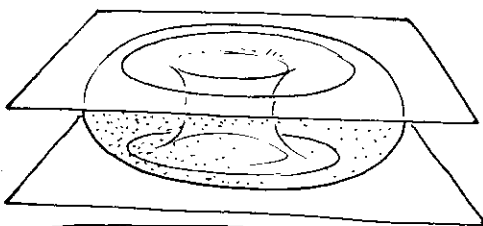
Din puncte de vedere al curburii, o proeminenta e identica unei depresiuni



deci, fara nici o eroare, acesta e un TOR?



Exact, fiind format din doua fisii: una cu curbura pozitiva, a doua cu curbura negativa, separate de o fisie cu curbura nula



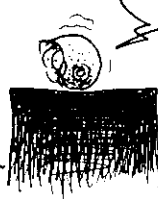
Cea din urma poate fi determinata, daca plasam totul in doua planuri, in forma de sandvis

Draga Tiresias, realizati oare ca cochilia d-voastra este un spatiu bidimensional cu curbura variabila?


Leon, lasa-l in pace pe Tiresias!



mi!...




# PUNCTE CONICE




vei vedea, Anselm, ca exista lucruri  
inca mai stranii

Grabeste-te, Tiresias, sunt  
nerabdator sa le cunosc...

Asteapta-ma!..




Vezi, Tiresias, eu vai indrepta suprafata mea,  
intrepatrundzind geodezicele, ceea ce ima da o multime de triunghiuri



Cochilie cu curbatura variabila...  
iti voi arata eu tie..!

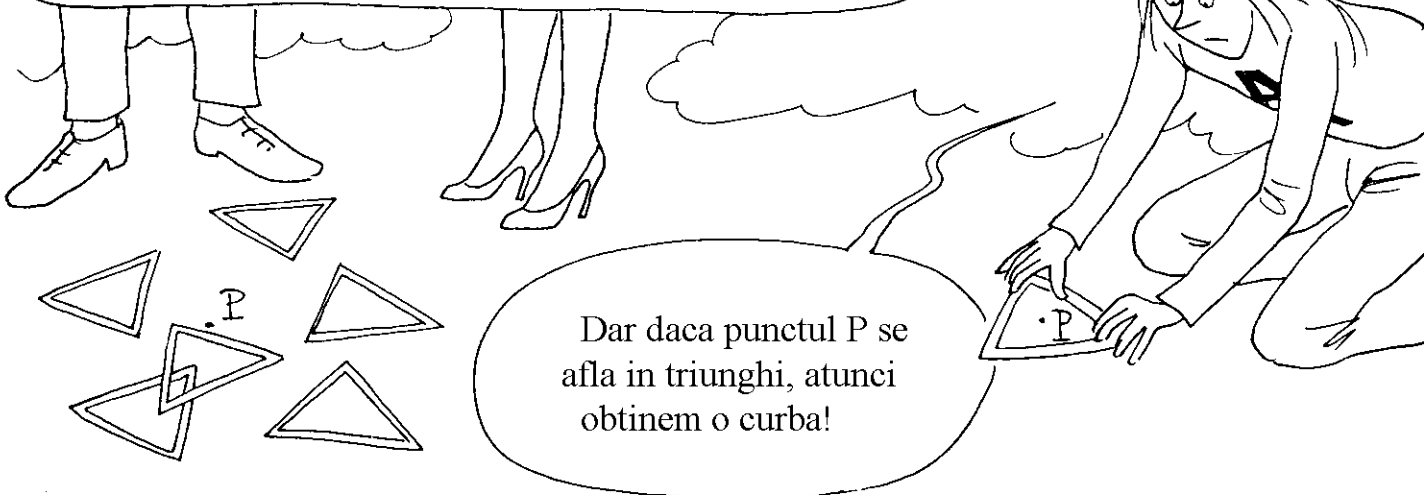
Nu mai inteleg nimic! Ce se mai petrece in jurul  
acestui punct P?



nu ai decit sa-ti utilizezi  
curbimetrul.

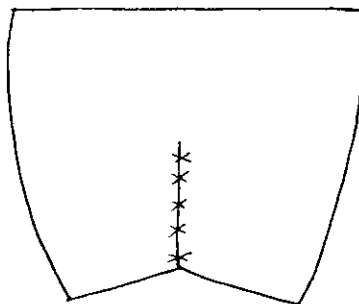
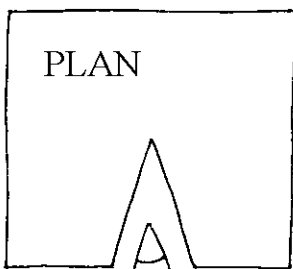


In fine, Sophie, ce se intimpla? Daca triunghiul curbimetrului nu contine acest punct P, el indica o curbatura nula

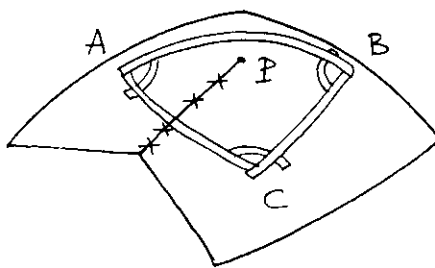


Dar daca punctul P se afla in triunghi, atunci obtinem o curba!

Acesta este un punct conic. Priveste, eu iau un plan, ii scot un sector de unghi O si il cos la loc



Astfel obtin un con, pe care il vom numi POSICON

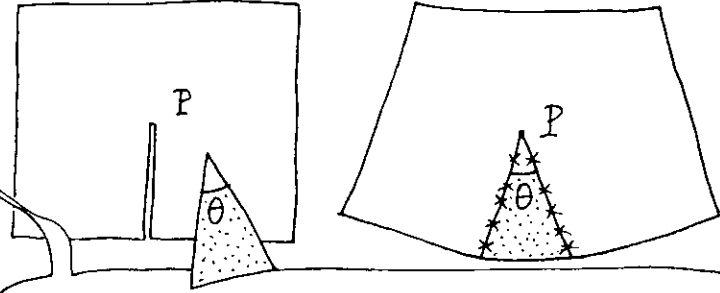


$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ + \theta$$

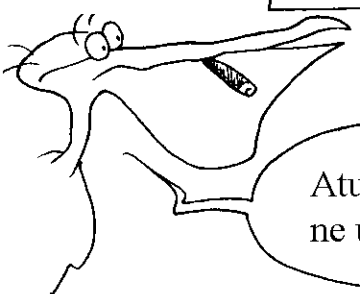
Puteti verifica cu un carton. Un rulou de hirtie colanta va ajuta sa materializati geodezicele usor.



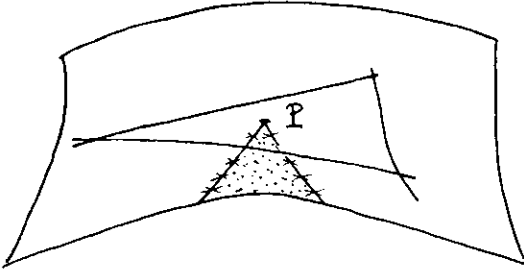
Deci, daca triunghiul meu contine virful unui con, suma unghiurilor sale va fi intotdeauna superioara la  $180^\circ$ !



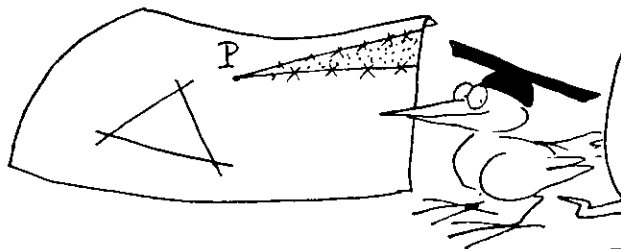
Nu te grabi! Refacind planul meu, din contra, ii voi ADAUGA un sector de unghi O.



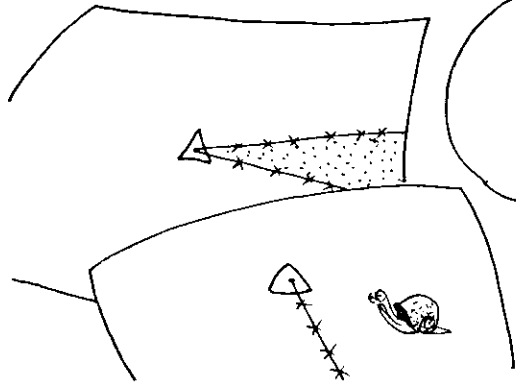
Atunci... vom obtine un NEGACON?



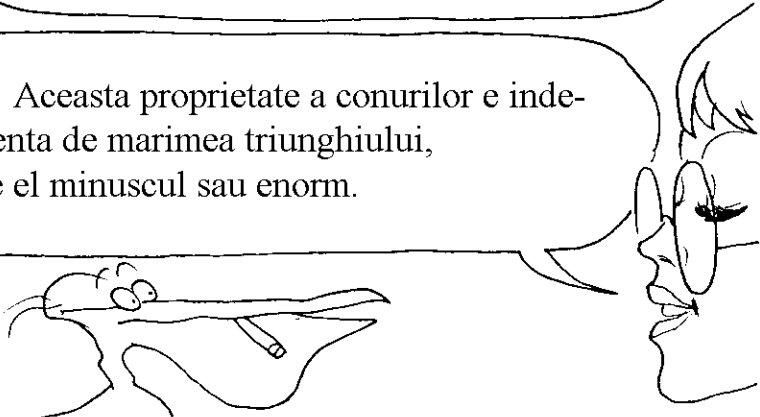
In cazul acesta, cind triunghiul inconjoara punctul P, suma unghiurilor e egala cu  $180^\circ - O$ .

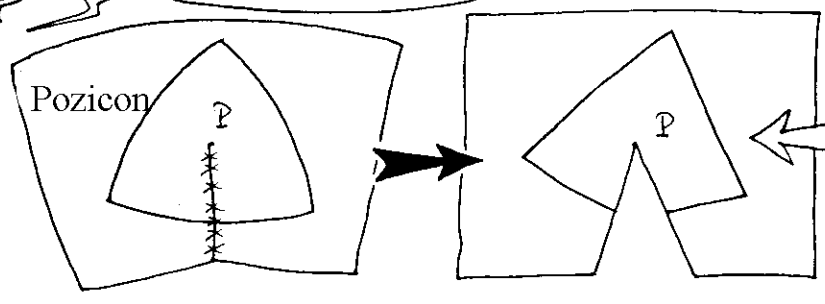
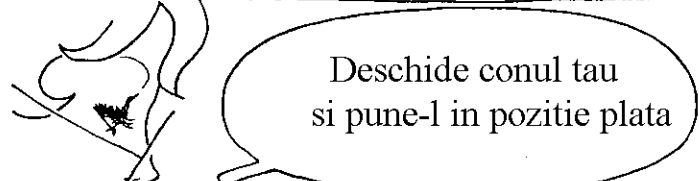
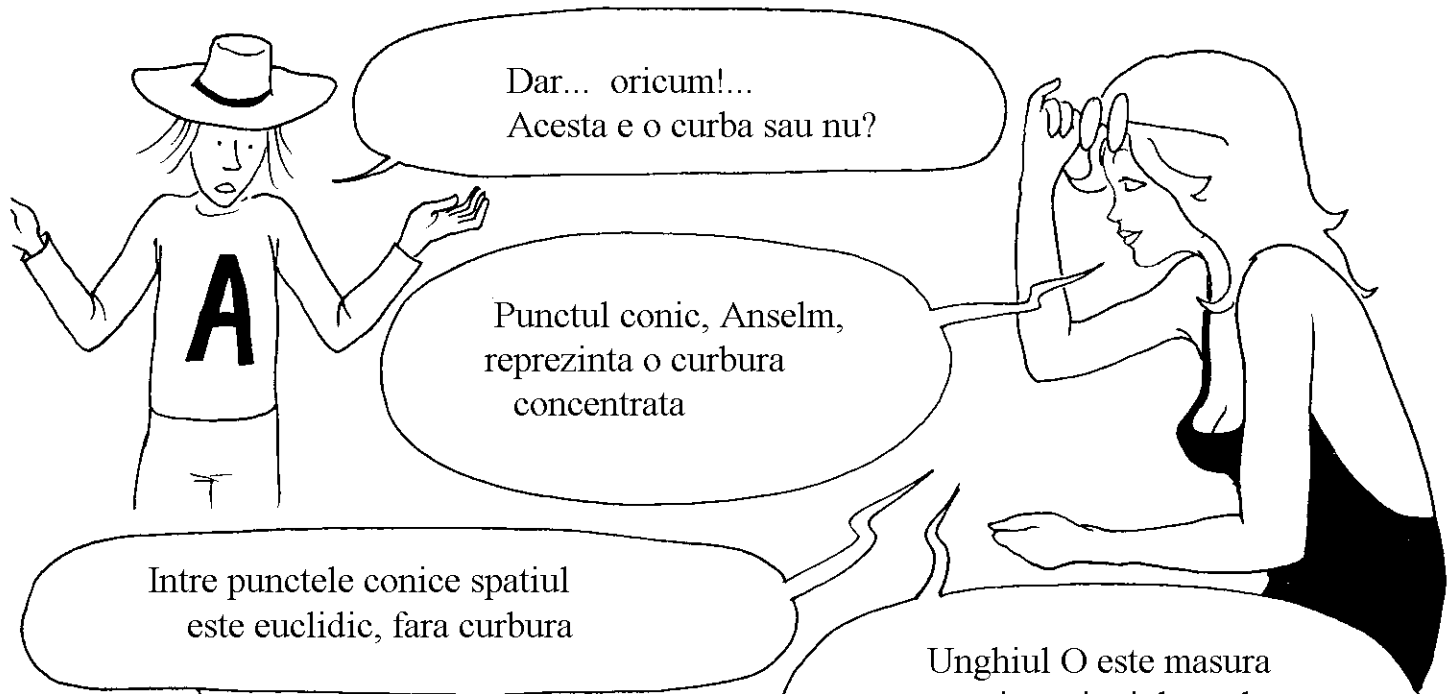


Dar, iarasi, cind punctul se afla la exteriorul triunghiului, suma unghiurilor e de  $180^\circ$



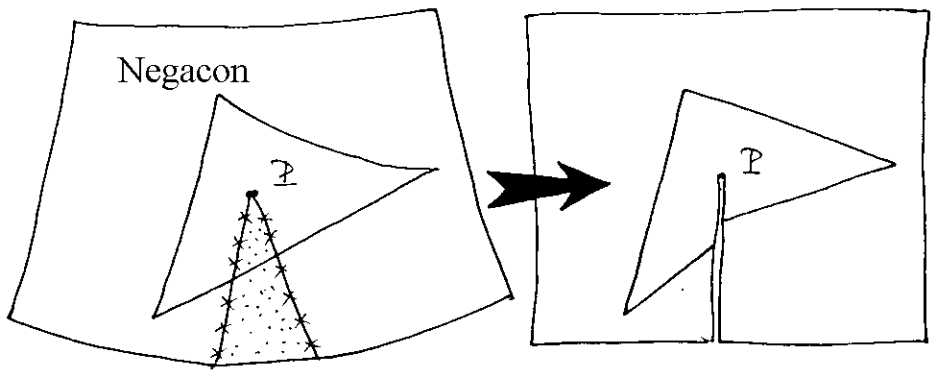
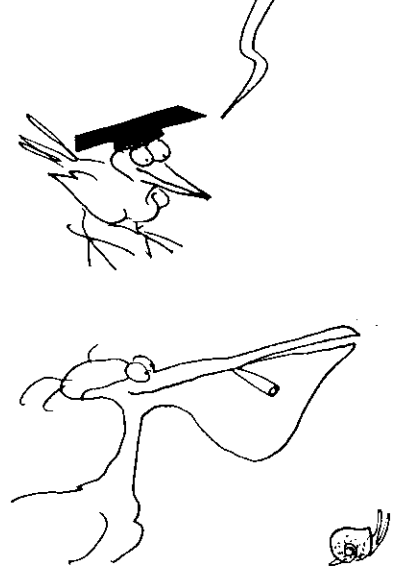
Aceasta proprietate a conurilor e independenta de marimea triunghiului, fie el minuscul sau enorm.

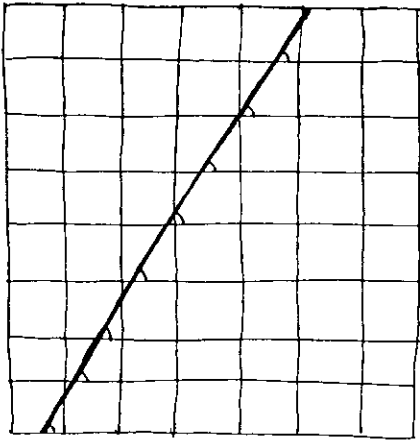




Iata rezultatul operatiei,  
efectuate de catre Anselm,  
in cazul unui con  
cu curbura pozitiva

Si in cazul unui con cu curbura negativa





Sa luam ca exemplu o suprafata PLANA si sa o incrustam cu geodezice ce formeaza careuri regulate. Am putea spune ca am PAVAT aceasta suprafata cu careuri identice. Daca am urma o TRAIECTORIE, un TRASEU, in asa fel, ca sa eliminam marginile careurilor succesive sub același unghi, acest traseu va fi efectuat, urmind o geodezica de la suprafata.

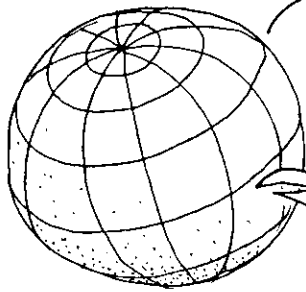
Din partea Directiei

Dar de ce sa nu facem tot asta pe o sfera?

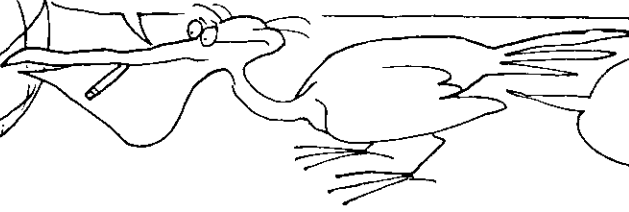
In primul rind, incearca sa pavezi o sfera cu careuri bine definite si o sa-mi arati ceva nou si nemaipomenit

Meridianele unei sfere sunt geodezicele sale. Un traseu ce taie aceste meridiane sub un unghi constant, diferit de  $90^\circ$ , va conduce invariabil spre unul din POLURILE sale !

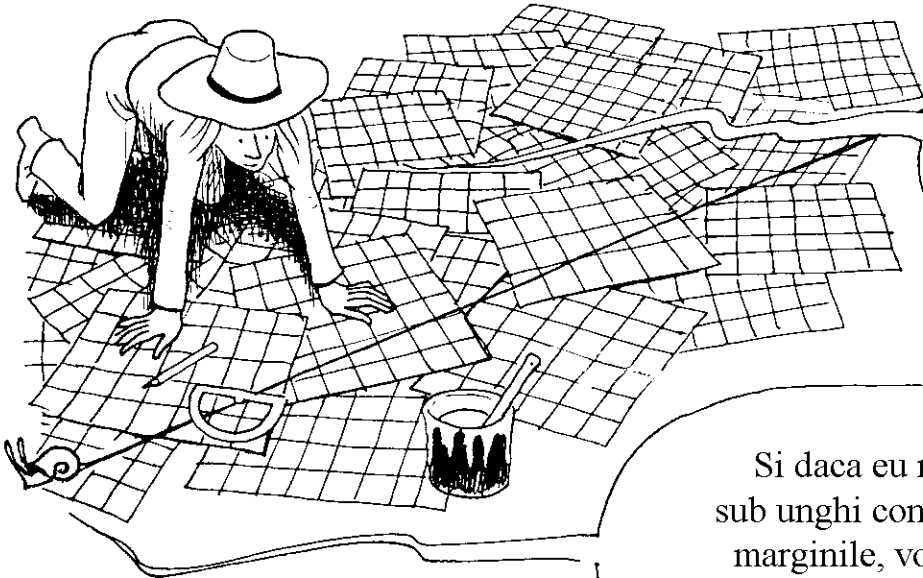
O navigatie cu destinatie constanta duce spre... pol!



Daca meridianele sferei sunt taiate la  $90^\circ$ ,  
eu ma voi deplasa pe niste paralele

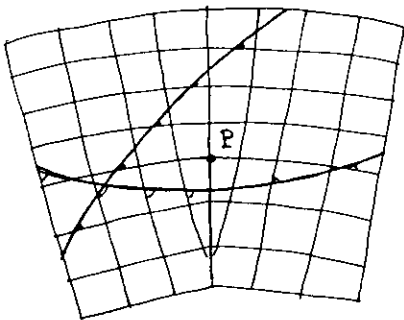


paralele ce nu sunt  
geodezice. Vazut! (\*)

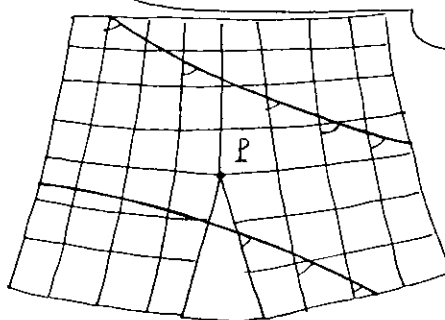


eu pot sa acopar o suprafata  
plana, euclidiana, cu  
ajutorul unor elemente  
plane, patrate

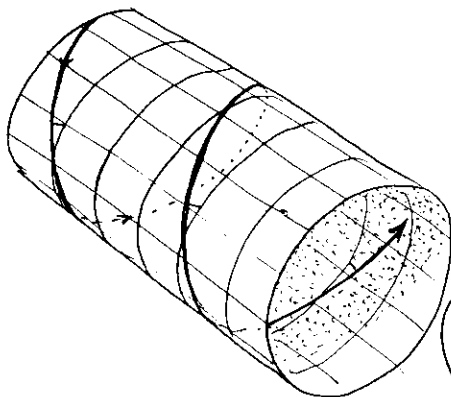
Si daca eu ma deplasez, taind aceste figuri  
sub unghi constant, asigurand excelent  
marginile, voi obtine o geodezica



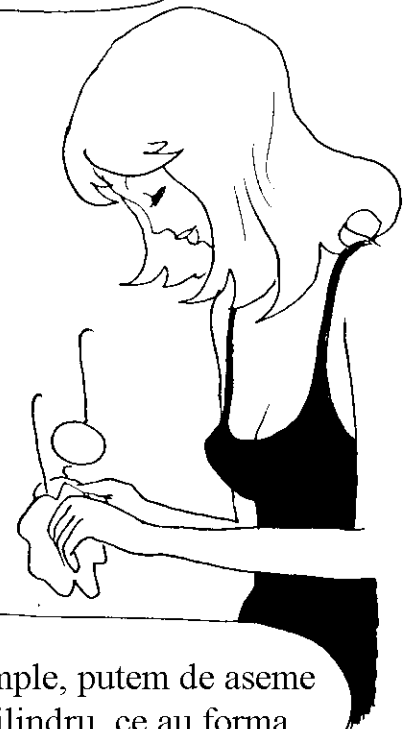
POZICON



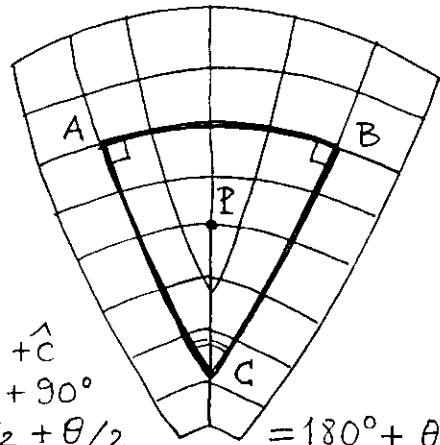
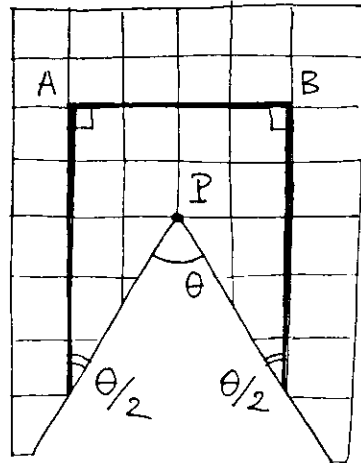
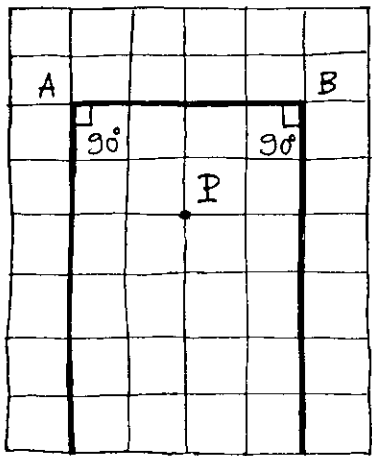
NEGACON



Cu ajutorul acestei metode simple, putem de aseme  
nea obtine geodezicele unui cilindru, ce au forma  
de spirala



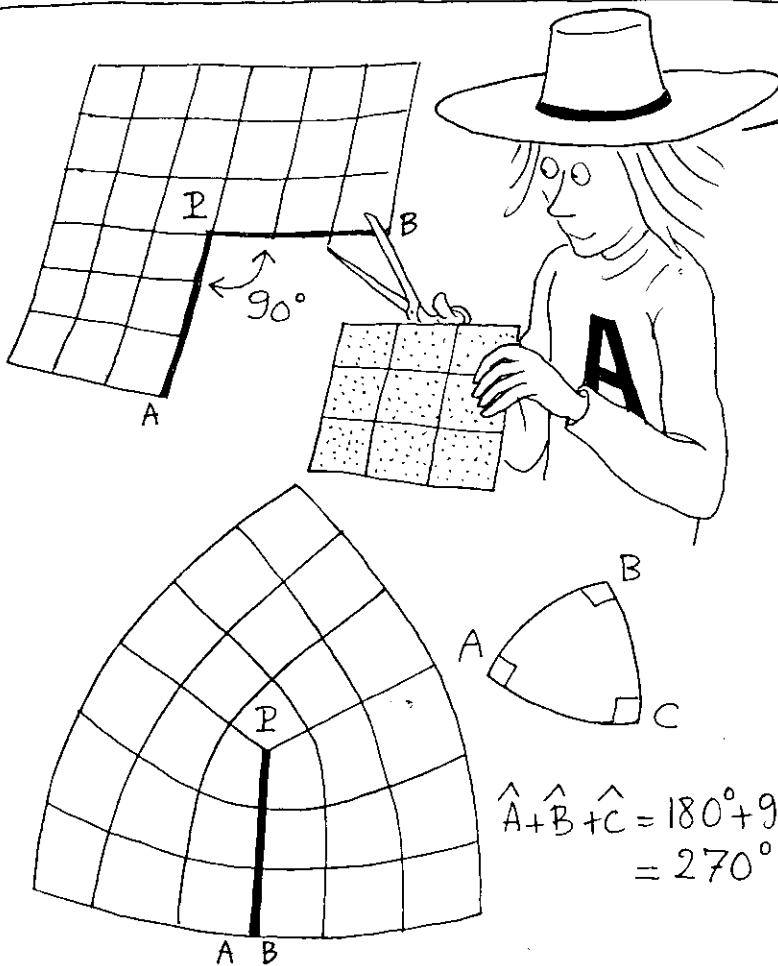
Iata de ce suma unghiurilor unui triunghi, pe un pozicon, se maresta din directia unghiului de taiere O:



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

Acum Anselm va construi niste conuri particulare, in care regularitatea careurilor va ramine neschimbata.

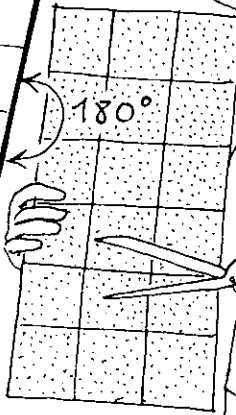
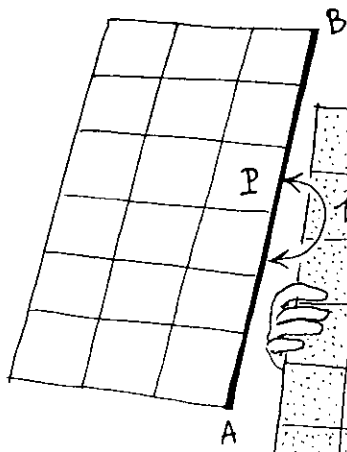
Din partea Directiei



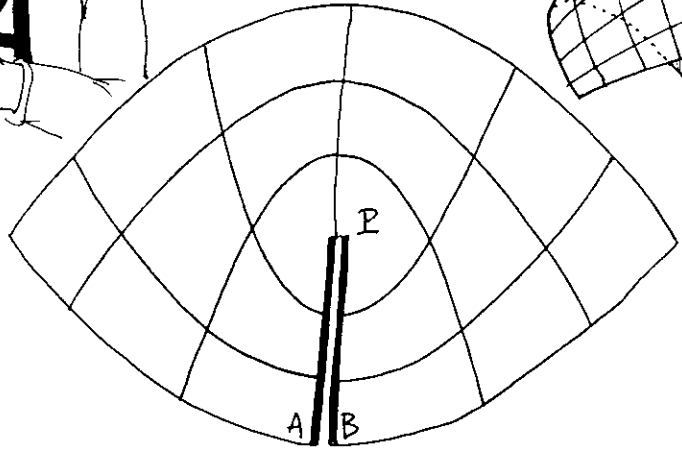
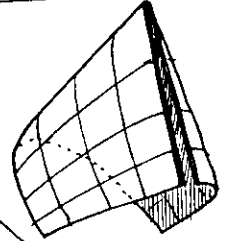
Aici, scot 90°

$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ + 90^\circ = 270^\circ$$

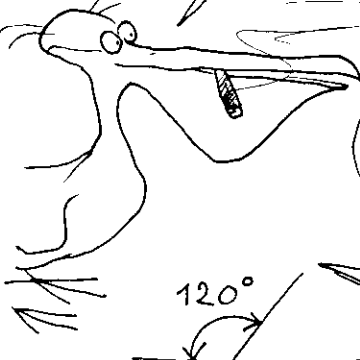
Pe un asemenea con poti trasa triunghiuri rectangulare unilaterale



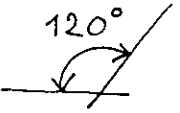
Acum scot un sector de  $180^\circ$



Pe un asemenea con, suma unghiurilor unui triunghi e de  $360^\circ$



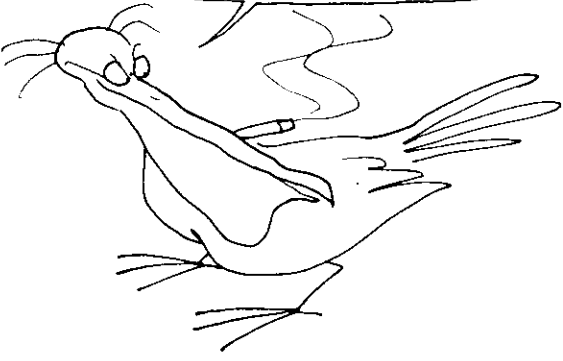
Ceea ce vrea sa zica ca am outea trasa de asupra, cu ajutorul geodezicelor sale, un triunghi cu trei unghiuri egale cu  $120^\circ$ , deci obtuz



Si el se va inchide oricum?

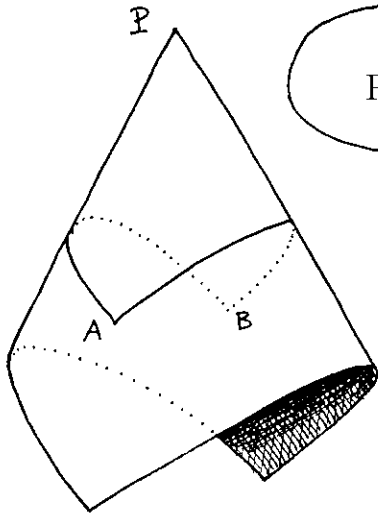


Bineinteles, dragul meu Tiresias, obtuz sunteti d-voastra!

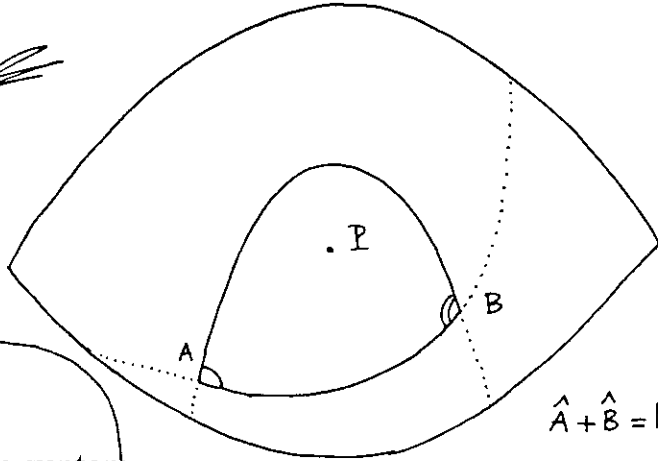


Mi!

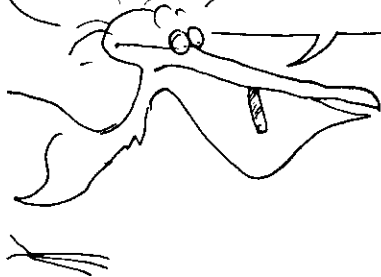




Pe acest con putem trasa BIUNGHIURI, suma unghiurilor fiind egala cu  $180^\circ$



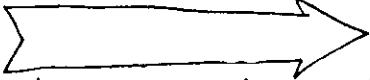
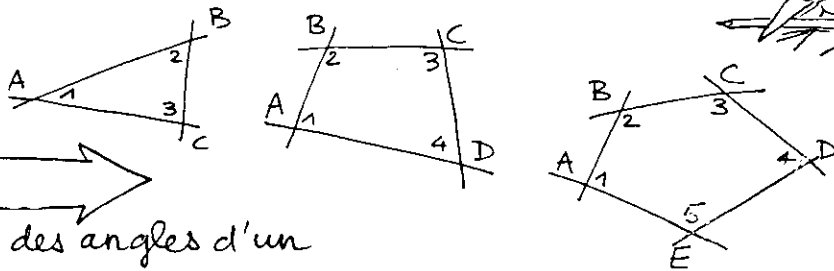
Stati putin! Nu mai inteleg nimic...  
 Mergea vorba despre triunghiuri. Acum suntem la BIUNGHIURI. De ce nu, data urmatoare, la ... monounghiuri?!?!?..



toate aceste obiecte sunt niste POLIGOANE

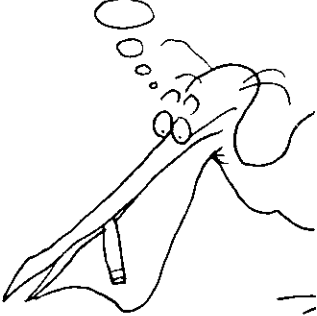


CONUL VAZUT DE SUS

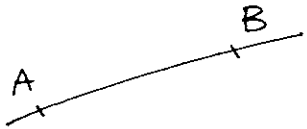


- La somme des angles d'un
- triangle vaut  $180^\circ$
  - quadrangle vaut  $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$
  - pentangle vaut  $180^\circ + 180^\circ + 180^\circ = 540^\circ$

etc...  
 nu mai pot...

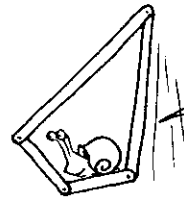
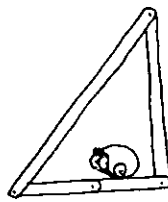
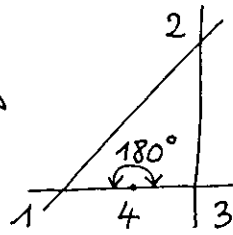


Si in cazul BIUNGHIULUI, redus la un segment, aceasta suma e nula





De ce  $180^\circ$  in plus de fiecare data cind se adauga un virf?



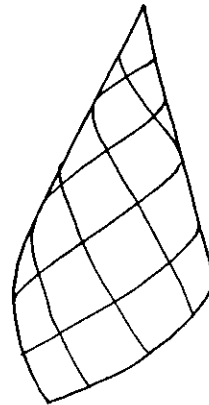
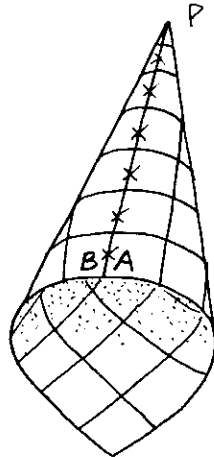
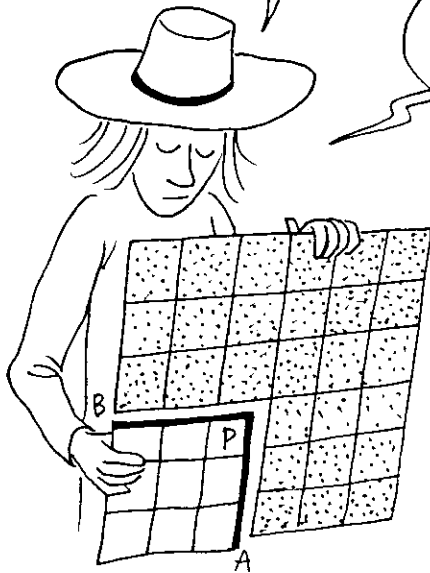
Hop..

Aceasta ar trebui sa va lumineze..

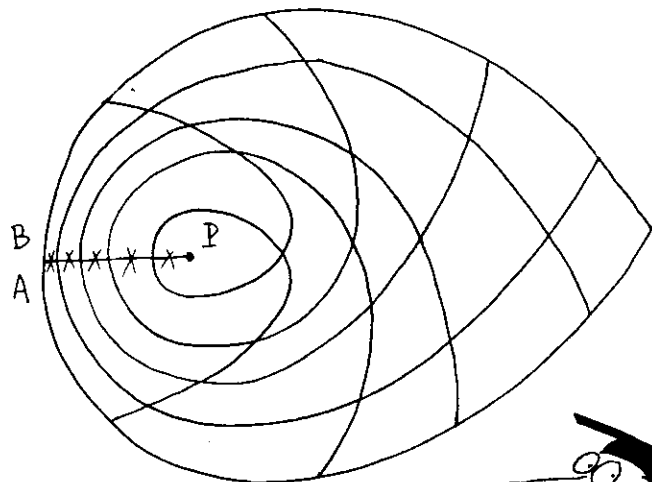
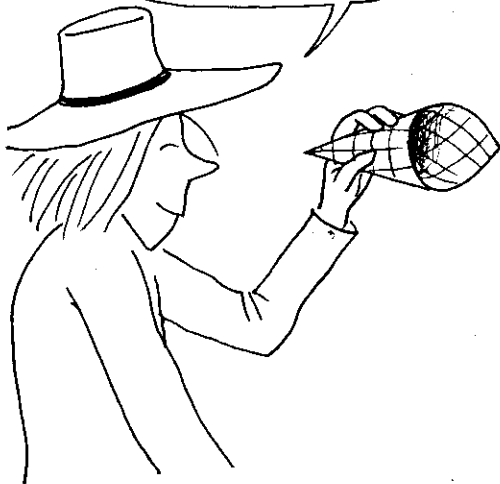
Sa continuam..

Acum voi scoate trei patrimi din plan

Seamana cu un servetel de servit



Si cind privesc prin capatul mai ingust...

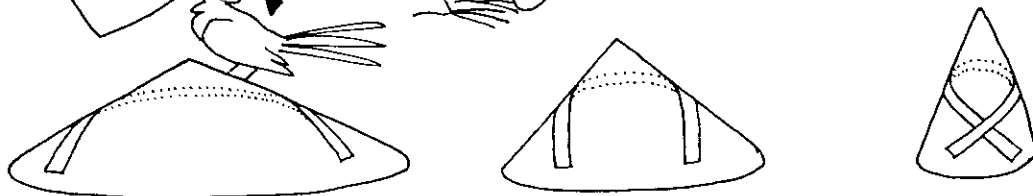


Anselm obtine urmatoarele

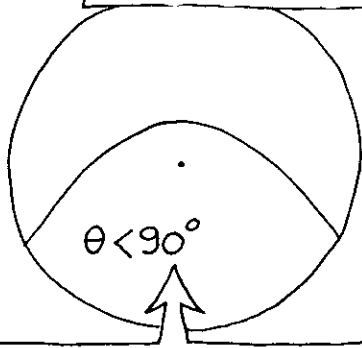


Pe acest con toate geodezicele se intrepatrund ( aici sub un unghi drept).  
Putem deci sa trasam aici niste monounghiuri

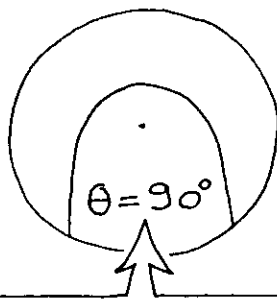
Deci e adevarat!



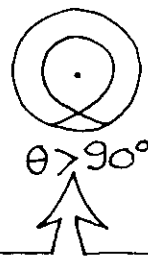
Totul depinde de unghiul  $\theta$  al conului



Geodezicele nu se inchid



Caz limitat

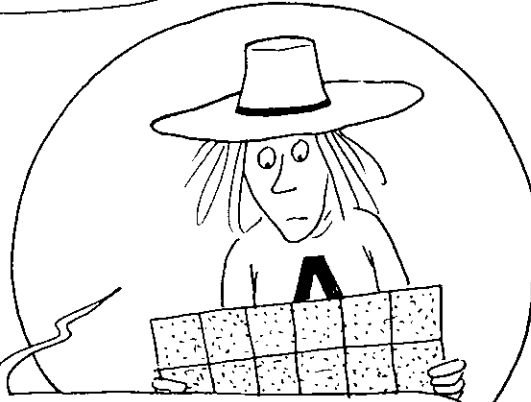
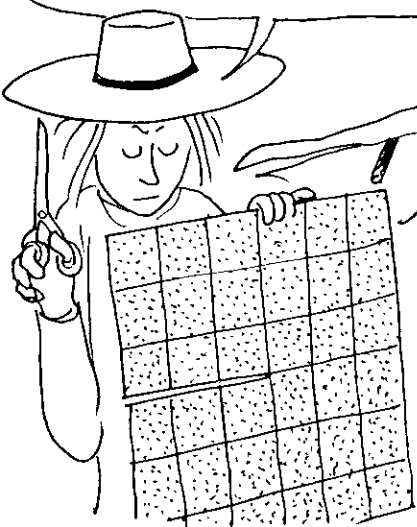


Geodezicele se inchid

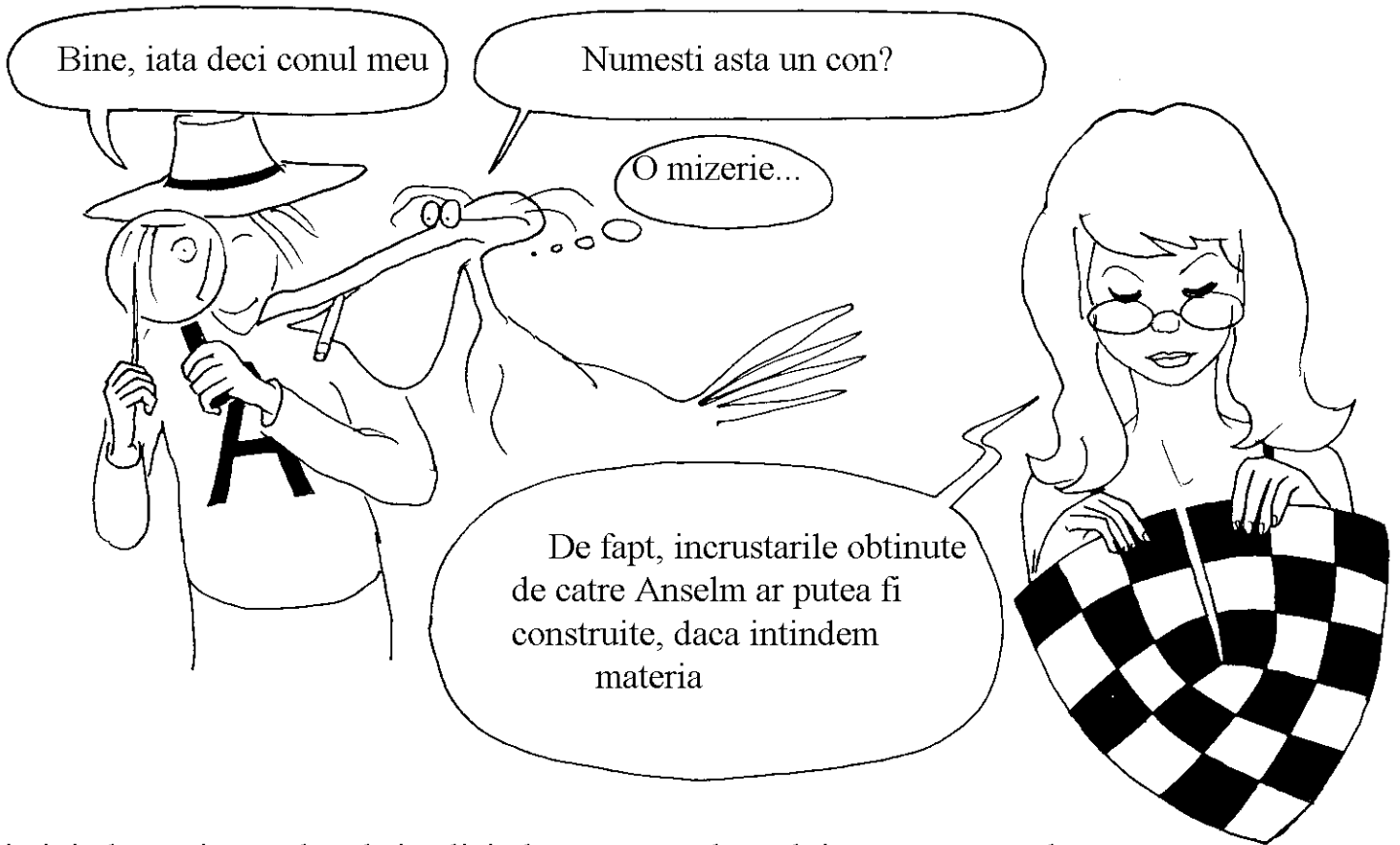
## POLURILE

Si daca eu as scoate... totul?

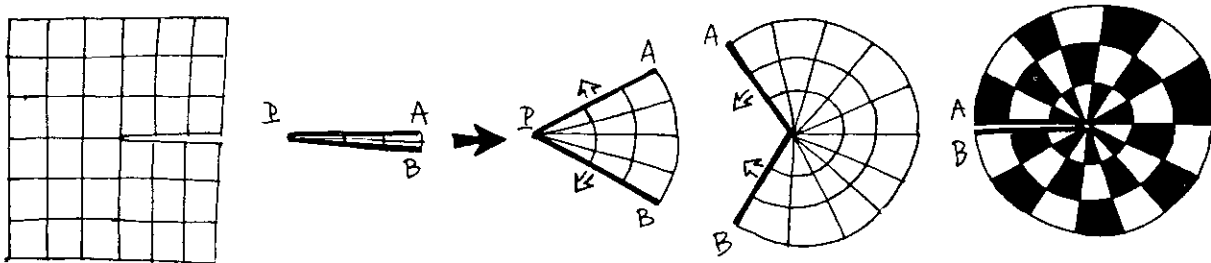
Cum totul??!!!



Da, daca as scoate practic TOT planul?



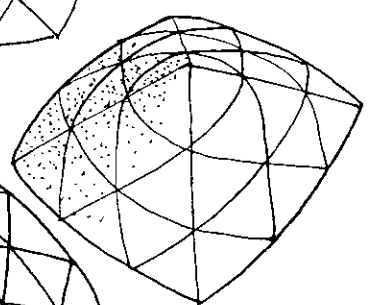
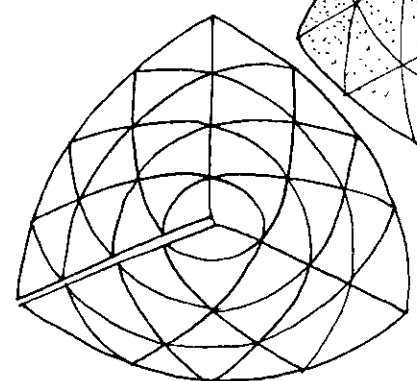
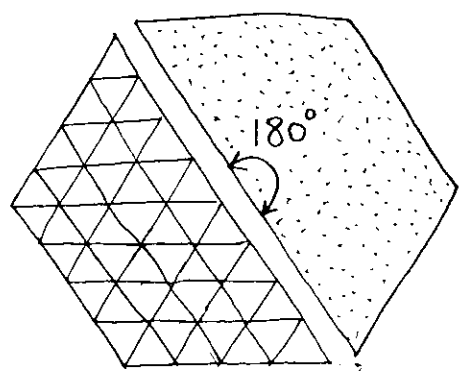
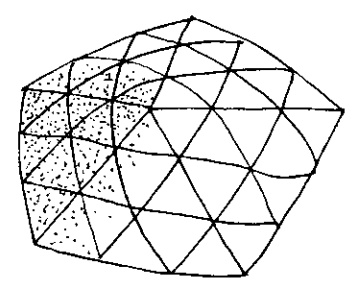
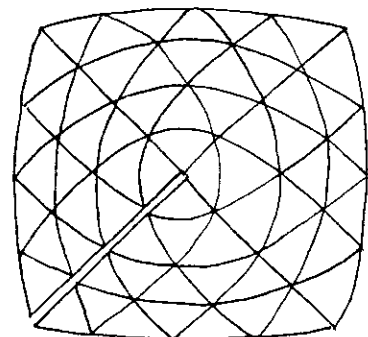
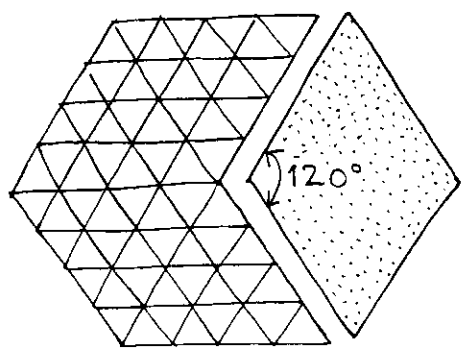
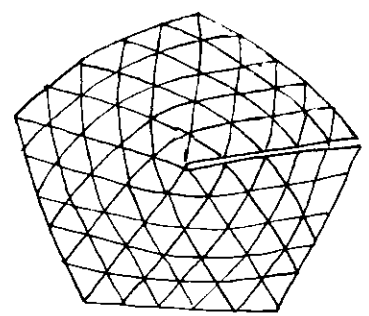
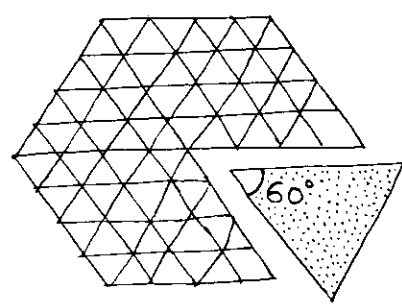
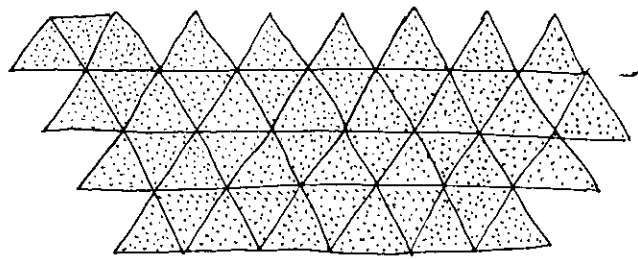
Eliminind practic tot planul si aplicind acest procedeu, obtinem urmatoarele:



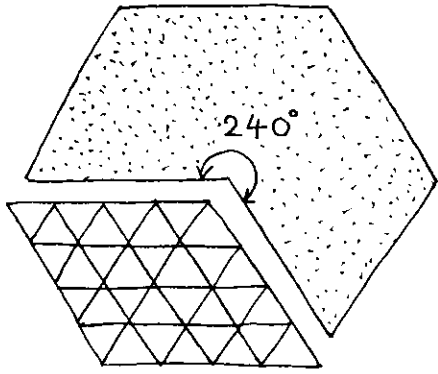
Numai ce, am pavat niste spatii cu doua dimensiuni (suprafete) cu niste patrulatere.  
Dar as putut s-o fac cu niste triunghiuri



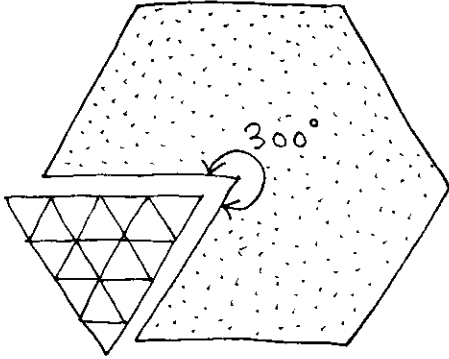
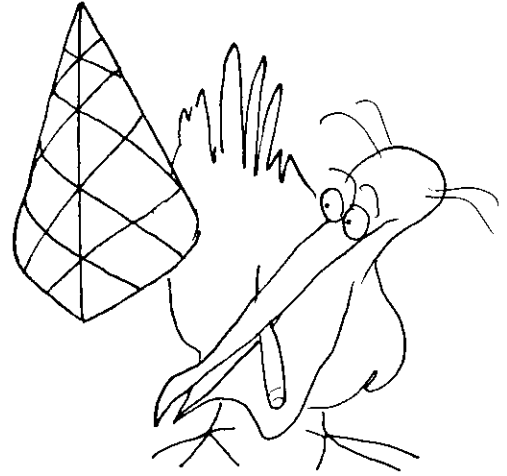
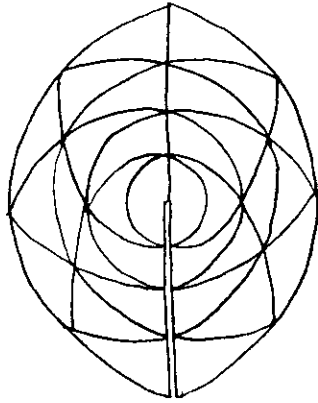
Sau cu hexagoane



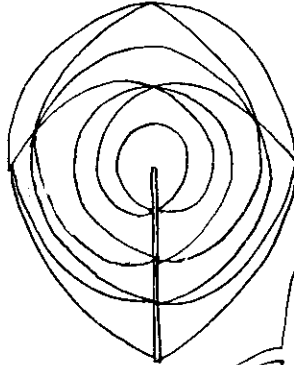
Aceste incrustari cu triunghiuri echilaterale permit sa incadrez conuri cu unghiul  $60^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $240^\circ$  si  $300^\circ$



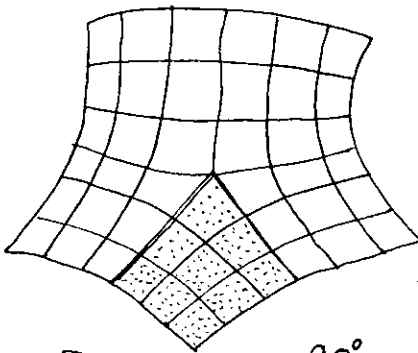
240°



300°



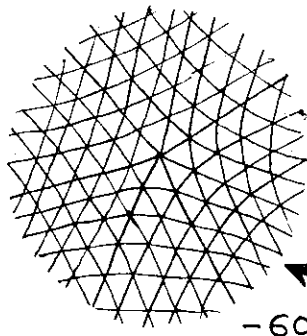
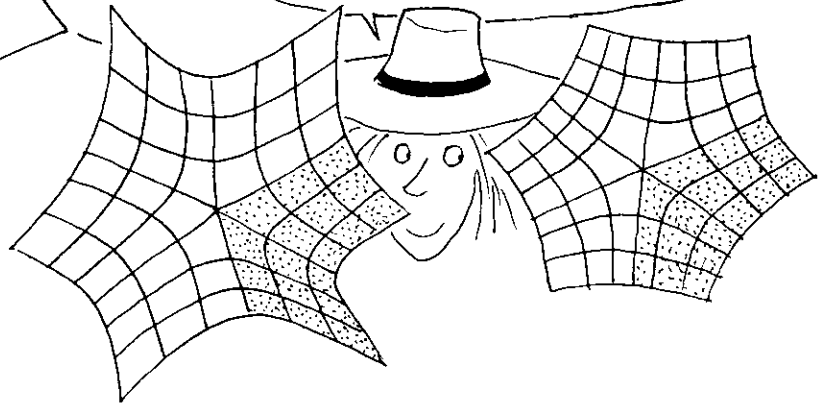
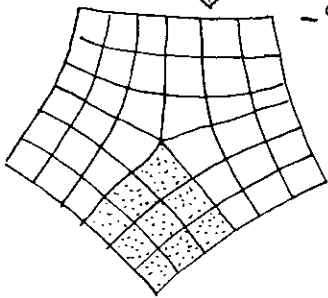
Inserind un sector de unghi  $\theta$ , eu creez o curbura negativa  $-\theta$ , concentrata pe virful acestui negacon



-90°



Cantitatea de curbura concentrata e de  $-\theta$ , etc..



-60°

De asemenea, putem crea negaconuri destul de dragute cu incrustari triangulare



# MASURAREA CURBURII

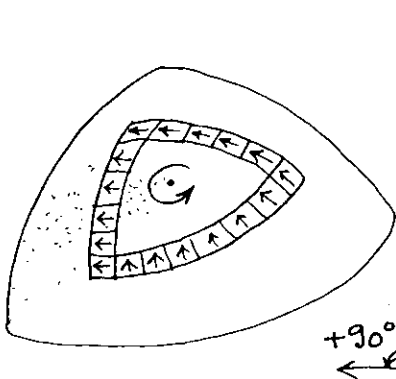
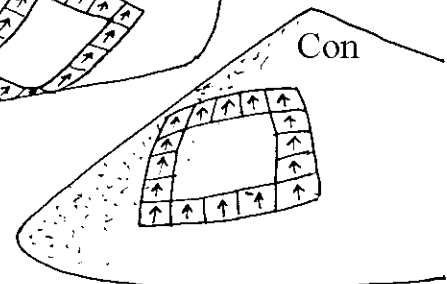
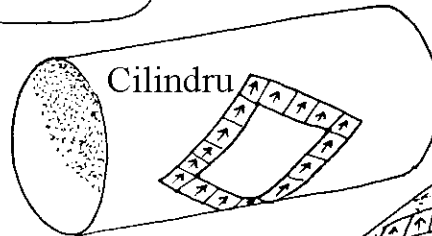
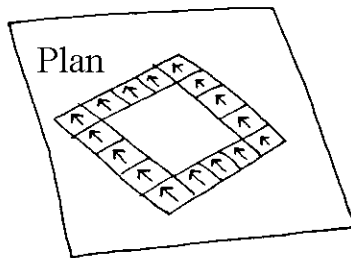
Iata-l pe Anselm foarte ocupat cu o incurcatura de un gen nou

Jocul consta in a inconjura un punct de concentrare de curbura cu carouri, respectind continuitatea sagetilor. Dupa un tur in jurul punctului P, unghiul, sub care s-a intors sageata indica măsura directă a curburii O.

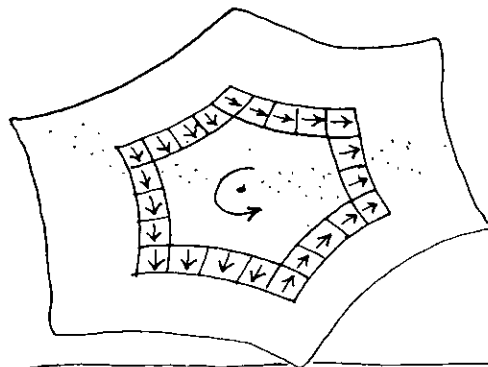
Carourile mele trebuie sa se uneasca la perfectie...

Citeva exemple:

Plan, cilindru, con  
( fara a inconjura virful ):  
cantitatea de curbura: 0



+90°



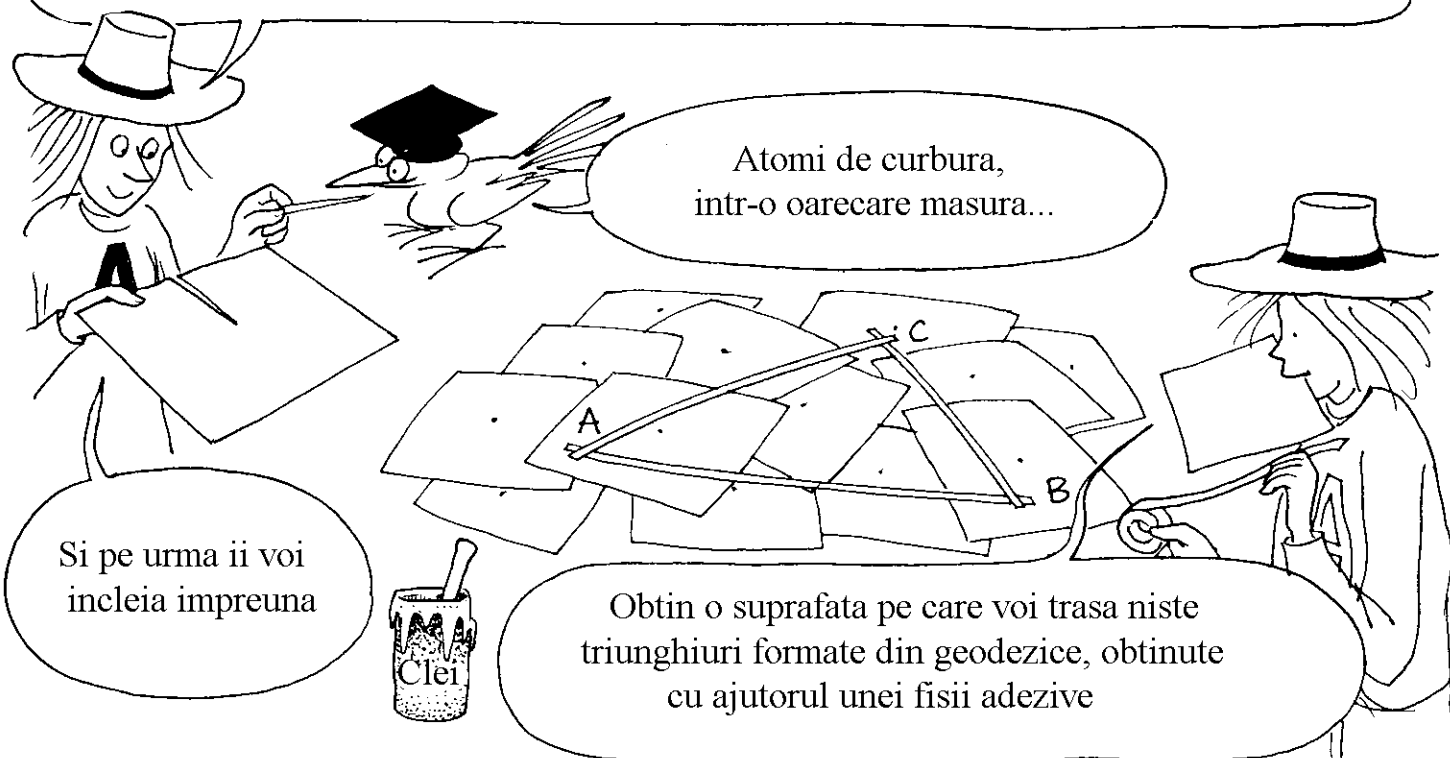
-180°

Negacon -180°



Sa ne rotim in jurul unui punct intr-un sens oarecare. Daca sageata se va roti in acelasi sens, merge vorba despre un pozicon. Daca ea se va roti in sens opus, atunci acesta e un negacon.

Eu voi fabrica niste poziconuri, avind fiecare un unghi foarte mic O.



Atomi de curbura,  
intr-o oarecare masura...

Si pe urma ii voi  
inleia impreuna

Obtin o suprafata pe care voi trasa niste  
triunghiuri formate din geodezice, obtinute  
cu ajutorul unei fisii adezive

Suma unghiurilor triunghiului depaseste cele  $180^\circ$  cu o valoare ce este  
egala cu suma unghiurilor conurilor elementare, ale caror virfuri  
se afla in acest triunghi.

Din partea Directiei



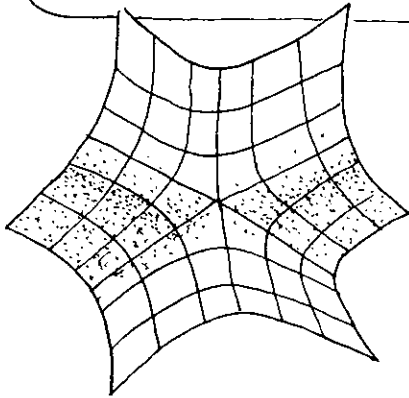
Ceea ce noi numim de obicei o suprafata curba, poate  
de asemenea fi considerata ca  
o multime de microconuri, inleiate impreuna

Putem de asemenea asambla NEGACONURI,  
sau POZICONURI si NEGACONURI.

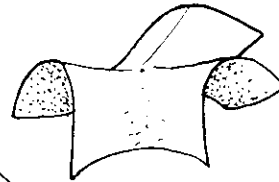
In acest caz, suma unghiurilor triunghiului va fi de  $180^\circ$ ,  
plus cantitatea de curbura ce o contine, calculata algebric.



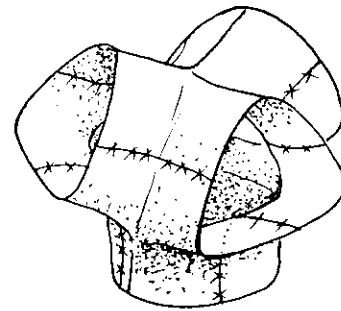
Sophie, ce se intimpla daca asociez NEGACONURI?



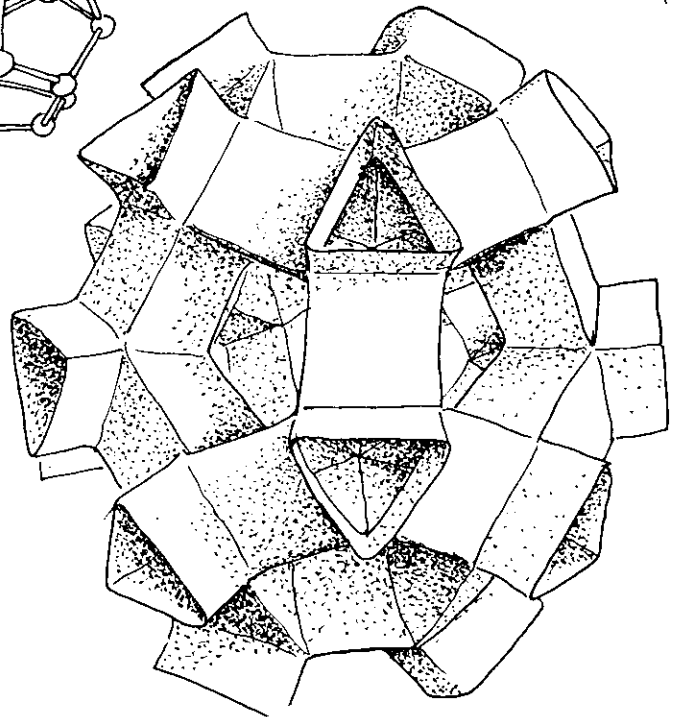
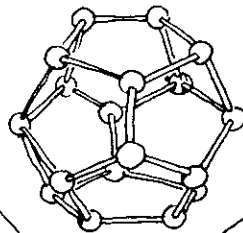
De exemplu,  
negaconuri  
 $\Theta = -180^\circ$ . Contu-  
rul lor corespunde  
unui hexagon cu cele  
6 sase unghiuri drepte



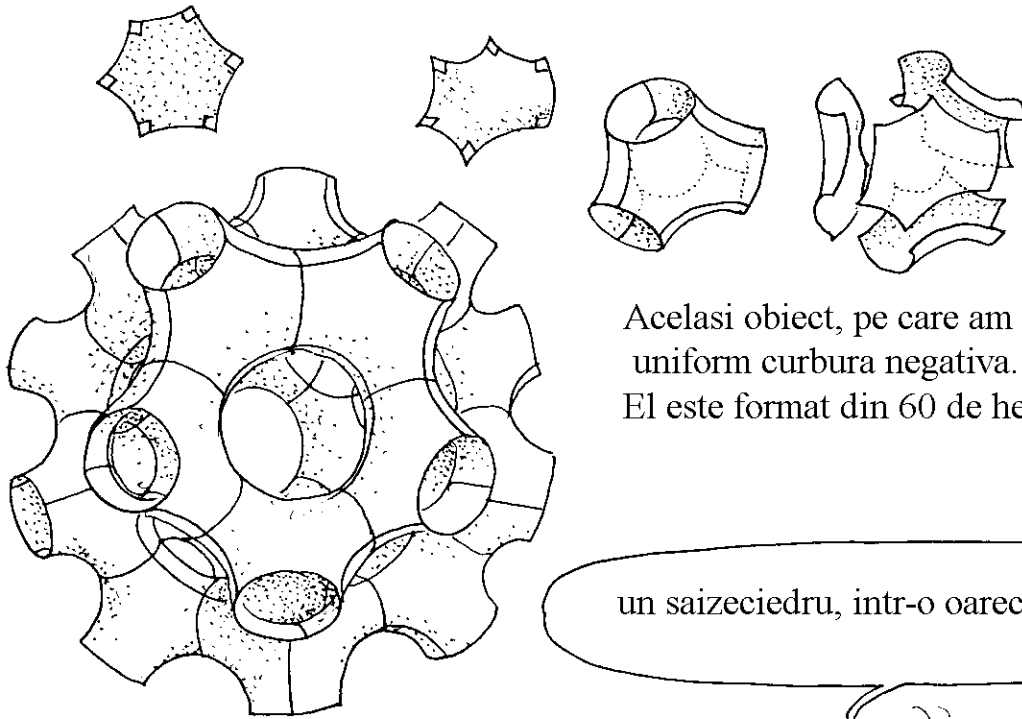
Putem mai intii  
sa le asociem cite 4.



Daca asociezi  
douazeci, obtii  
acest element de  
suprafata cu curbura  
negativa, fiecare  
plasindu-se pe unul  
dintre cele douazeci  
de virfuri ale unui  
DODECAEDRU (\*)







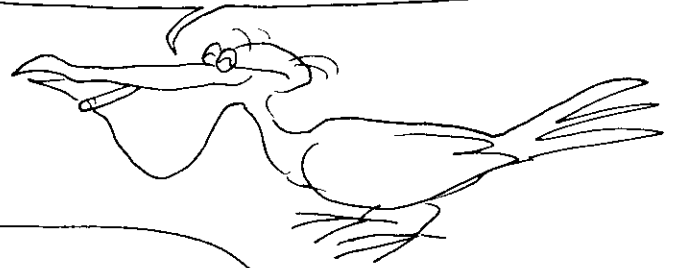
Acelasi obiect, pe care am repartizat mai uniform curbura negativa.  
El este format din 60 de hexaortogone

un saizeciedru, intr-o oarecare masura...

Am spune, o vertebra de  
DODECAEDRODON



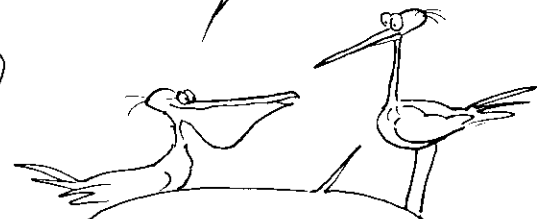
Daca v-ati ocupa de amenajarea solurilor  
si ati utiliza elemente hexaortogonale,  
iata cu ce ar semana solul d-vstra



dragul meu, mi-am permis sa  
spun ca, modificind genele unui  
melc, am putea face asa, ca  
cochilia lui...

Acest exemplu demonstreaza in ce  
masura distributia curburii poate  
conditiona forma obiectelor

!!!!



Ce grozavie!..

# TREI DIMENSIUNI

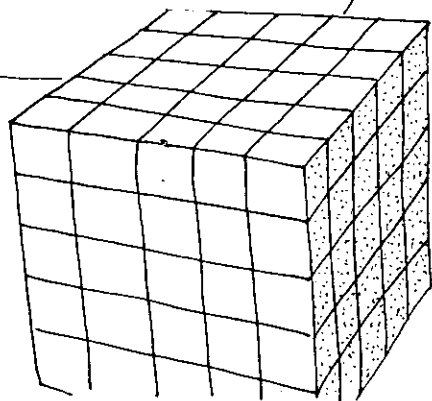
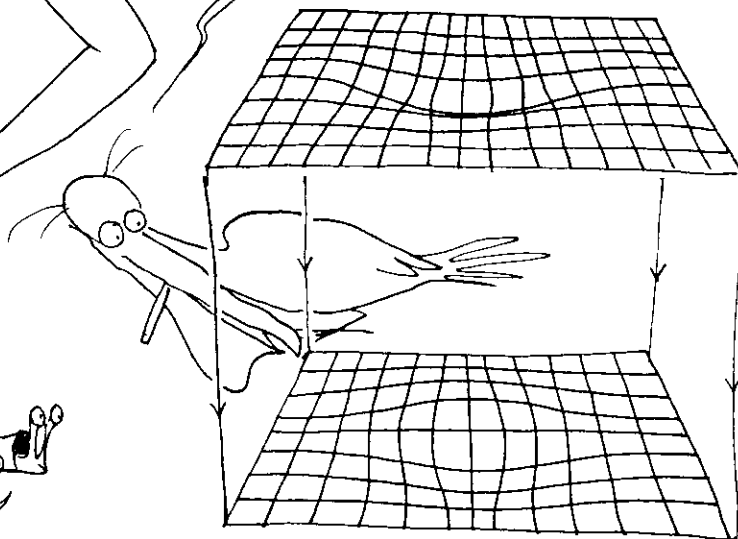
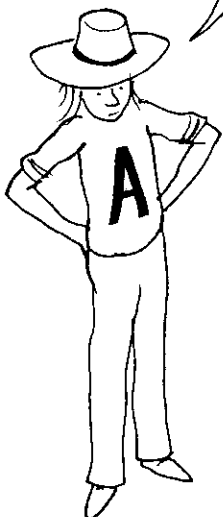
Sophie, e posibil oare de  
A VEDEA curbura spatiului  
nostru in 3 DIMENSIUNI?

e cam dificil, pentru ca  
tu traiesti in interiorul lui

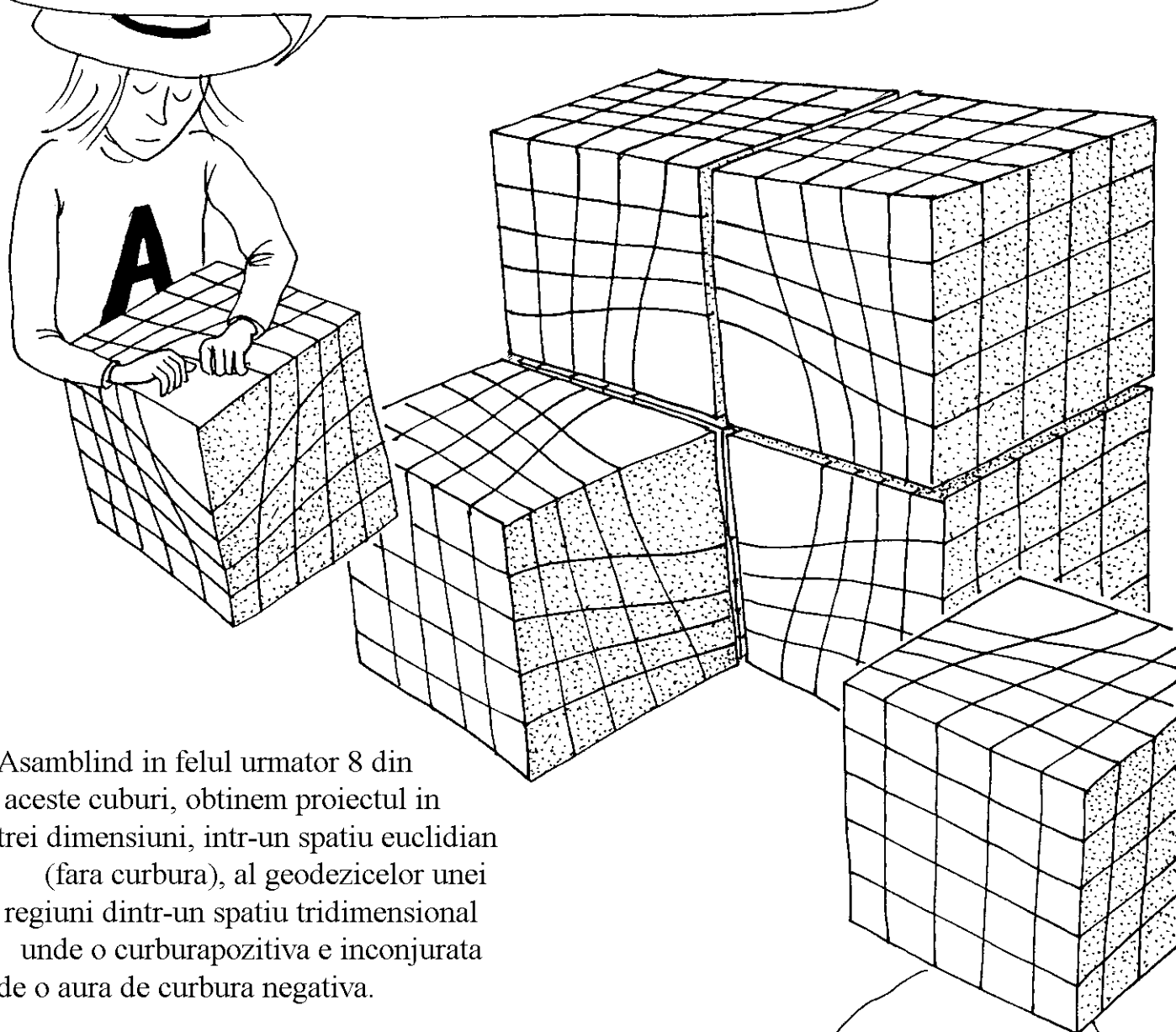
Stai putin, eu am vazut  
ca am putea proiecta  
geodezice de pe o suprafata  
(in doua dimensiuni) pe  
un plan (2 dimensiuni)

Acest "delut" corespunde unei  
concentratii de curbura pozitiva,  
inconjurata de o aura de  
curbura negativa

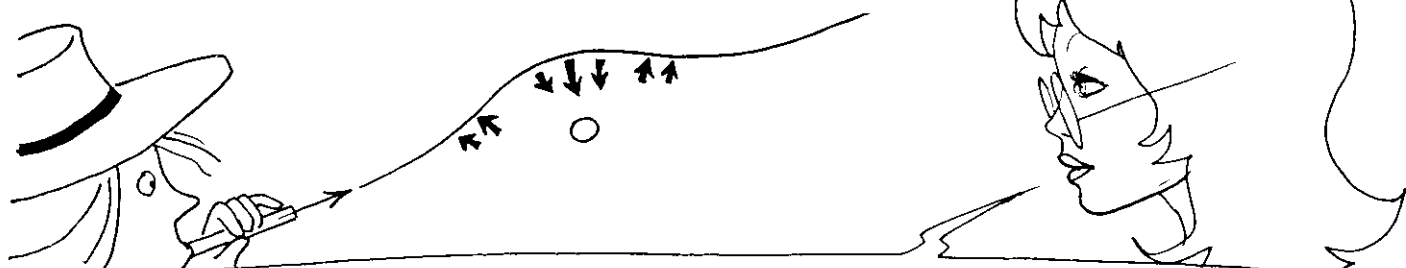
Priveste acum un cub  
imbracat cu o coarda fina



Acum voi pozitiona coardele in felul urmator:

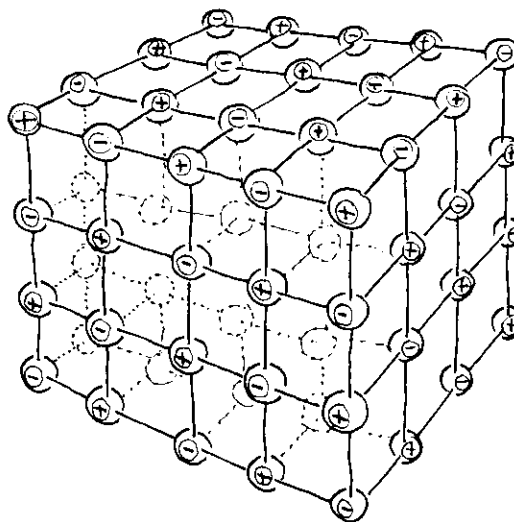
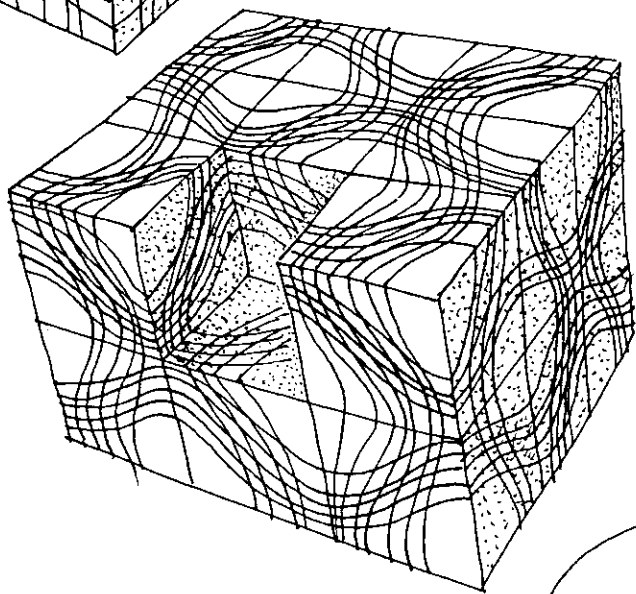
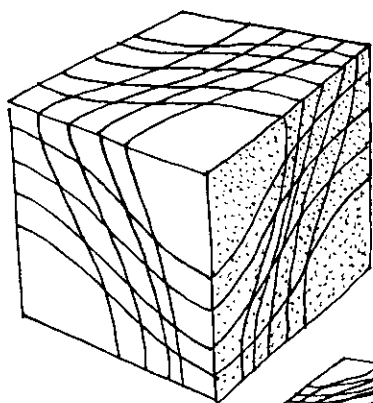


Asamblind in felul urmator 8 din aceste cuburi, obtinem proiectul in trei dimensiuni, intr-un spatiu euclidian (fara curbura), al geodezicelor unei regiuni dintr-un spatiu tridimensional unde o curbura pozitivă e inconjurata de o aura de curbura negativa.

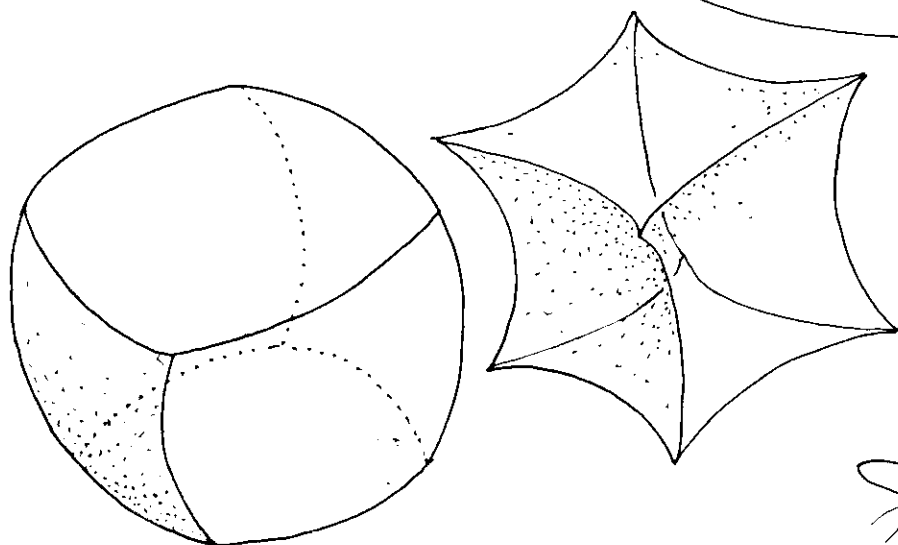


Asociind aceste geodezice la niste TRAIECTORII, vom observa mai intii o repulsie, apoi o atractie, apoi iarasi o repulsie.

Pozitionind coardele in acest mod si asociind  
convenabil cuburile, am fabrica imaginea unei  
planete, populata de curburi negative si pozitive:



Privindu-le de aproape, observam  
niste deformatii ale CUBURILOR,  
ce formeaza spatiul tridimensional

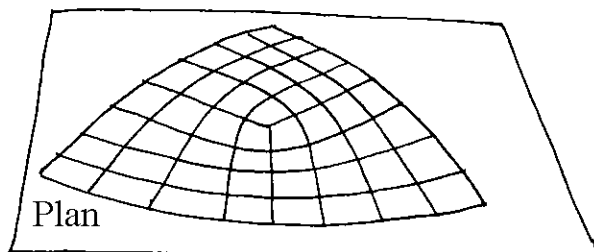
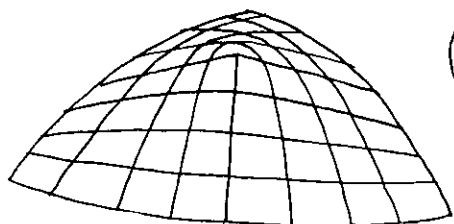


Ia te uita, as putea cladi toate cuburile  
astea stranii si implea spatiul nostru cu ele

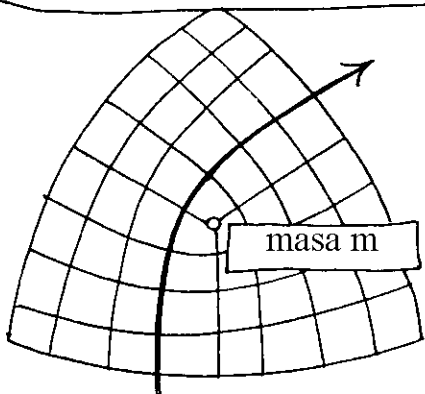


# PROIECTII

As putea proiecta geodezicele de pe un  
con pe un plan



toate aceste linii curbate evoca niste  
TRIECTORII



Exact!

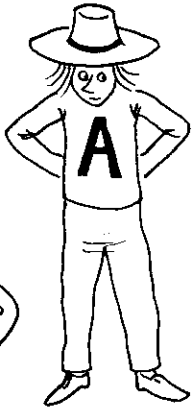
Ideea de baza a RELATIVITATII GENERALE  
consista in a asimila MASELE la niste  
alteratii locale ale curburii spatiului

Vreti sa spuneti ca masa  
este un unghi?!?

Hi hi! eu spun ca e  $\pi / 8..$



da, in masura unde masele sint niste concentratii  
de curbura



In fine, dle Albert, vreti sa spuneti ca inflexiunile  
trajectoriilor, cauzate de catre FORTE,  
nu sunt decit un efect de PROIECTIE, in lumea  
nostra sensibila, ale unei trajectorii trasate pe  
o alta suprafata,  
si care este o GEODEZICA a celei din urma.

iarasi metafizica!

ba nu, e geometrie

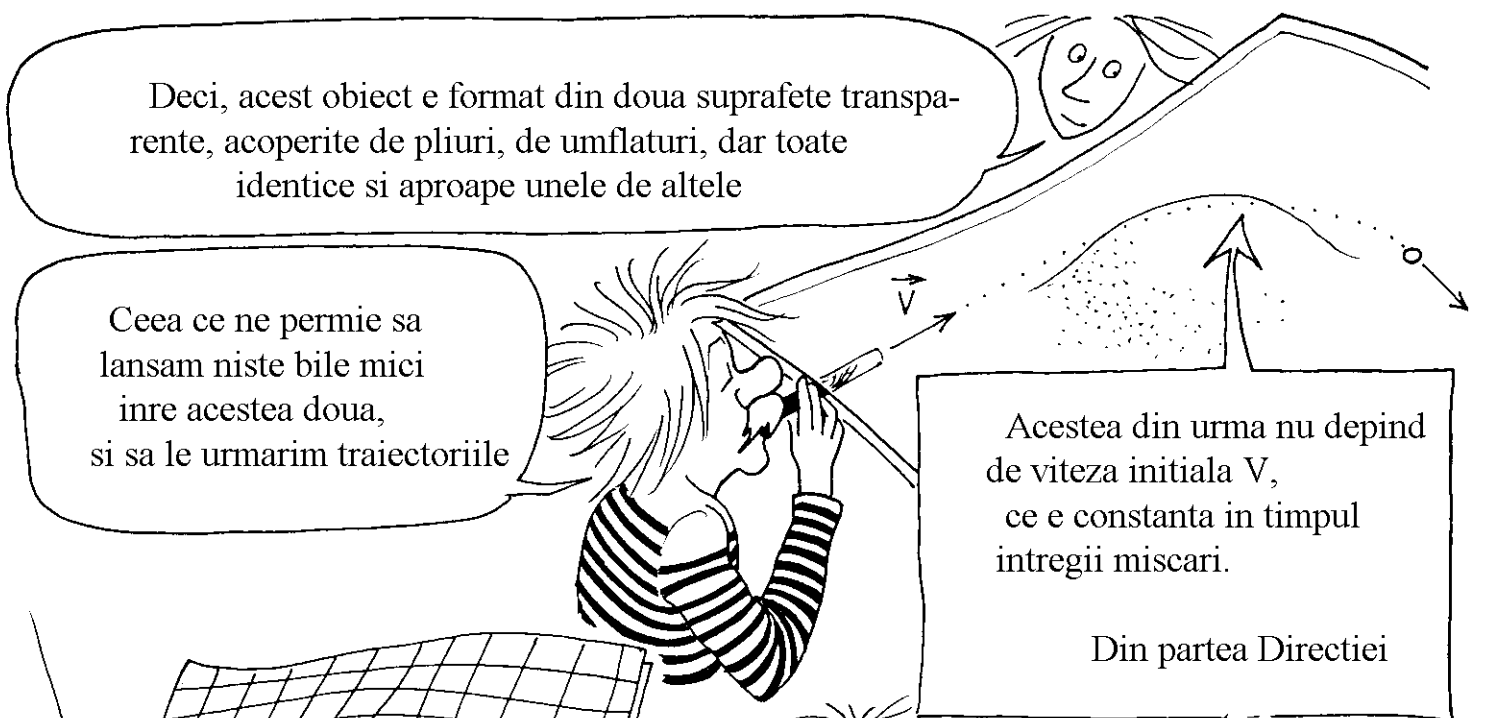
Iti voi da un exemplu. Imagineaza-ti ca noi suntem  
intr-o capsula spatiala, pe orbita in jurul Pamintului.

Ne debarasam atunci de orice greutate!!

Oo, nu!

Mi!

Vom juca acum intr-un  
tip de biliard

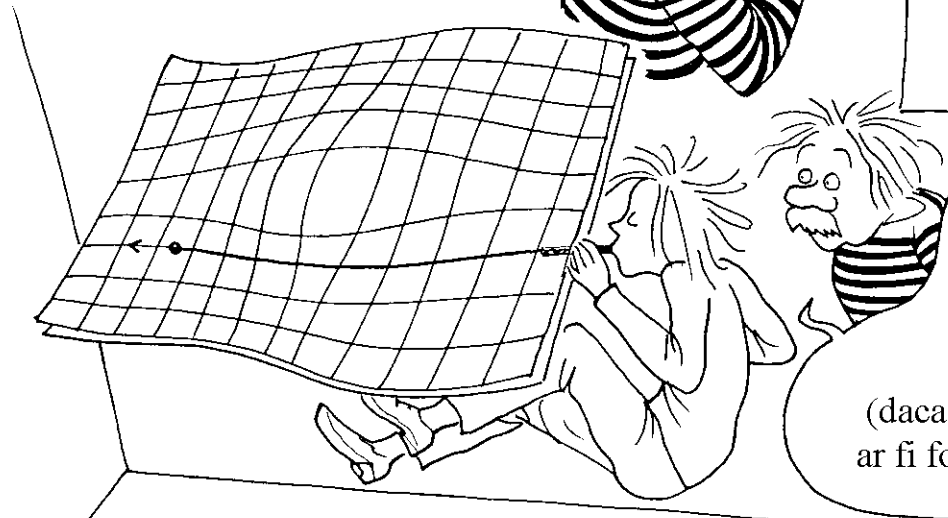


Deci, acest obiect e format din doua suprafete transparente, acoperite de pliuri, de umflaturi, dar toate identice si aproape unele de altele

Ceea ce ne permite sa lansam niste bile mici inre acestea doua, si sa le urmarim traiectoriile

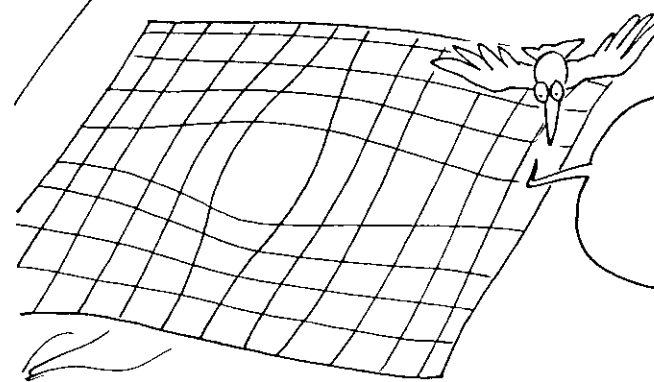
Acestea din urma nu depind de viteza initiala  $V$ , ce e constanta in timpul intregii miscari.

Din partea Directiei




In acest caz deci, putem spune ca toate traiectoriile posibile sint niste GEAODEZICE.

(daca ar fi fost greutate, totul ar fi fost diferit).



Ia priviti, lampa proiecteaza traiectorii pe podeaua capsulei noastre spatiale!



Daca cineva nu ar vedea decit aceste umbre, s-ar gindi ca obiectele ce se deplaseaza pe acest PLAN se supun unui CIMP DE FORTE.  
Dar aceasta nu este decit o problema de curbura a unei suprafete.

Deci cind eu urmaresc traiectoria unei comete in jurul Soarelui, presupunind ca e efectuata intr-un spatiu tridimensional euclidian, fara curbura, de fapt aceasta cometa urmeaza o GEODEZICA a unui tip de spatiu in care ... ea avanseaza DREPT INAINTE !!!!

Nu observam decit umbra lucrurilor

este foarte platonician ceea ce spuneti, draga Tiresias

Nu putem sa mergem decit DREPT INAINTE!

LUMINA de asemenea urmeaza o geodezica

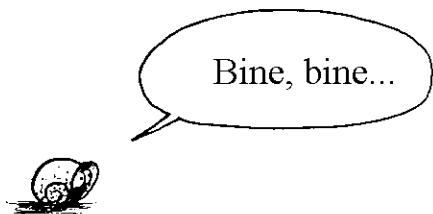
Ia te uita, e amuzant, geodezicele nu mai sunt la fel, daca sunt proiectate sub un alt unghi!

!?!

Tiresias!



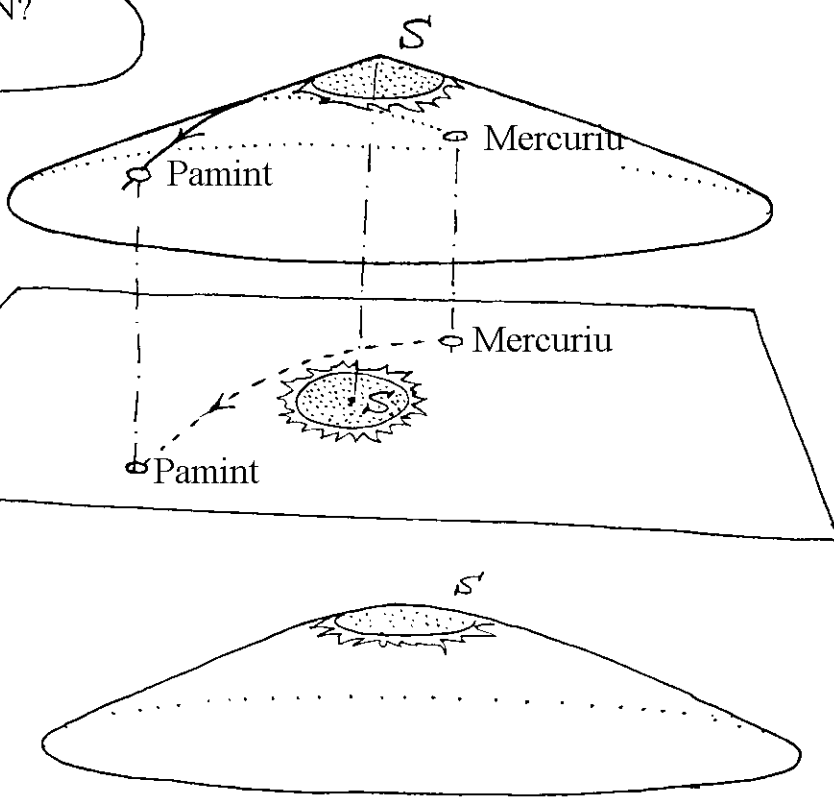
# MASA - MATERIA



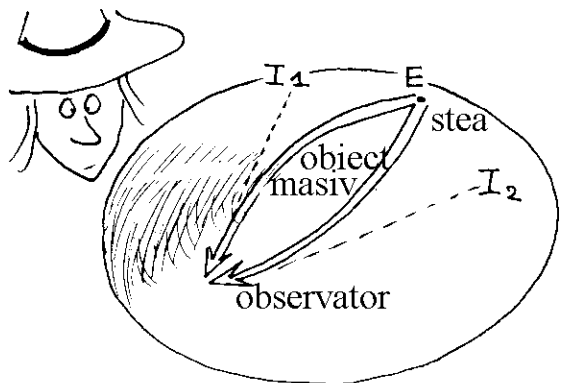
dar atunci, Soarele este un ... CON?



Se stie ca Pamintul deviaza razele luminoase ce vin dinspre Mercuriu



Noi credem, ca spatiul, linga SOARE, este PLAT. De fapt, acest astru, reprezinta prin masa sa importanta, o oarecare cantitate de curbura. Dar sa cum Soarele nu este o masa punctuala, ar trebui sa reprezentam aceasta regiune a spatiului cu ajutorul unui con:



Niste obiecte foarte masive ar putea curba spatiul intr-o asa masura, ca un observator ar putea percepe DOUA imagini I1 si I2, ale unei stele E: acesta este efectul unei LENTILE GRAVITATIONALE, recent scoasa in evidenta prin observare.

Masele atomilor, ale particulelor, formeaza curbura generala a Universului

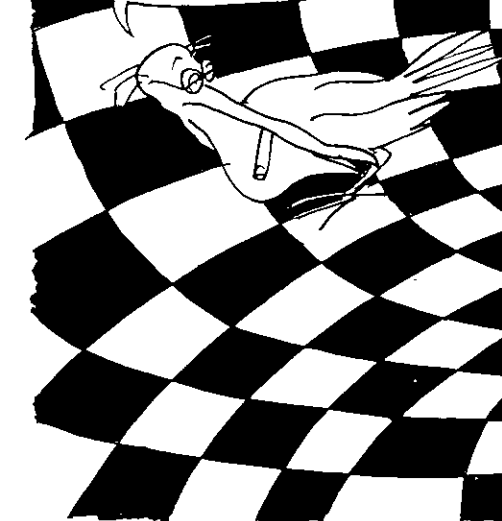
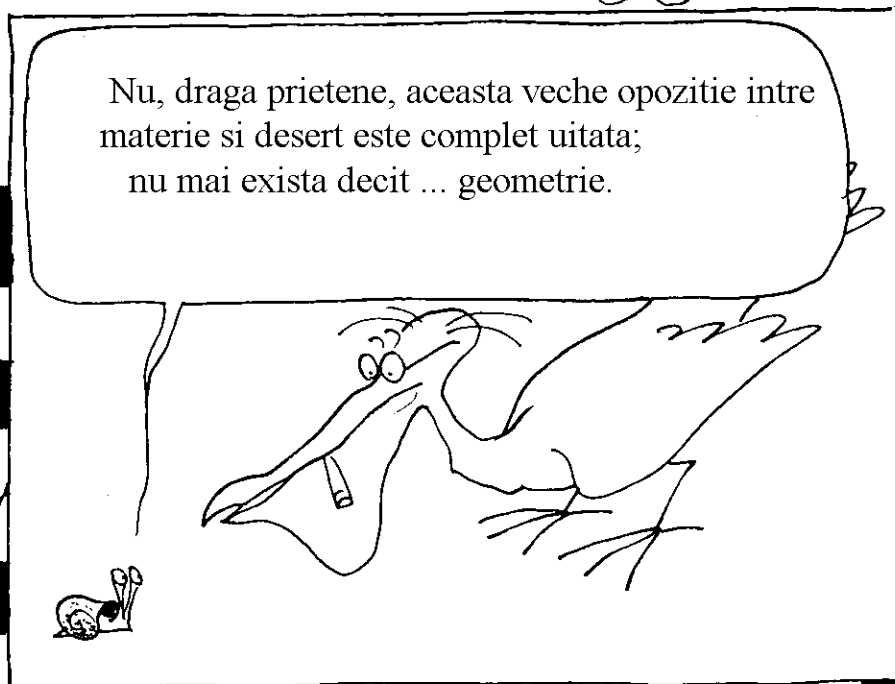
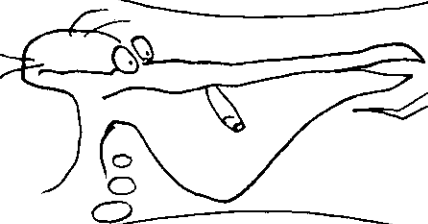
MASEI i se atribuie o semnificatie GEOMETRICA

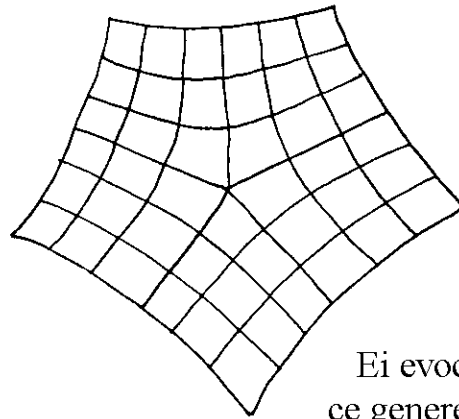
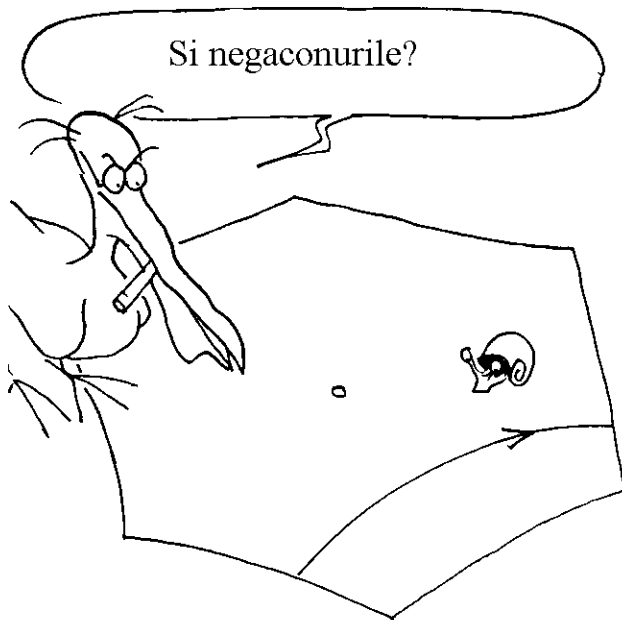
Dar, intre atomi, existe totusi ... spatiu gol?

sau eu nu mai inteleg nimic...

Nu, draga prietene, aceasta veche opozitie intre materie si desert este complet uitata; nu mai exista decit ... geometrie.

Numai ... geometrie!?!?!

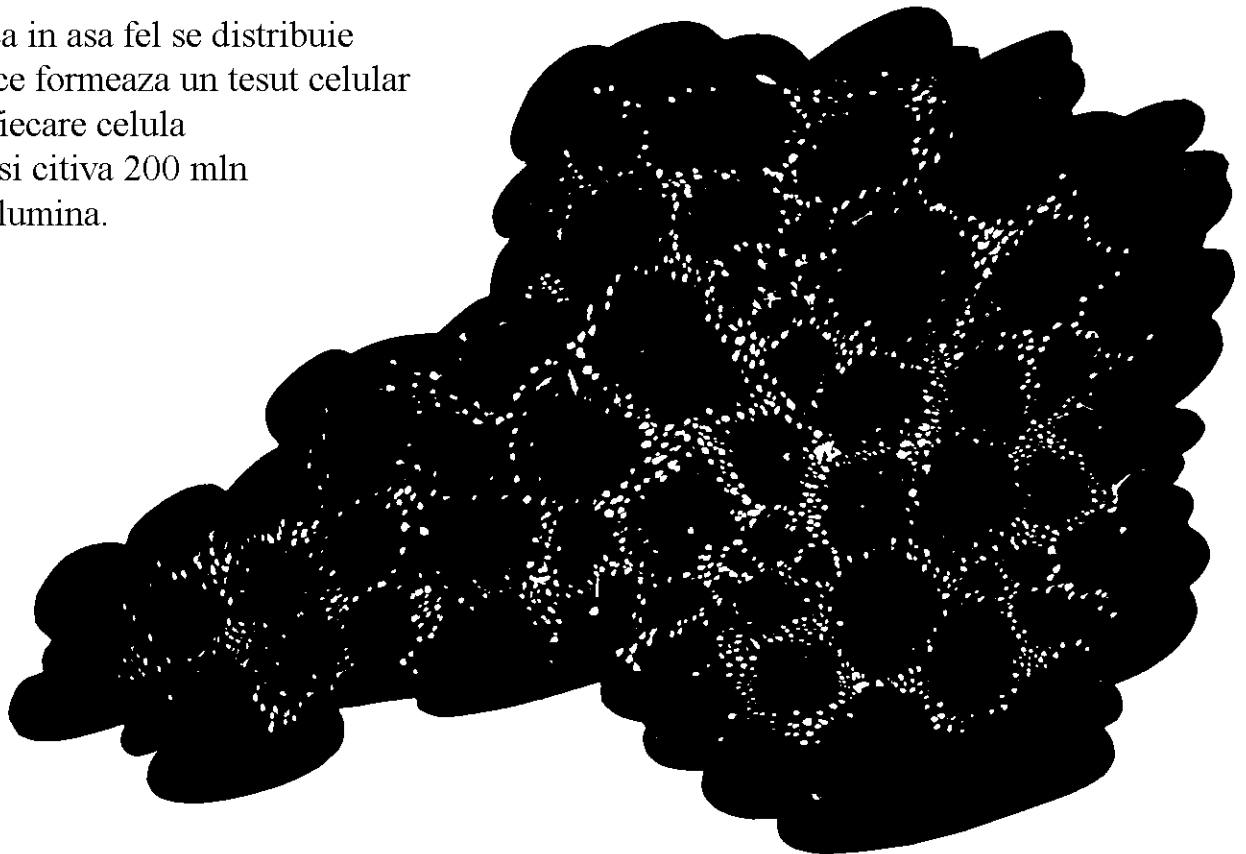




Ei evoca "mase negative",  
ce genereaza forte repulsive.

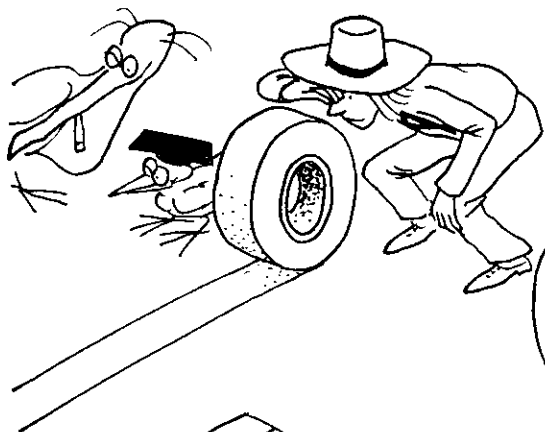
Un univers implut cu mase negative ar parea  
foarte straniu. In loc sa asimileze galaxii,  
stele, el ar fi format numai  
din bule si deserturi:

Se pare ca in asa fel se distribuie  
galaxiile, ce formeaza un tesut celular  
straniu, fiecare celula  
pastrindu-si citiva 200 mln  
de ani-lumina.

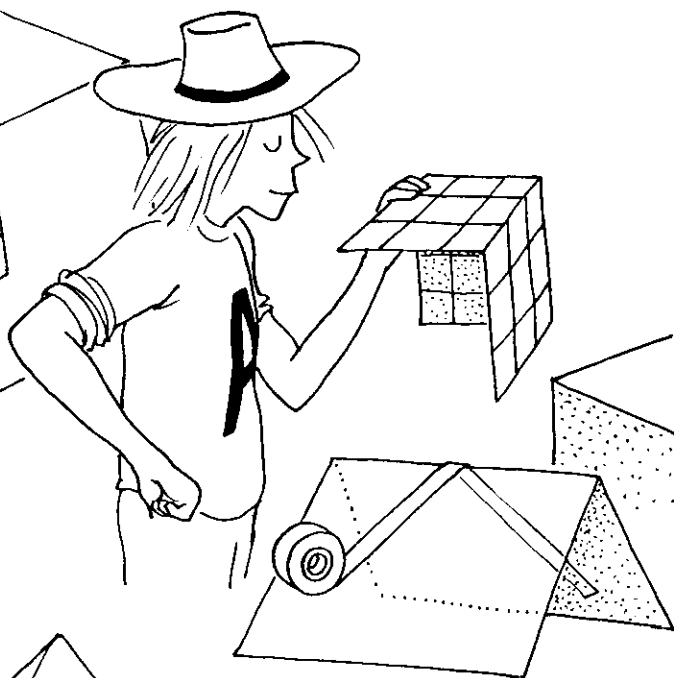
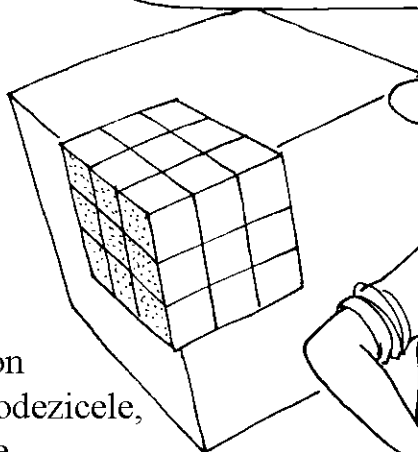
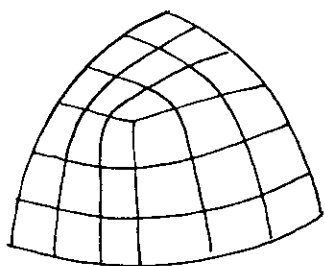


In asa caz, fortele de gravitate r putea sa devina respingatoare la o distanta considerabila.

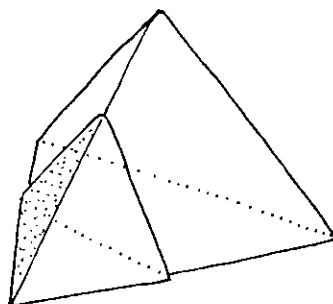
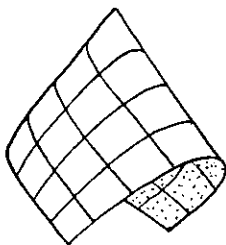
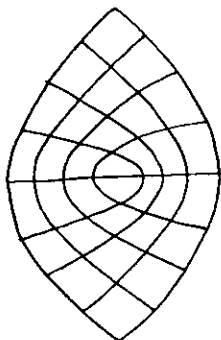
# POLIEDRE



Anselm; tu vei materializa geodezicele unei suprafete cu ajutorul, de exemplu, a unei fisii adezive.



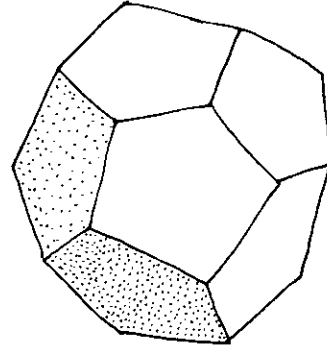
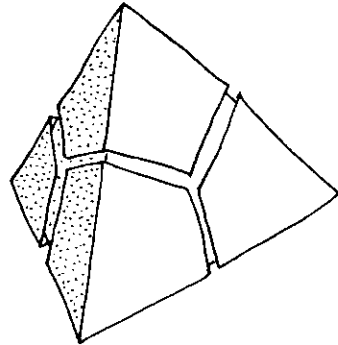
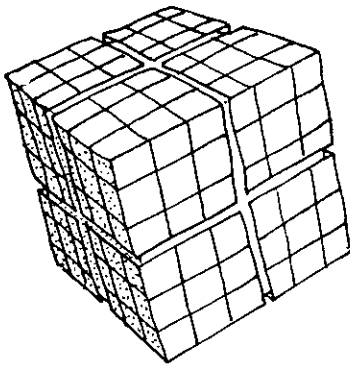
Faptul de a indoi acest con ( $O = 90^\circ$ ) nu schimba geodezicele, si se adapteaza perfect pe virful unui cub.



De asemenea, poti face trei pliuri pe acest con ( $O = 180^\circ$ ), pentru ca el sa imbrace virful unui tetraedru regulat.



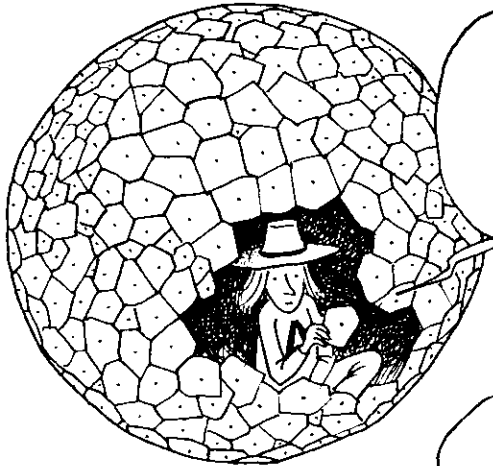
# UN SPATIU TREBUIE SA FIE SAU DESCHIS SAU INCHIS



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  
 $20 \times 36^\circ = 720^\circ$



Asociind cit mai uniform posibil un numar  $N$   
de microconuri cu unghiul  $O$ , constatam ca atunci cind  
 $N \cdot O = 720^\circ$ , obtinem ... o sfera!

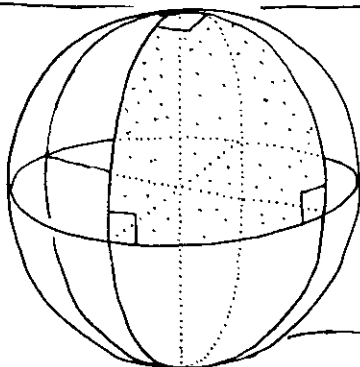
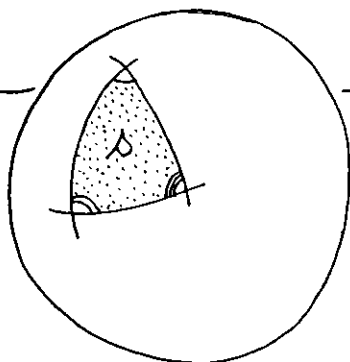
E evident, pentru ca  
CURBURA TOTALA a sferei  
e de  $720^\circ$ .

Acum iesi de acolo,  
dragul meu.

Pe sfera, curbura este reprezentata uniform. Astfel, suma unghiurilor unui triunghi, trasat pe o sfera e egala cu  $180^\circ + 720^\circ \cdot \frac{s}{S}$  unde  $s$  este suprafata triunghiului si  $S$  cea a sferei.

Al doilea termen:  $720^\circ \cdot \frac{s}{S}$  reprezinta CANTITATEA de CURBURA din triunghi.

Din partea Directiei



Exemplu:

Acest triunghi ocupa a opta parte din suprafata sferei:

$$\angle A + \angle B + \angle C = 180^\circ + 720^\circ/8 = 270^\circ$$

Fantastic!!

Din aceleasi motive, daca densitatea medie in spatiul nostru tridimensional (adica cantitatea de curbura pe unitate

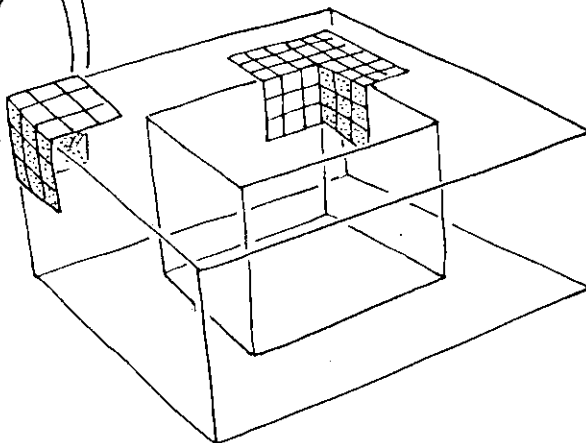
-29 3

de volum) depaseste 10 gr/cm

acest spatiu se va INCHIDE de la sine

Dle Albert, dar cu ce este egala curbura totala a unui TOR?

E simplu, Anselm, nu ai decit sa o prezinti in felul urmator:  
cu 8 poziconuri ( $O=90^\circ$ )  
cu 8 negaconuri ( $O=-90^\circ$ )



(\*) Teorema lui Gauss

Suma celor 16 unghiuri, a celor 16 curburi, este nula.  
Atunci CURBURA TOTALA a INELULUI este ... ZERO!

Intocmai...

Orice obiect de genul sferei are o CURBURA TOTALA de  $720^\circ$ , adica  $= 4\pi$

un inel are N gauri, o FUGASA (\*) va avea deci o curbura totala egala cu  $-4\pi(N-1)$  (pentru fiecare gaura se elimina  $4\pi$ )

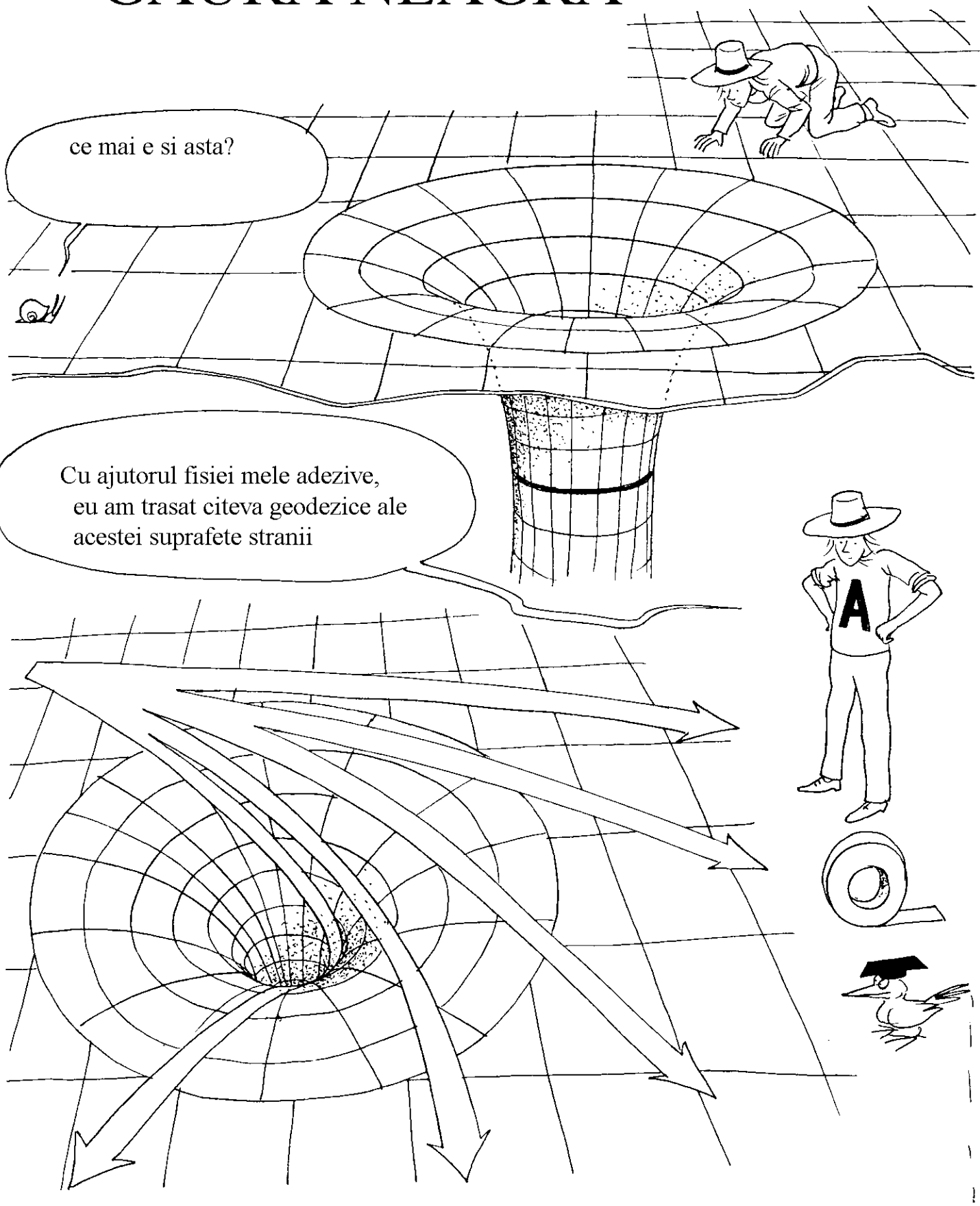
Si daca vei fabrica un obiect inchis in forma de poliedru, adunind toate curburile concentrate pe virfurile sale, vei regasi curbura sa totala.

Tiresias, ce faceti acolo?

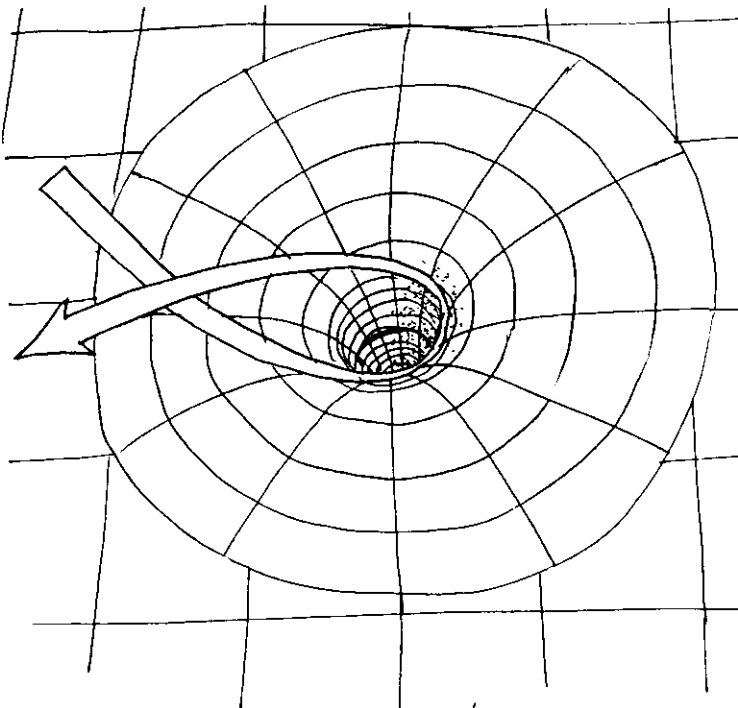
caut curbura mea totala

(\*) O FUGASA este un tip de piine, ce se fabrica in sudul Frantei, unde locuieste autorul

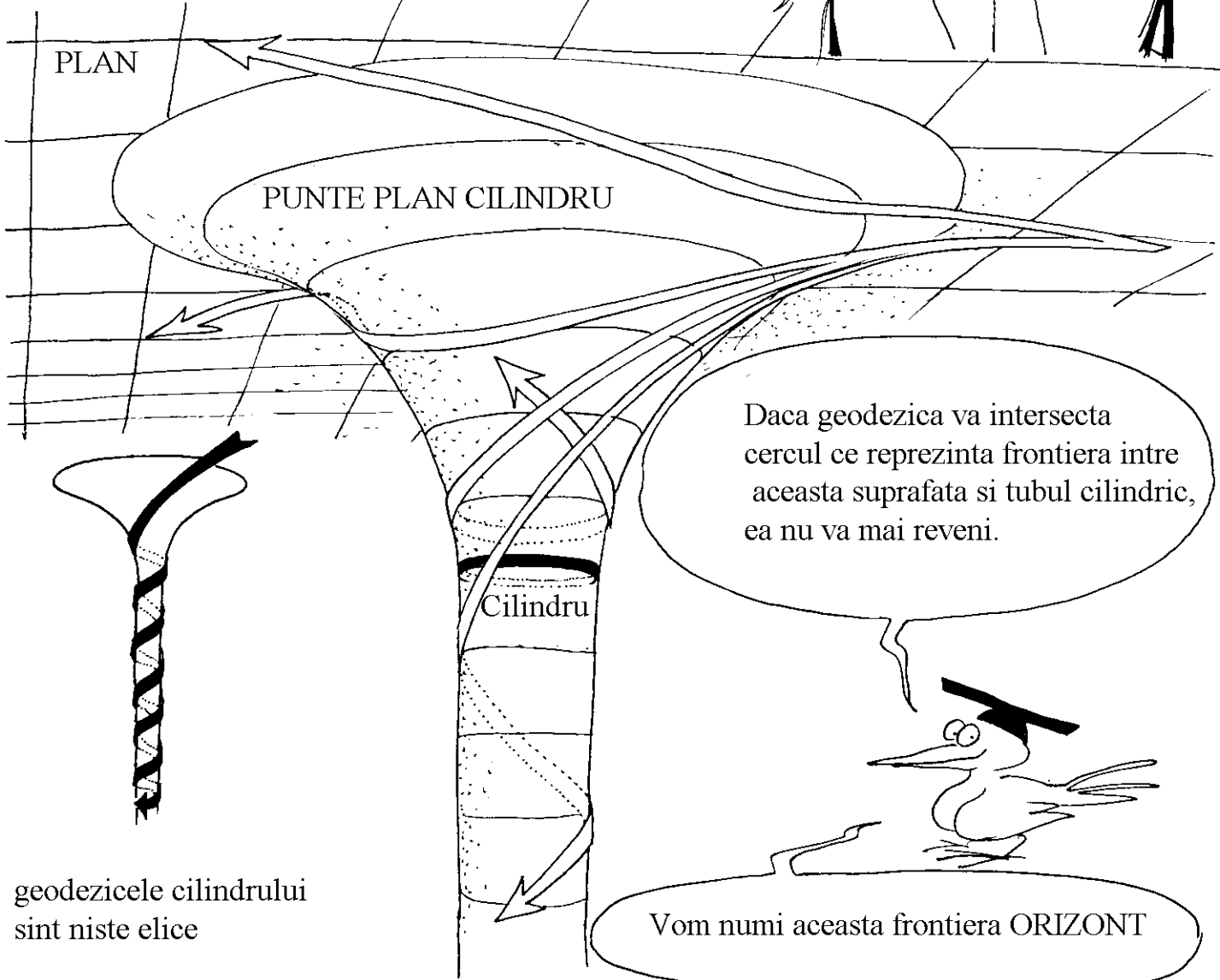
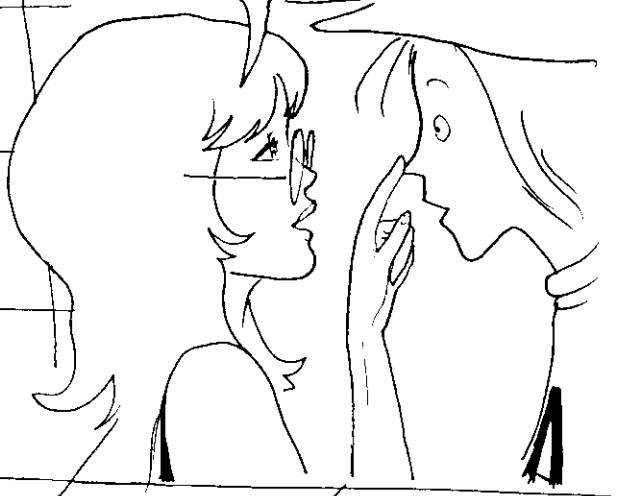
# PRIMUL CONTACT CU GAURA NEAGRA







Daca geodezica se va cufunda  
suficient in aceasta gaura,ea va  
ajunge pina la un nivel,unde se  
va taia ea insasi

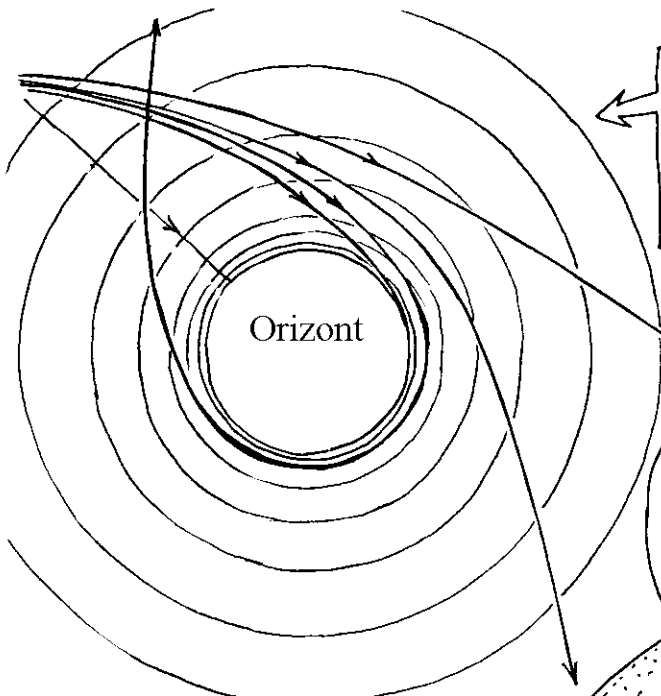


Daca geodezica va intersecta  
cercul ce reprezinta frontiera intre  
aceasta suprafata si tubul cilindric,  
ea nu va mai reveni.

geodezicele cilindrului  
sint niste elice

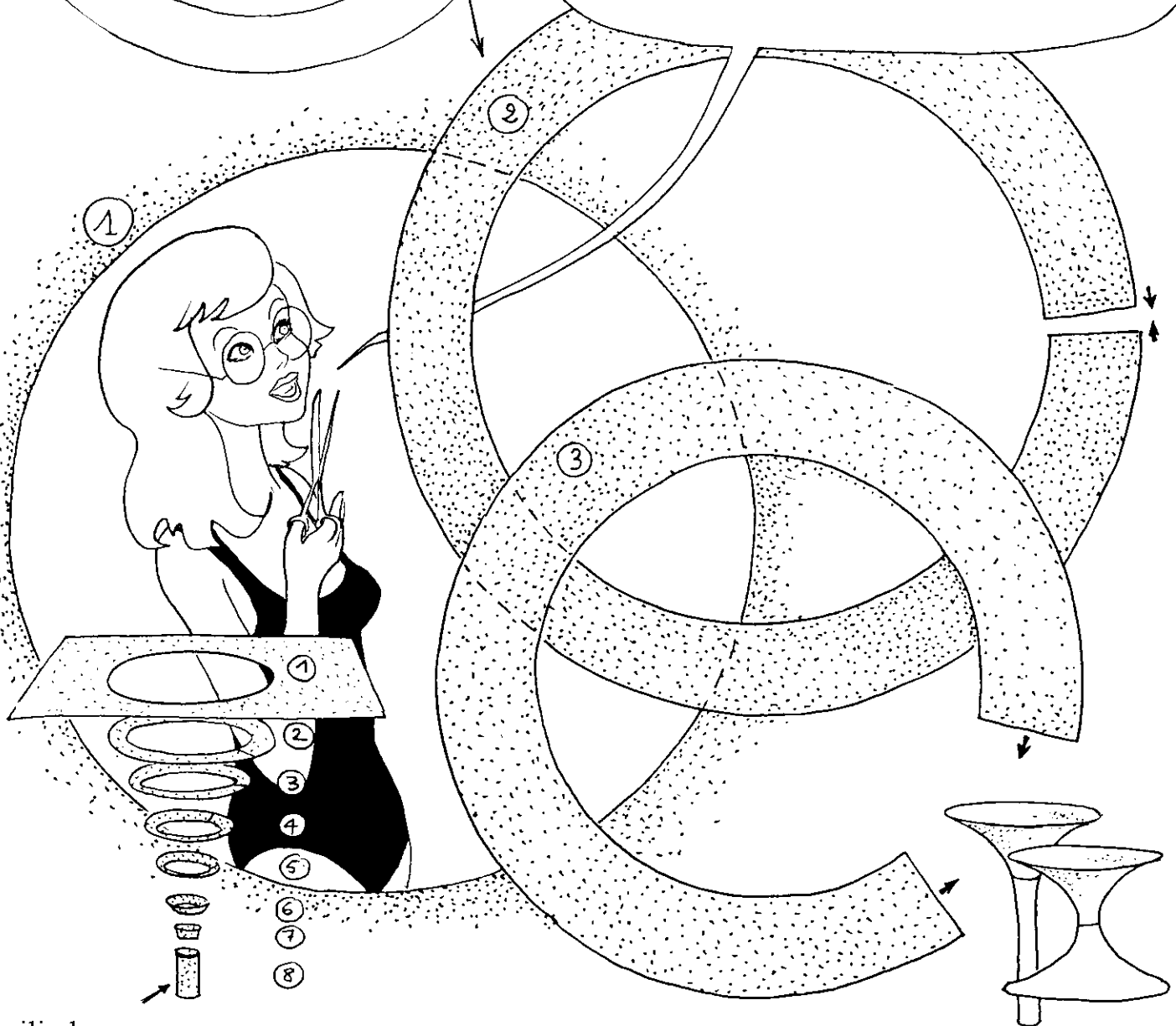
Vom numi aceasta frontiera ORIZONT





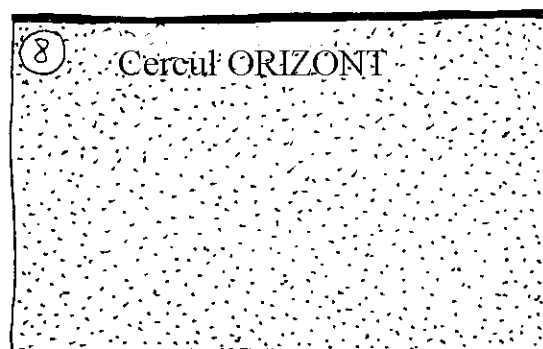
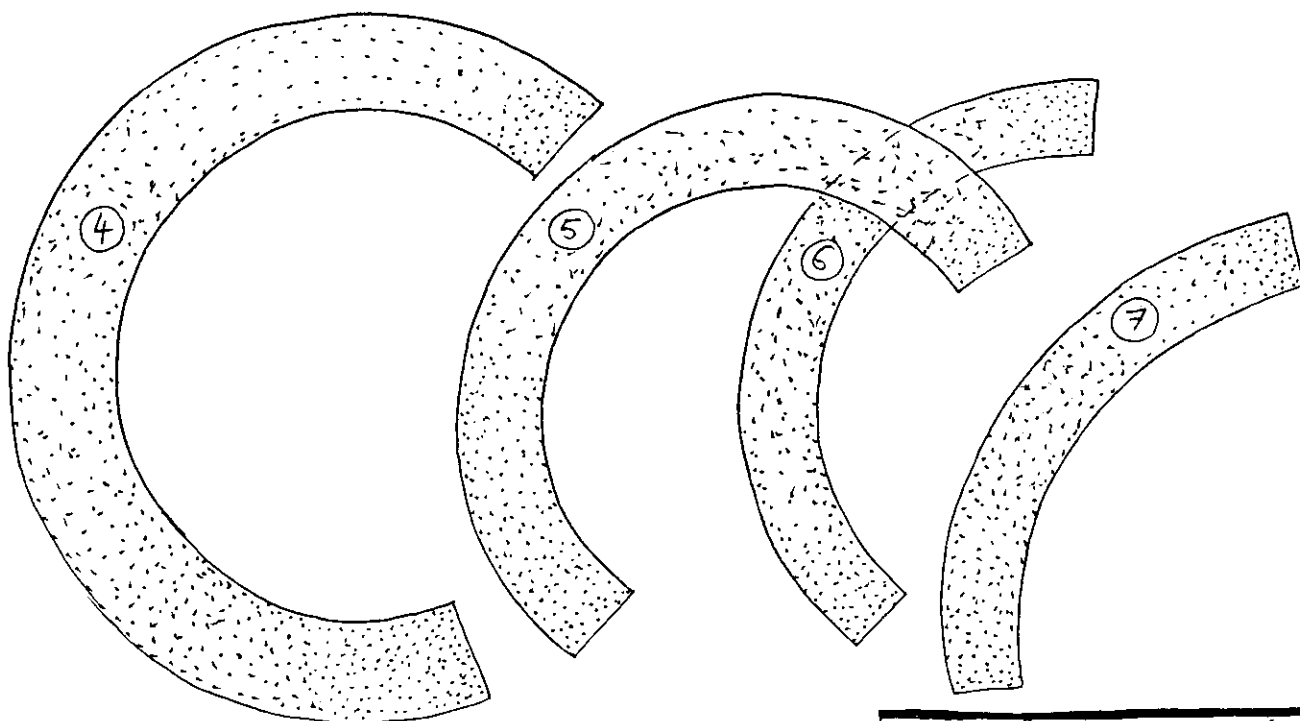
Cel ce ar avea iluzia de a trai intr-o lume PLAN, ar concepe traiectoriile in acest fel

Fabricati gaura voastra neagra cu ajutorul unui plan cu o gaura (1), cu sase aglomeratii de conuri (asamblate capat la capat) si un cilindru (8)

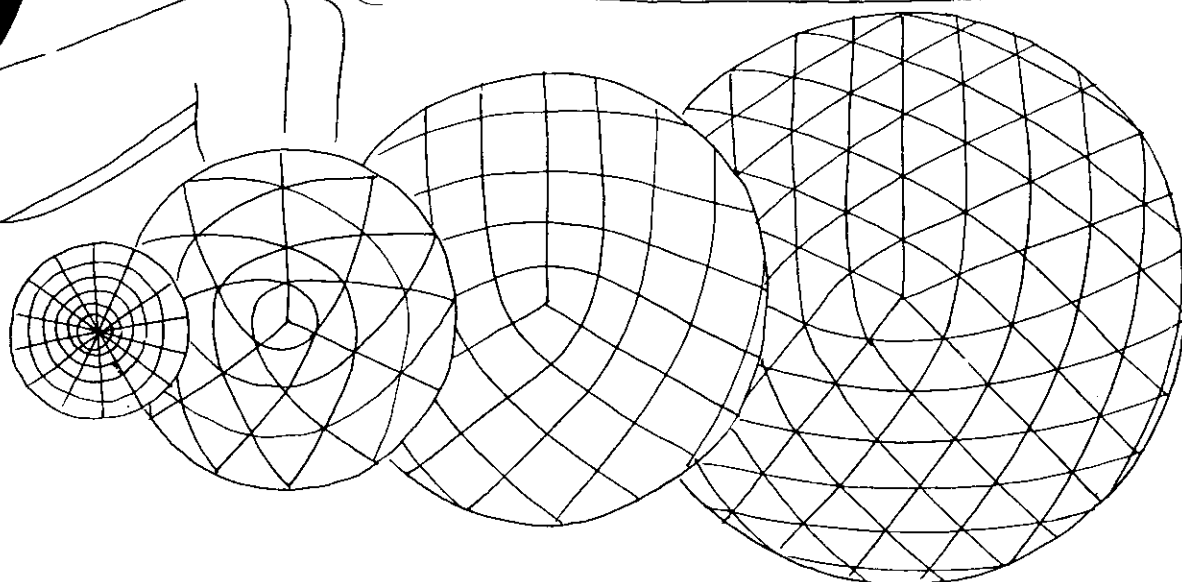


cilindru

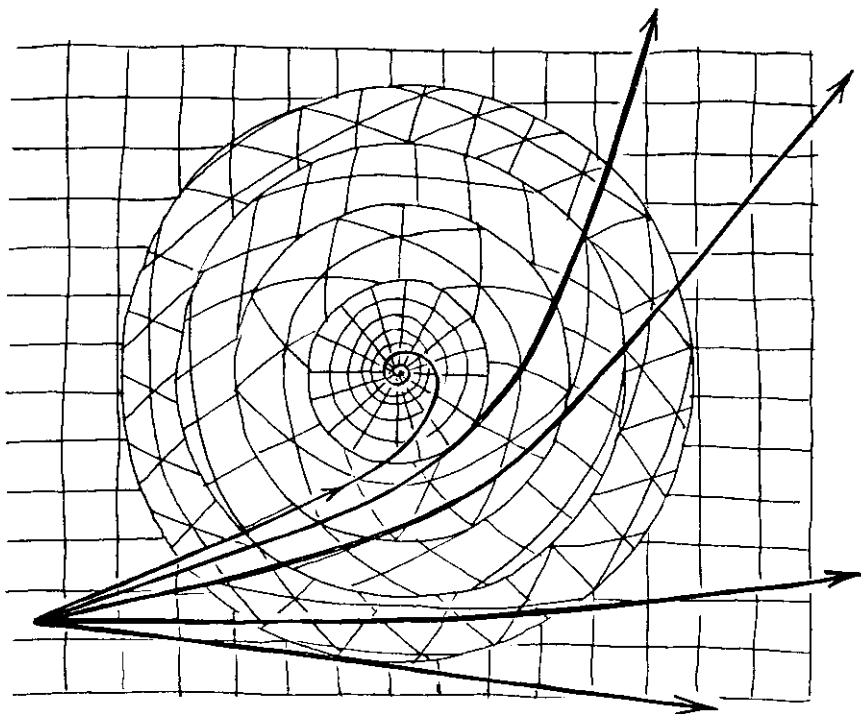
variante



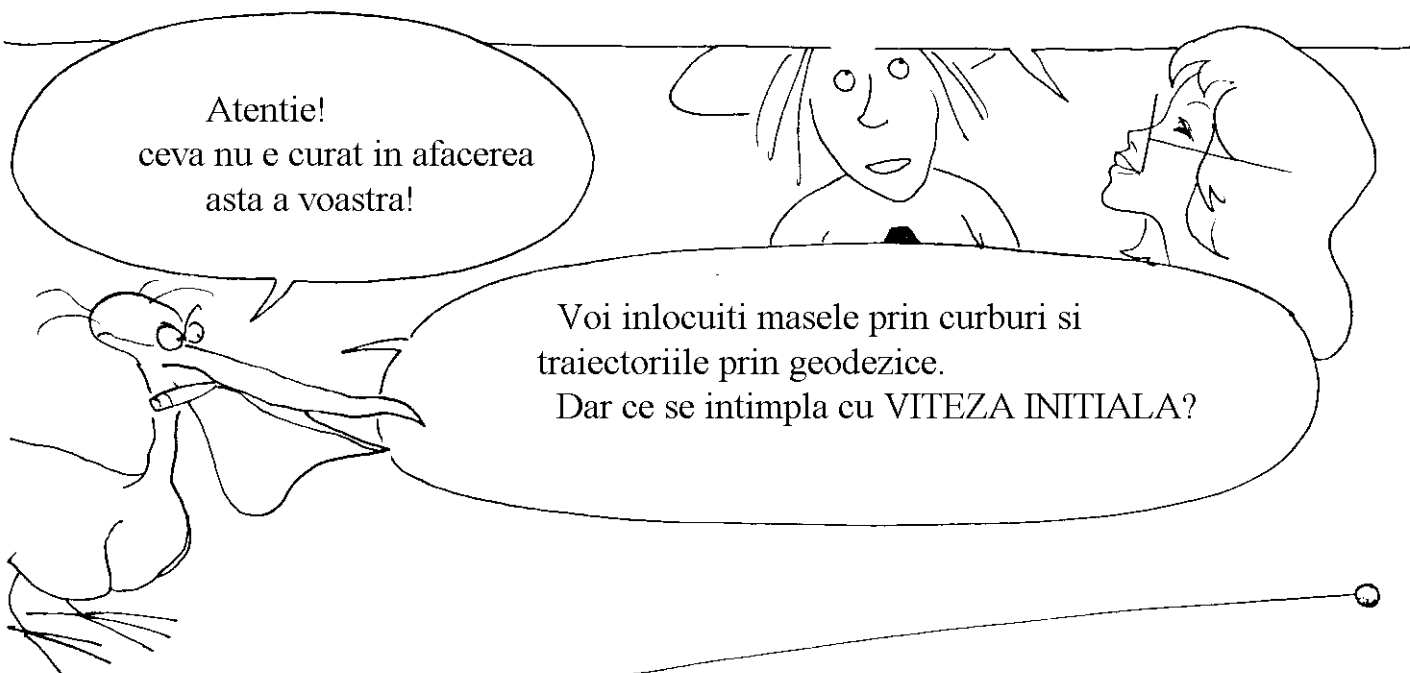
Iata o alta metoda de a-si inchipui o GAURA NEAGRA, cu ajutorul plaselor



Am ales plase regulate doar din motive estetice

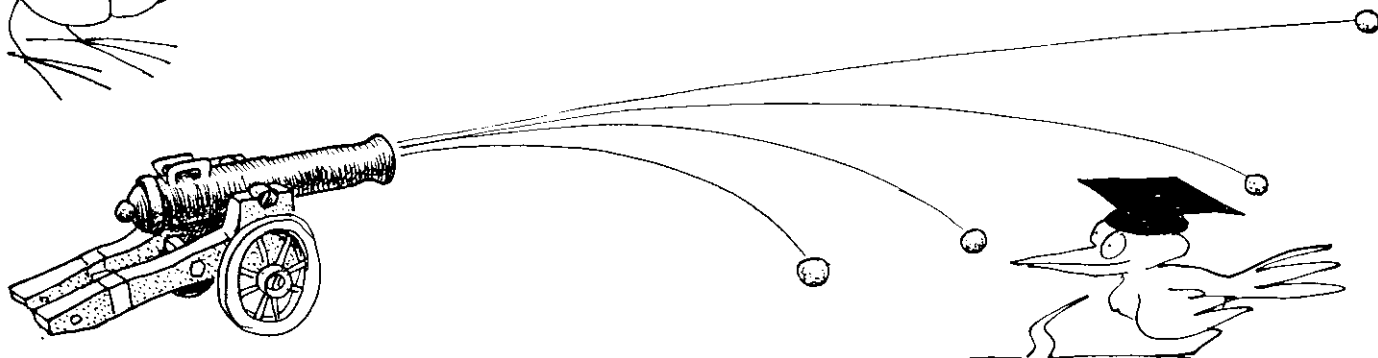


Regula jocului consta in a taia aceste plase succesive sub un unghi constant, asigurind la fiecare frontiera circulara o legatura, o continuitate. Cu cit mai mult ne apropiem de gaura neagra, cu atit mai mult se simte atractia ei. La interiorul CERCULUI ORIZONT, traiectoria se suceste in forma de spirala. Vom nota ca plasa centrala, polara poate fi unita cu plasa unui cilindru prin geodezice, vazut in perspectiva.



Atentie!  
ceva nu e curat in afacerea  
asta a voastra!

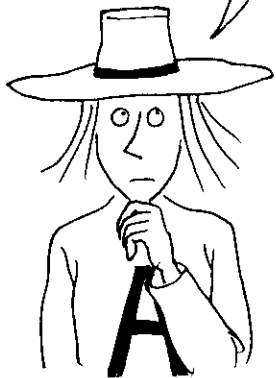
Voi inlocuiti masele prin curburi si  
traiectoriile prin geodezice.  
Dar ce se intimpla cu VITEZA INITIALA?



Traietoria unui obiect in cimpul  
de forte, creata de catre una sau  
citeva mase, depinde de viteza  
sa initiala  $V^0$ .

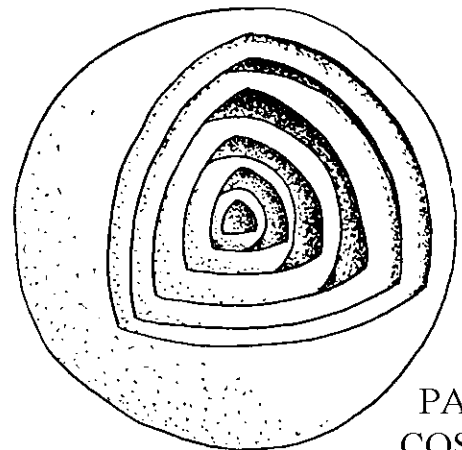
De exemplu: obuzul unui  
canon si atractia terestra.

Deci, desenele recente corespundeau unei valori particulare ale vitezei initiale  $V^{\circ}$  ?



## SCUFUNDAREA

Sa ne imaginam o lume formata asemenea unei cepe, adica in straturi concentrice. (\*)



PARCUL COSMIC

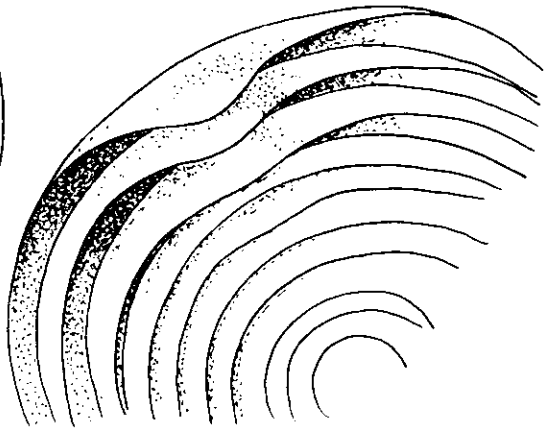
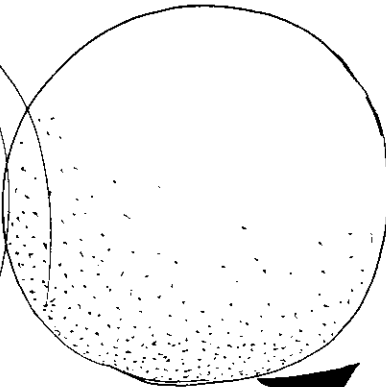
Fiecarui strat ii corespunde o intensitate  $V$  a vitezei. Si cu cit mai repede avansam, cu atit coborim mai profund.

Daca ne miscam cu viteza luminii, sintem deja in centrul cepei.

(\*) Acest model a fost deja prezentat in TOTUL ESTE RELATIV, sub numele PARCUL COSMIC (acelasi autor, Editia BELIN)

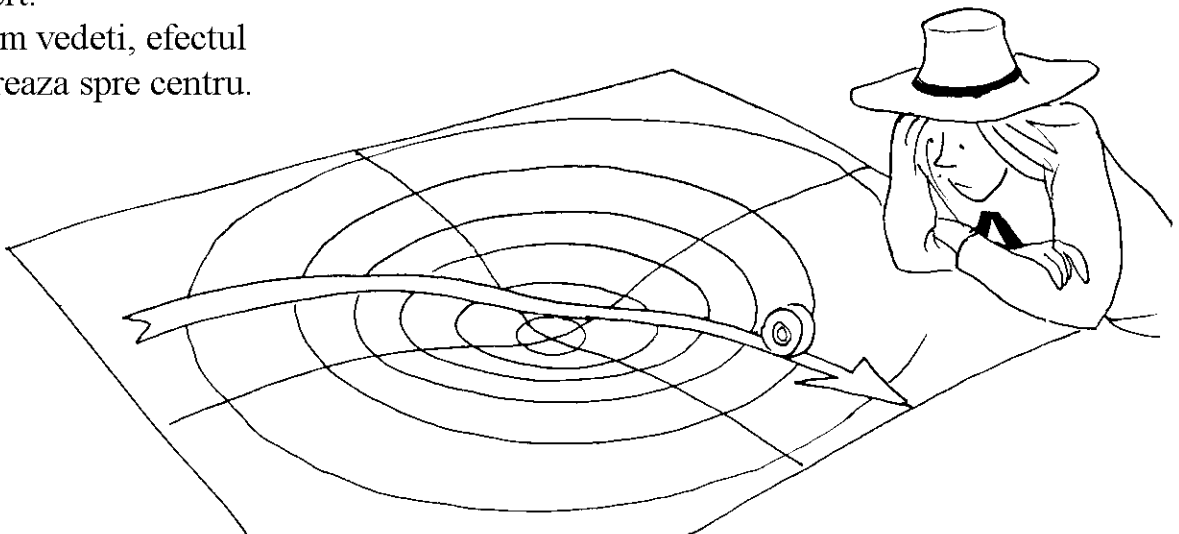
In lipsa FORTELOR, un obiect isi pastreaza viteza  $V$  (deci ramine la aceeaasi distanta de la centrul cepei). El traseaza o GEODEZICA a SFEREI corespunzatoare, adica un CERC MARE.

Acum fiti atenti!



Iata rezultatul loviturii dlui Albert.

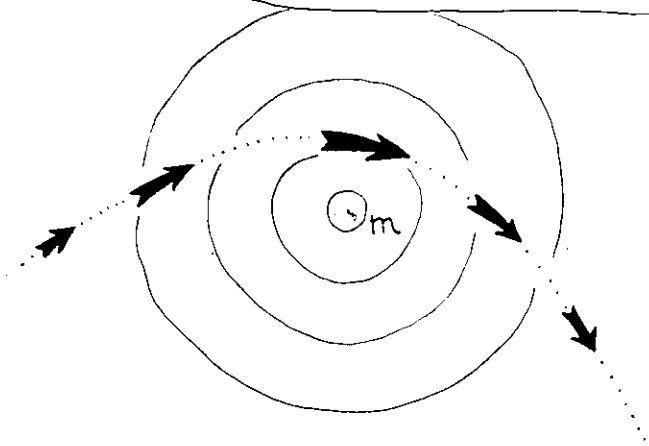
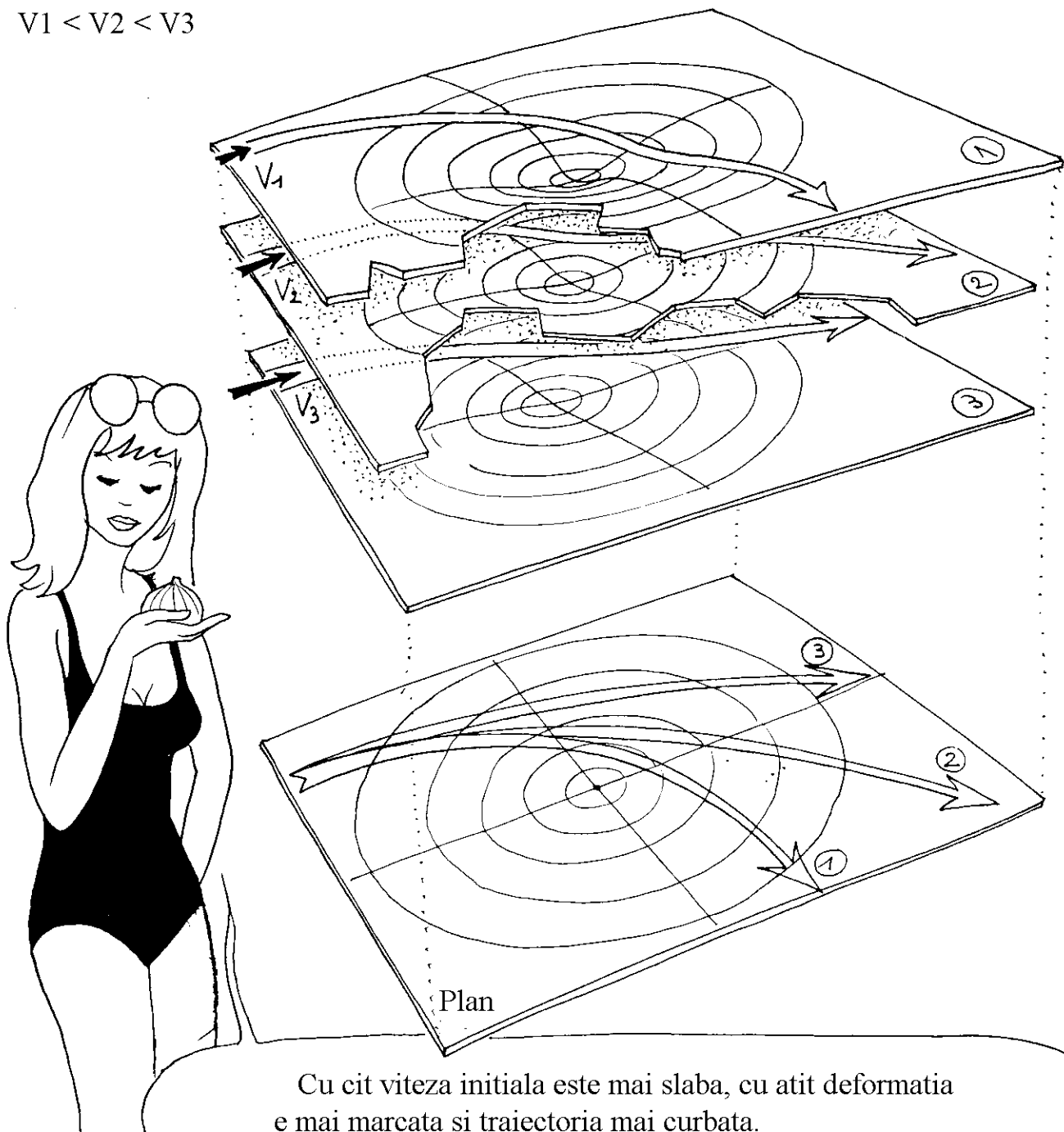
Dupa cum vedeti, efectul se micsoreaza spre centru.



Iata deci o adincitura (sau o ridicatura, e celasi lucru...).

Am reprezentat linii de nivel (ce NU sint geodezice!) si o geodezica specifica.

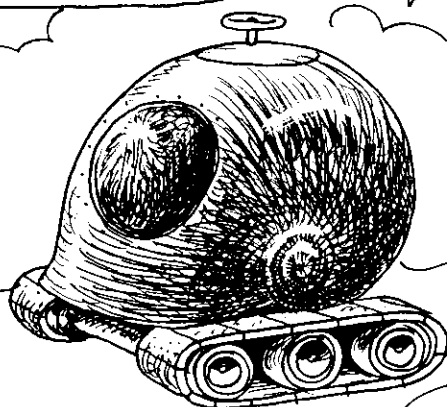
$$V_1 < V_2 < V_3$$



Sub efectul atractiei gravitationale, viteza unui obiect mai intii se mareste, apoi scade. Viteza maximala se atinge atunci, cind distanta intre obiect si masa atractiva este minima.

Ce mai e si masina asta?

Asta e un  
CRONOSCAF



El ne permite sa urmarim  
geodezicele Parcului Cosmic

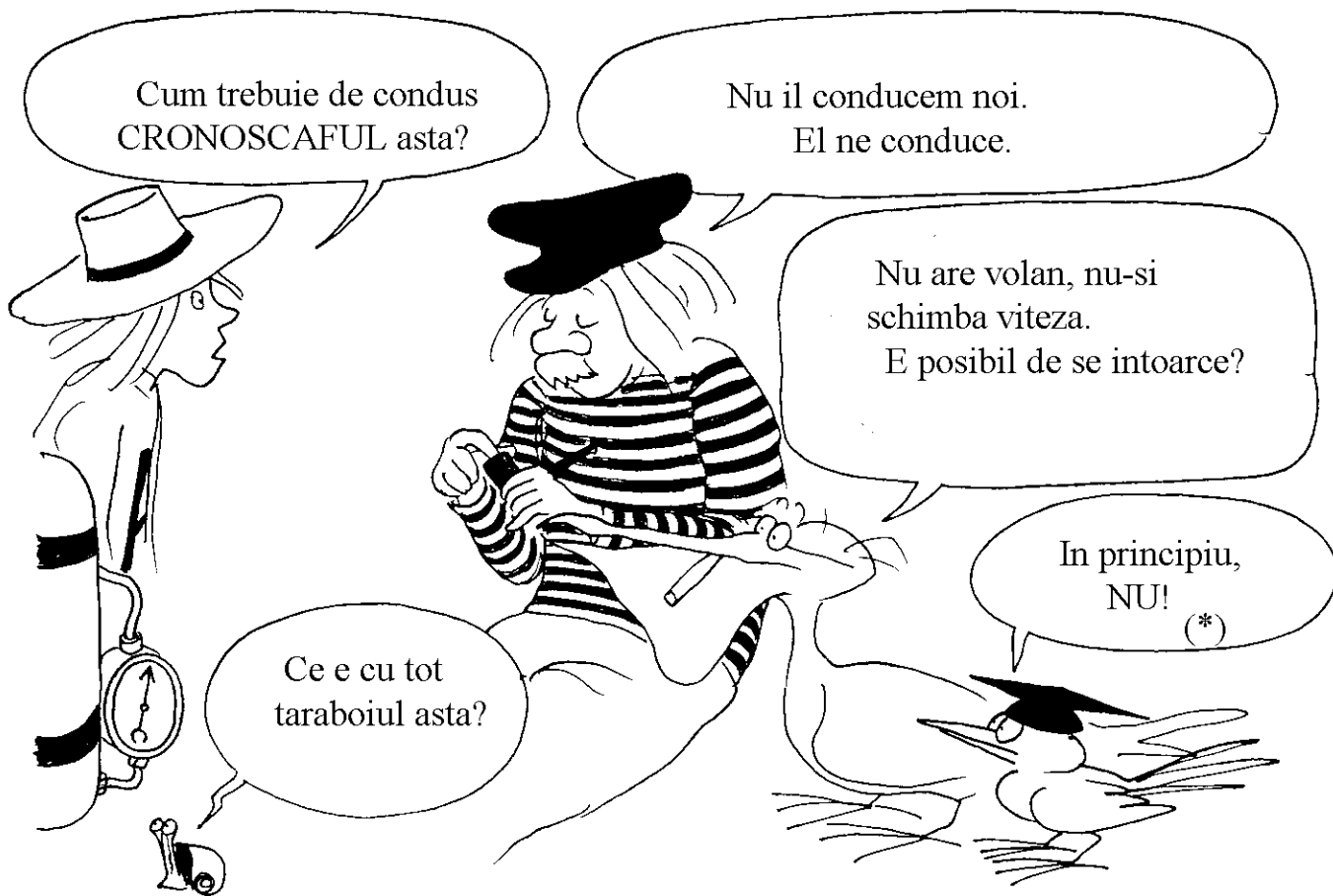
dar de ce sa ne inchidem  
in cronoscaf?

Parcul Cosmic se afla  
in ansamblu intr-un lichid:  
CRONOLUL

Nu veti reusi  
niciodata sa ma  
urcati in el!

Traseul efectuat  
de catre CRONOSCAF  
este DESTINUL



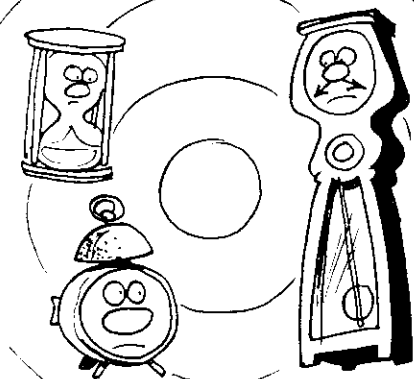
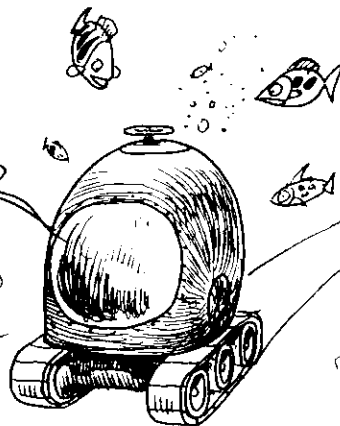


(\*) Nota de serviciu:

AI DOILEA PRINCIPIU ne spune ca e imposibil de a urma la perfectie geodezicele spatiului-timp (PARCUL COSMIC).

Din partea  
Directiei

Asa cum  $P_r > P_e$ , cronolul se scurge  
si debimetrul indica timpul ce trece.



Cu cit mai mult ne cufundam in cronol,  
cu atit presiunea  $P_e$  creste.  
Asa cum debitul este proportional  
diferentei ( $P_r - P_e$ ): timpul se scurge mai  
lent.

Si adincimea ESTE viteza.  
Deci cu cit mai repede  
mergem, cu atit mai putin  
timp trece. (\*)

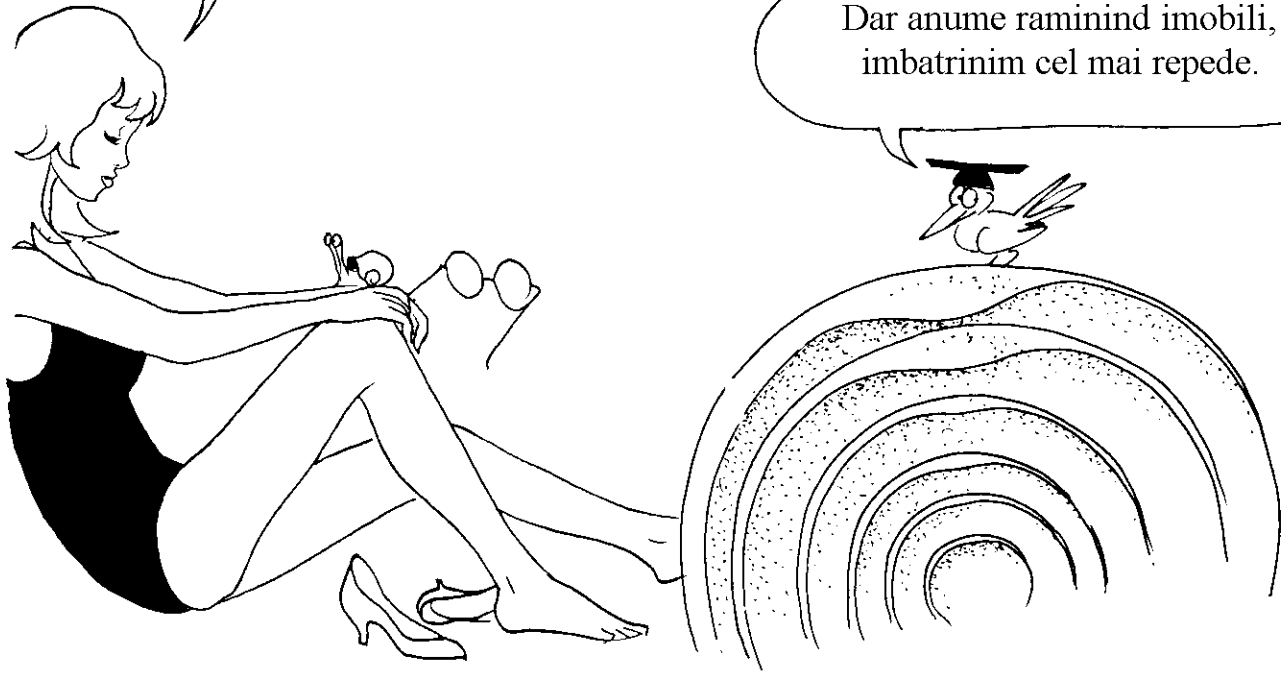
Si cind avem viteza luminii,  
 $P_e$  devine EGALA cu  $P_r$  si timpul  
se opreste.



Si noi nu putem avea o viteza superioara vitezei luminii,  
si nu putem ajunge mai departe decit  
in centrul Parcului Cosmic.

Suprafata Parcului Cosmic este imobilitatea, odihna.

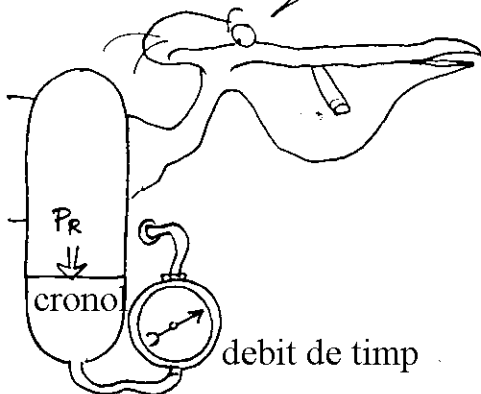
Dar anume ramnind imobili,  
imbatrinim cel mai repede.



Cind un corp este foarte voluminos, el curbeaza considerabil spatiul-timp. Ceea ce se inseamna ca, in aceasta regiune, chiar in repaus, un obiect pluteste intr-un CRONOL cu o presiune mai puternica. Si timpul sau se va scurge mai lent decit cel al unui obiect in repaus de asemenea, dar departe de orice masa. Aceasta s-ar intimpla in cazul cind in apropiere s-ar afla un obiect extradens, ca o stea din neutroni.

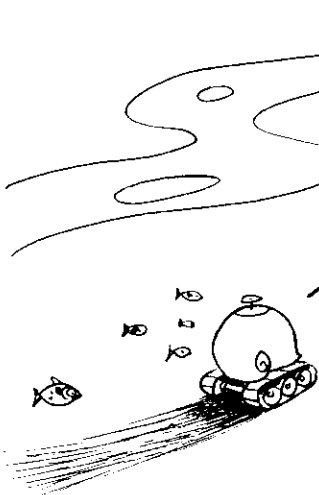
Ce s-ar intimpla daca  
am iesi brusc din  
cronoscaf?

Poate ca am  
imbatrini brusc?



Si cind cronolul din rezervoar este  
complet epuizat, e ... moartea?..

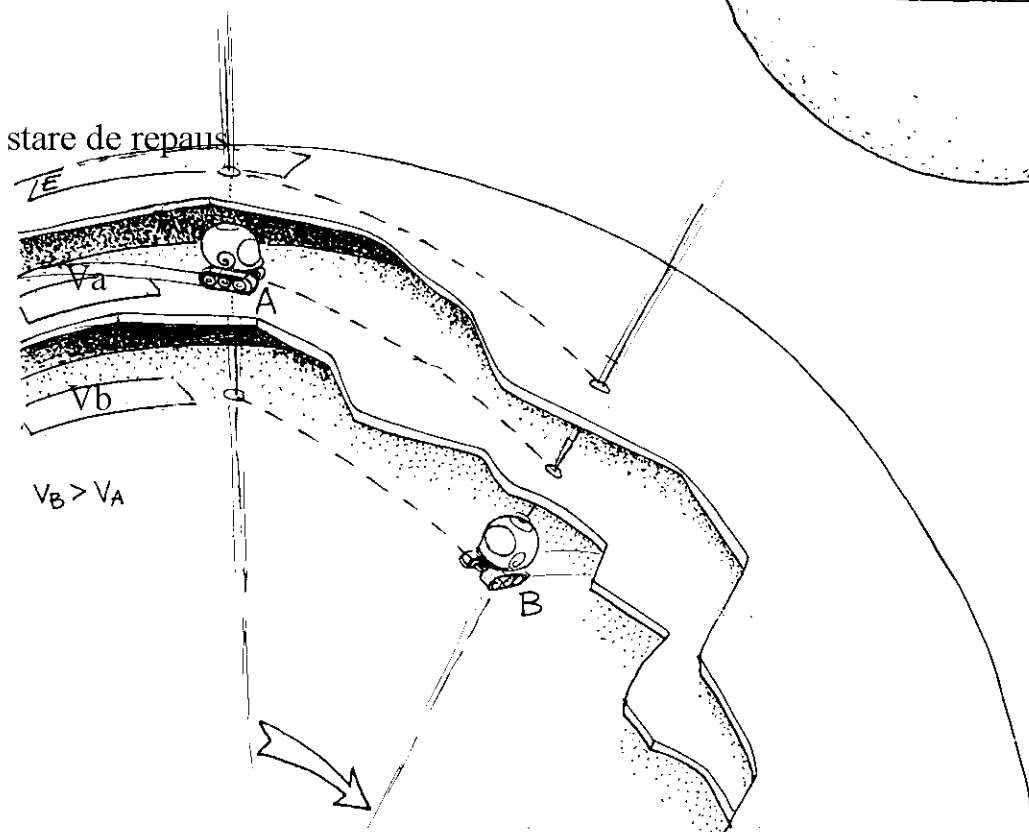
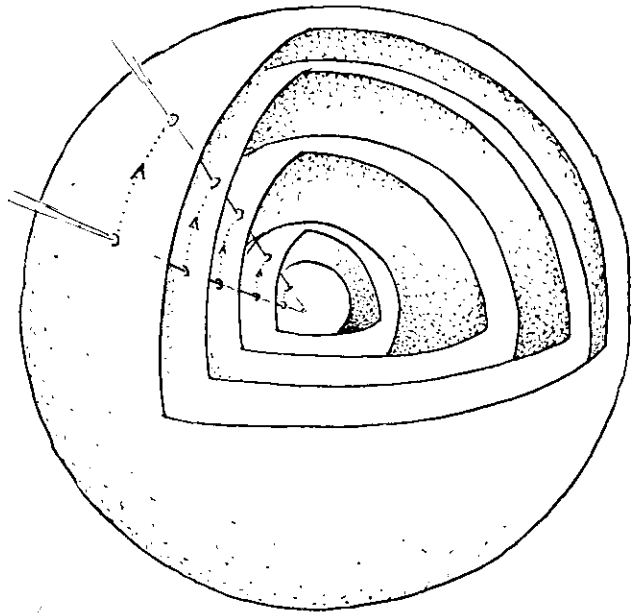
# A COMUNICA



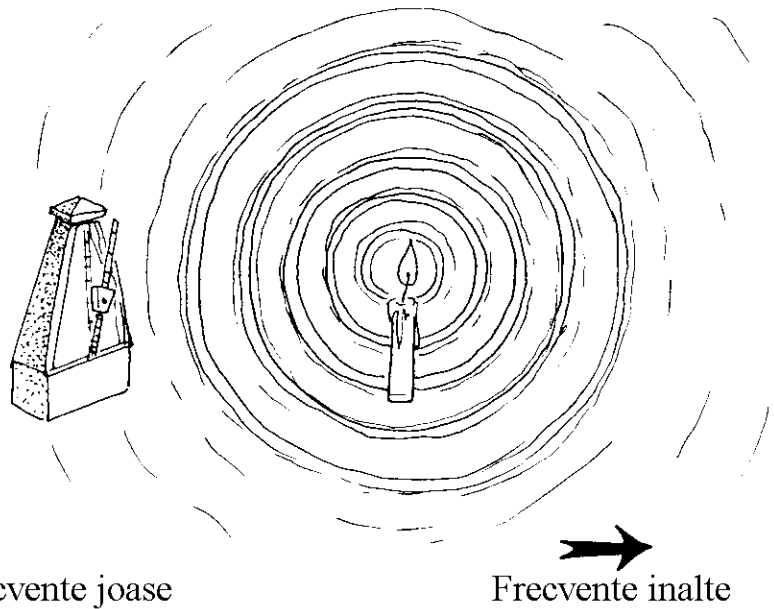
Iata-ne deci inchisi in aceste  
cronoscafuri.  
Dar cum putem noi comunica?

Prin intermediul FOTONILOR

Fotonii sunt ca niste portiuni  
de lumina proiectate care ar  
matura toate straturile Parcului  
Cosmic cu o viteza angulara  
constanta.

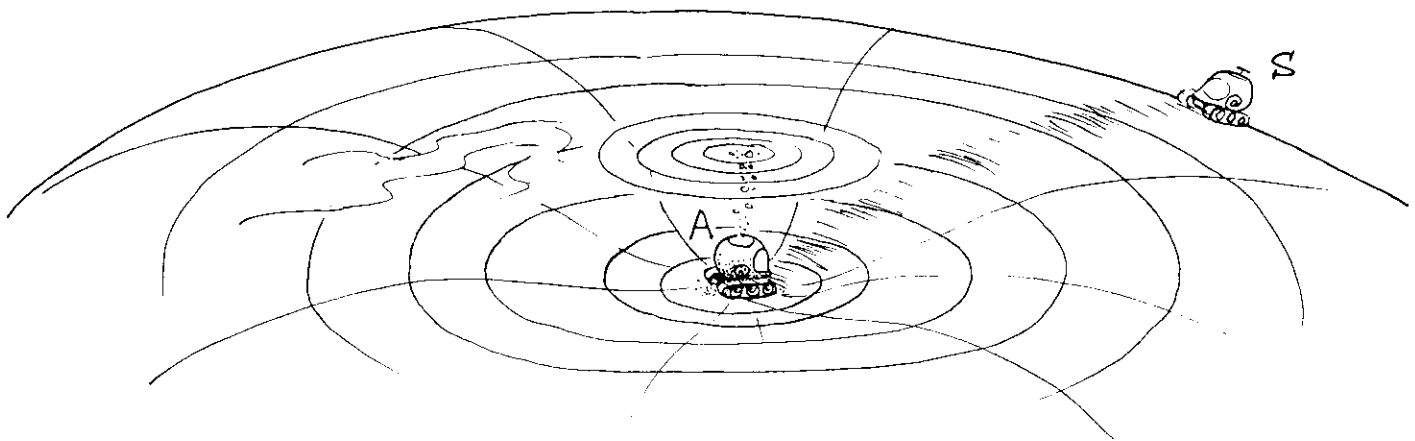


Un obiect A, cu viteza Va,  
poate indrepta una din  
aceste fisii de lumina  
proiectate, in directia unui  
obiect cu viteza Vb.



si culoarea este determinata de catre aceasta frecventa

Infrarosu Rosu Oranj Galben Verde Albastru Violet Ultraviolet



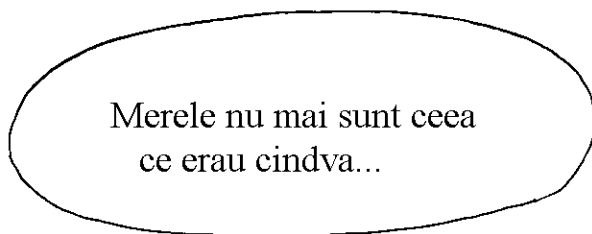
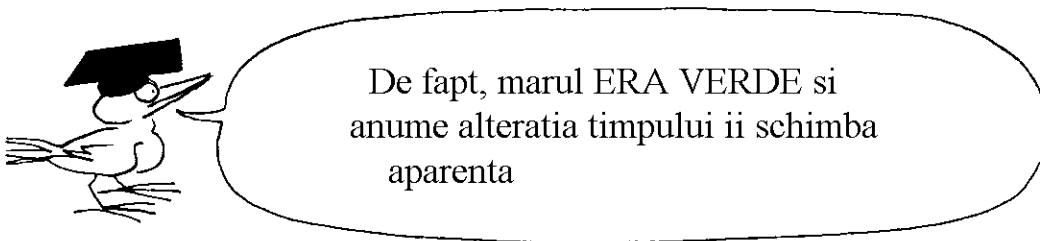
Frecventele (emise sau receptionate) sint masurate in raport cu timpul ce se scurge in cronoscaful emitatorului sau receptorului.

In cronoscaful A, Anselm emite lumina albastra. El se afla intr-o regiune a spatiului, unde predomina o curbura considerabila. El poate sa se afle, de exemplu, in vecinatatea unei stele din neutroni (foarte voluminoasa).

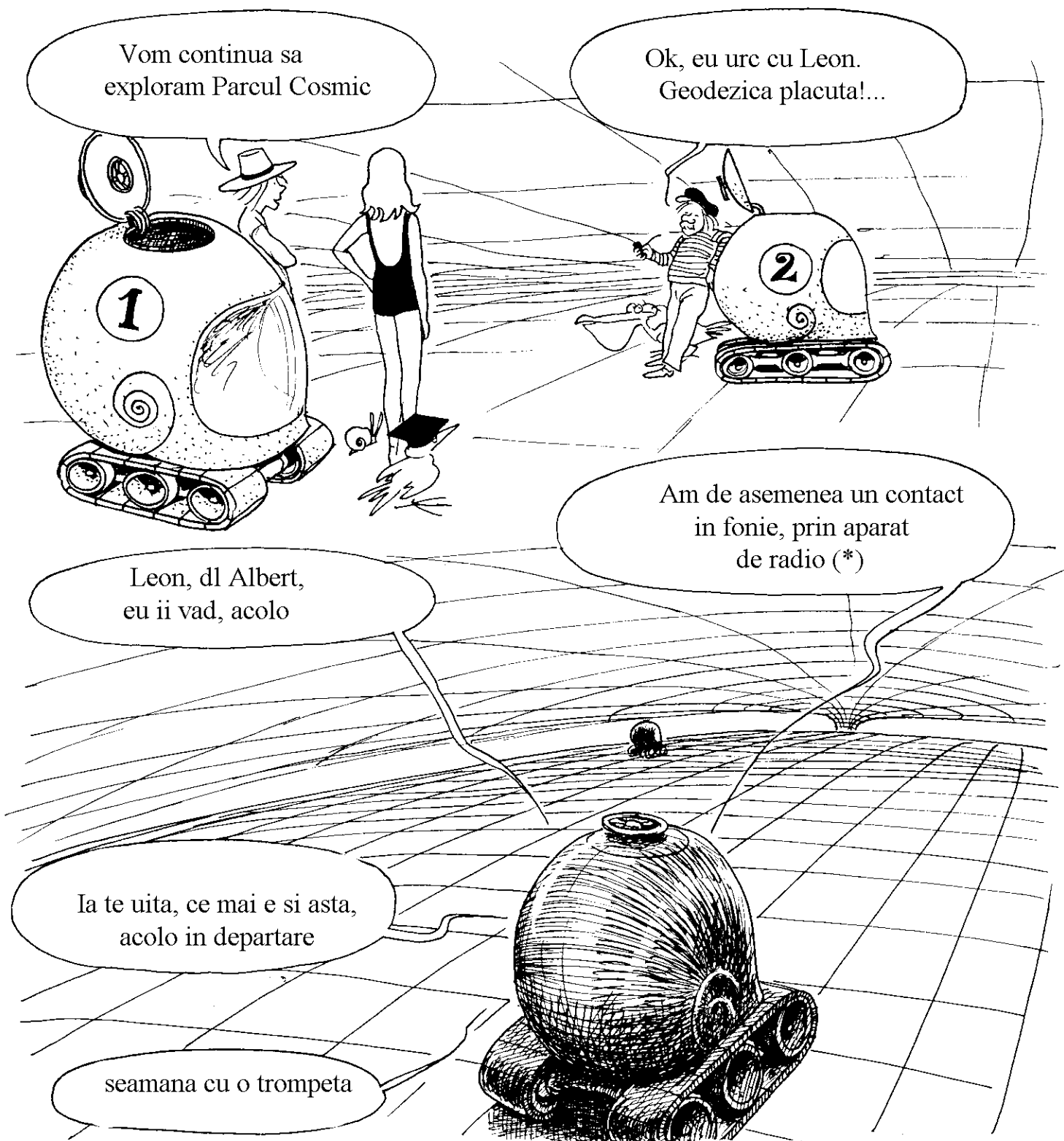
Sophie, in cronoscaful S, receptioneaza aceasta lumina. Ea se afla departe de acest obiect voluminos. Deci timpul sau se va scurge mai repede, cu o frecventa mai joasa, in asa mod ca aceasta lumina va fi, pentru ea, aproape de rosu.

Acest fenomen se numeste RED SHIFT (lunecare spre rosu) de origine gravitationala.

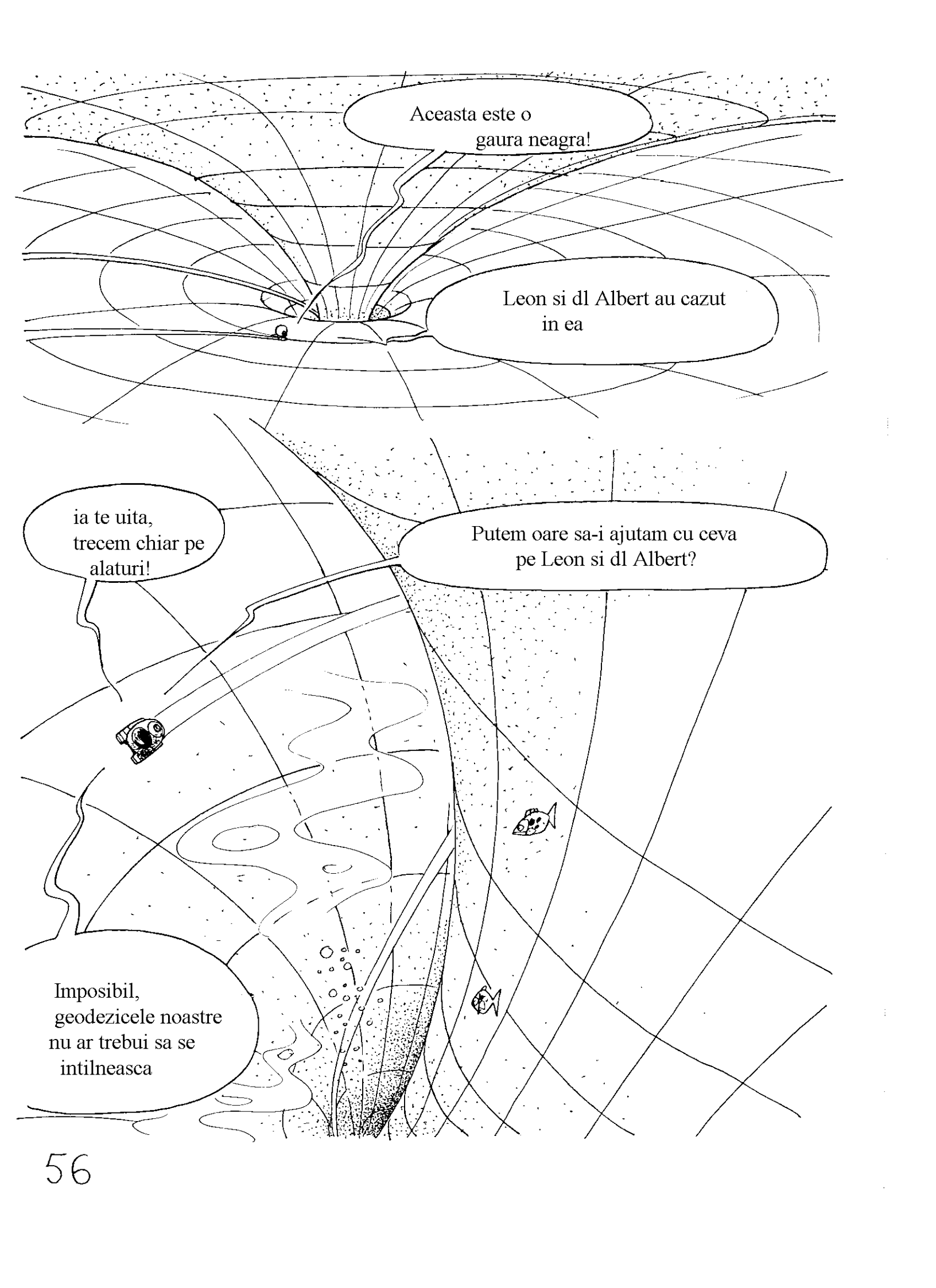
Anselm se afla pe o stea de neutroni.  
(Noi l-am debarasat de incomoditatile greutatii, pentru ca el sa nu se afle alungit pe suprafata sa sub efectului propriei sale greutati)



# CONTACTUL N 2 CU GAURA NEAGRA



(\*) Undele radio sunt de aceeasi origine ca si undele luminoase. Aceeasi viteza de propagare  $c$ , dar frecvente mai joase.



Aceasta este o  
gaura neagra!


Leon si dl Albert au cazut  
in ea

ia te uita,  
trecem chiar pe  
alaturi!

Putem oare sa-i ajutam cu ceva  
pe Leon si dl Albert?

Imposibil,  
geodezicele noastre  
nu ar trebui sa se  
intilneasca






Tu ii vezi?

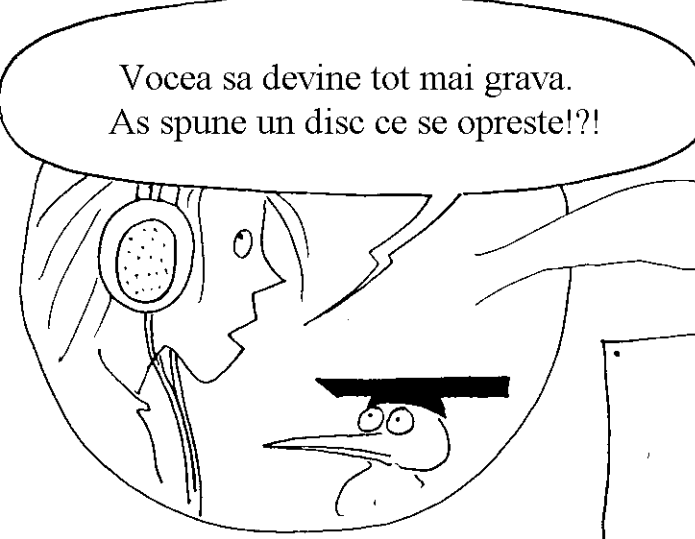
Fundul gaurei negre e foarte intunecos!

Eu ii mai vad inca, dar cronoscaful lor a devenit rosu intunecat

Alo, dle Albert, Leon, ma auziti?



Nu inteleg nimic.  
Vocea sa a devenit prea ascutita  
si vorbeste prea repede

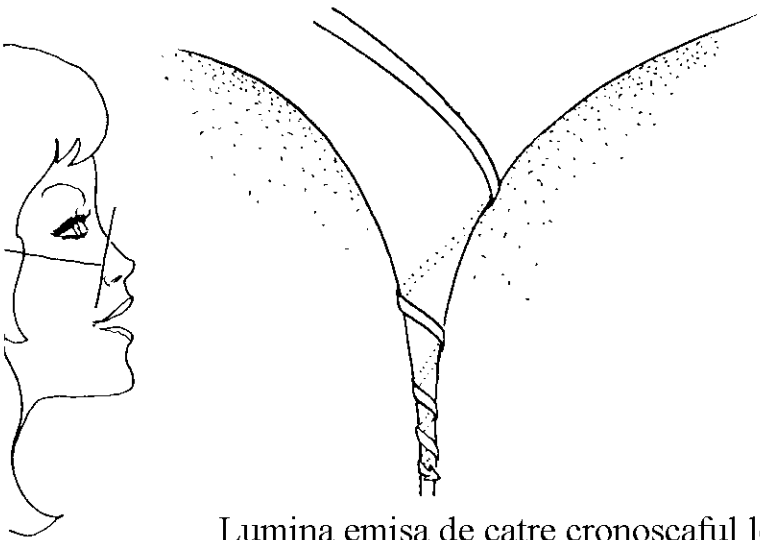


Vocea sa devine tot mai grava.  
As spune un disc ce se opreste!?!

Probleme de comunicatie, pentru persoane ce traiesc in "bule de timp" diferite

# PROBLEMA DE TIMP

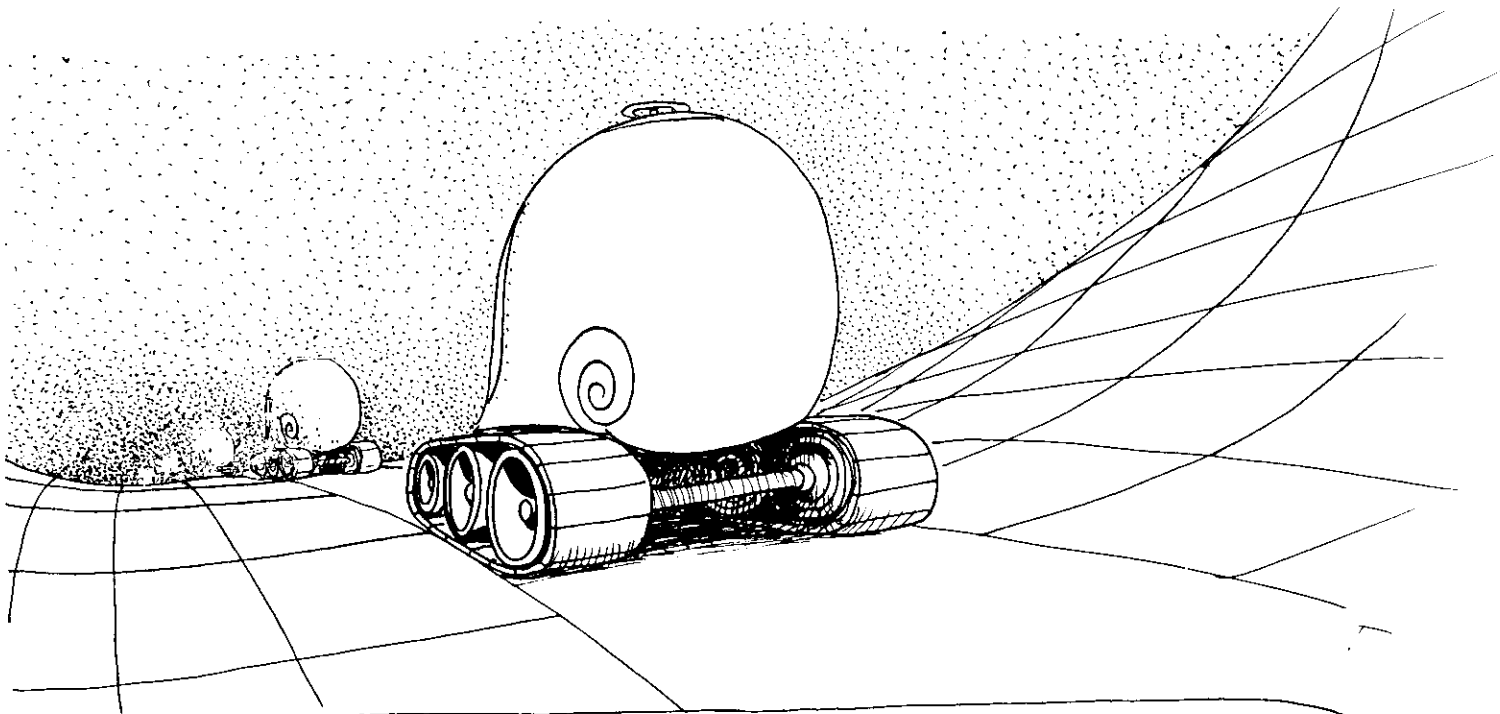
Cu cit mai mult Albert si leon se cufunda in CRONOL, cu atit mai mult presiunea exterioara Pe se mareste, deci cu cit mai putin debiteaza clepsidra lor, cu atit mai lent trece timpul in cronoscaful lor.



Cind ei vor atinge esenta lucrurilor si viteza luminii, ceasul lor hidraulic de pe pupa va debita o cantitate limitata de cronol, ceea ce inseamna ca acest traseu va fi efectuat intr-un timp FINISAT.

Dar daca Sophie, Anselm, Max si Tiresias ar putea continua caderea lor, ei ar avea impresia ca ea e infinita.

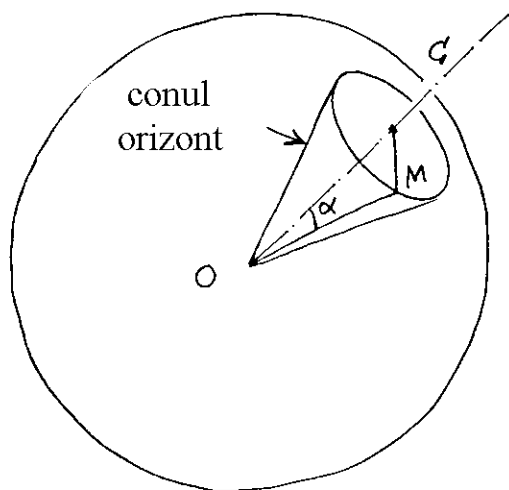
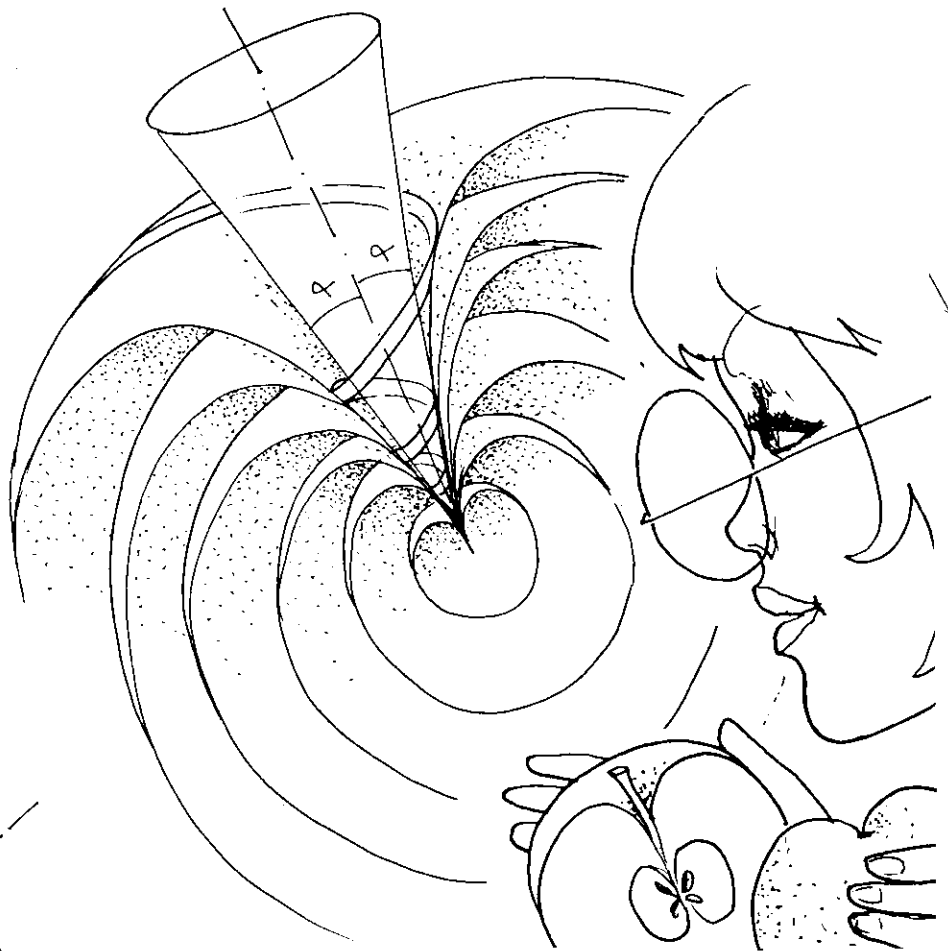
Lumina emisa de catre cronoscaful lor se transforma repede in infrarosu la exteriorul domeniului luminii vizibile, in timp ce mesajul radio se transforma in infrasunet.



Aceasta imi aminteste paradoxul lui Ahile, ce incearca sa se apropie de broasca testoasa, diminuind DE FIECARE DATA distanta ce il separa de ea de doua ori. Ii reuseste intr-un timp finisat.

Iata, in acest model al Parcului Cosmic, o imagine a gaurii negre. Tija a strapuns spatiul-timp pina la centru, unde predomina viteza luminii.

In acest punct, toate straturile devin tangentele unui con de semi-unghi pe virful  $\xi$ .

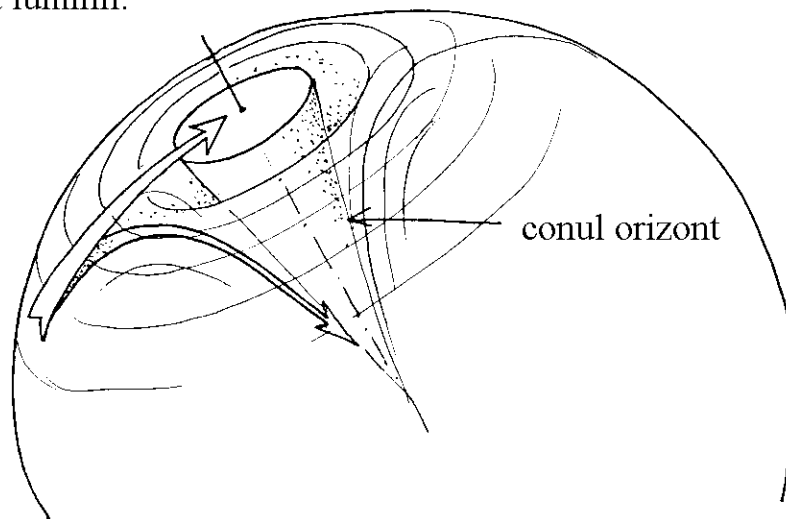


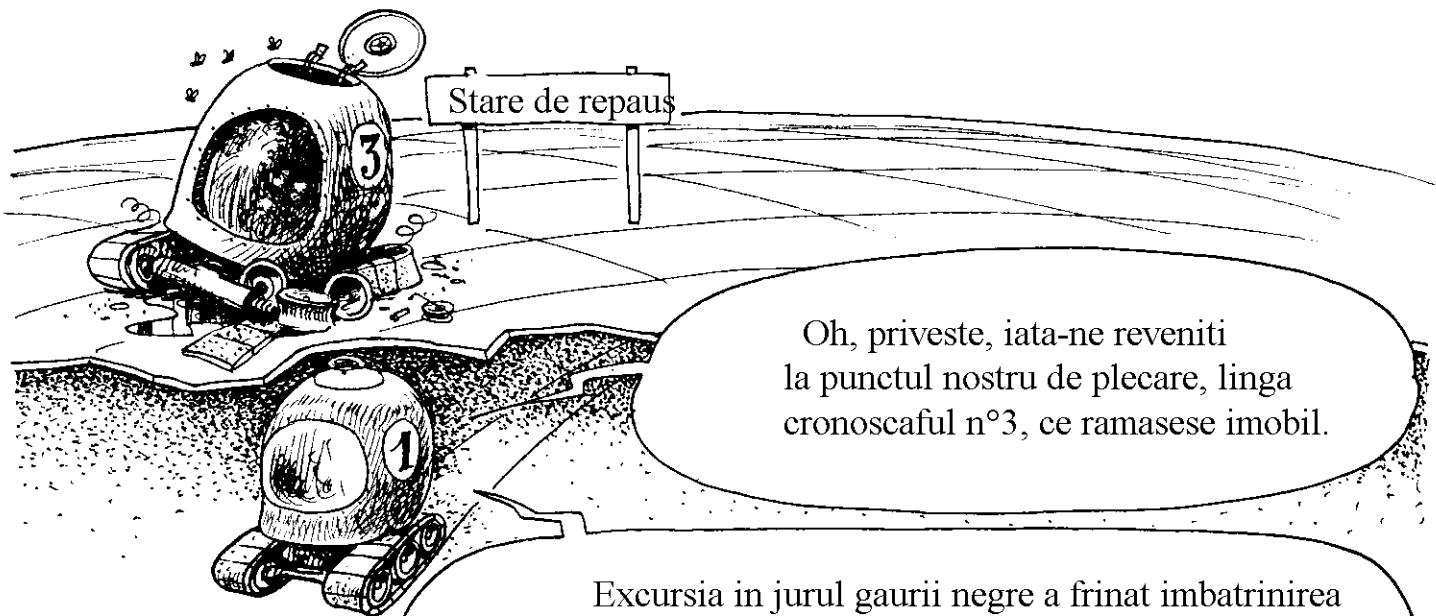
In acest model distanta este de fapt un UNGHI intre doua raze vectri: exemplu OM si OC.

Privind desenul de mai sus, putem observa ca e imposibil de a patrunde la interiorul conului de semi-unghi cu virful  $\xi$ .

Pentru un observator, care ar trai la suprafata

CRONOLULUI, adica in stare de repaus si care nu ar realiza prezenta acestei curburi a spatiului-timp, aceasta frontiera a gaurii negre, numita ORIZONT, ar aparea conurind un cerc, ce ar putea fi trecut cu viteza luminii.





Oh, priveste, iata-ne reveniti  
la punctul nostru de plecare, linga  
cronoscaful n°3, ce ramasese imobil.

Excursia in jurul gaurii negre a frinat imbatrinirea  
noastra. Daca unul dintre noi ar fi ramas in acest  
cronoscaf in repaus, poate ca ar fi asteptat intoarcerea  
noastra timp de sute sau chiar mii de ani!

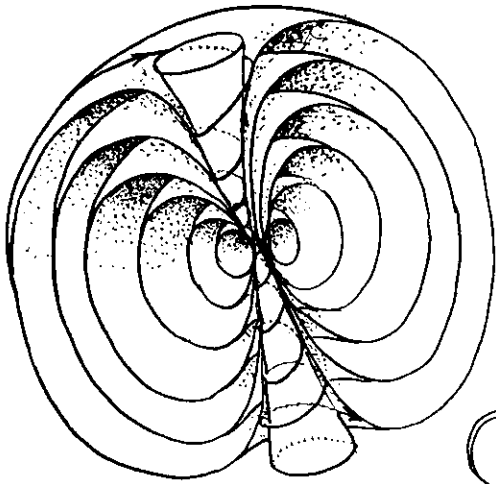
unde conduc gaurile negre?

Nimeni nu stie nimic.  
Teoria spune ca o anti-gaura ar  
putea exista deja.

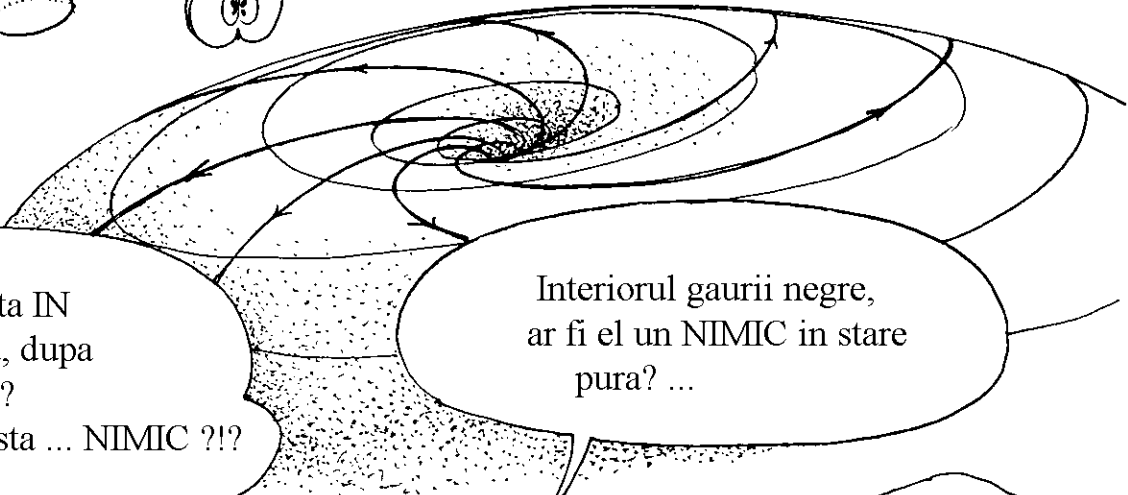
Adica un obiect in care nu  
am putea intra niciodata.  
Am putea doar sa iesim.

un HAVUZ ALB

Iata, in acest model al Parcului Cosmic,  
cu ce ar semana un cuplu  
gaura neagra - havuz alb

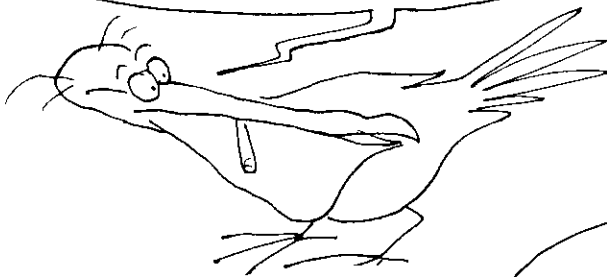


este acelasi obiect, dar  
cu o orientare opusa a  
geodezicelor



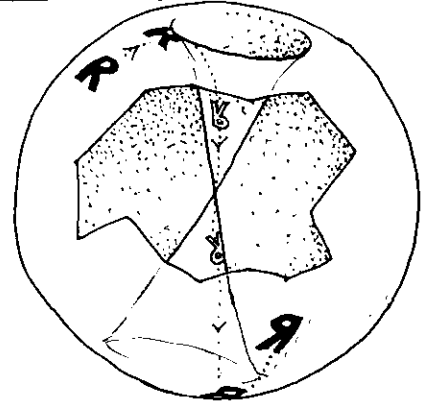
Dar ce exista IN  
gaura neagra, dupa  
ORIZONT ?  
Oare nu exista ... NIMIC !?!

Interiorul gaurii negre,  
ar fi el un NIMIC in stare  
pura? ...



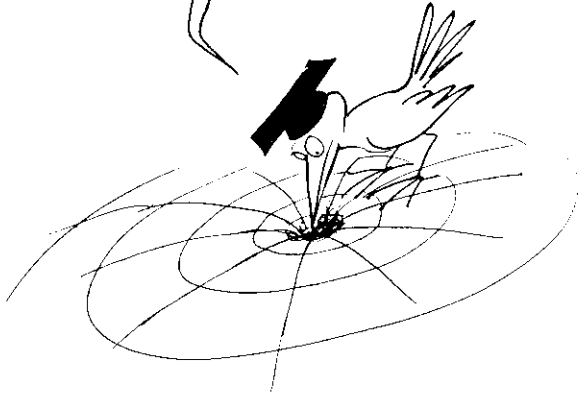
Sigur ca nu !  
"Interiorul" gaurii negre ar fi pur si simplu  
exteriorul havuzului alb asociat

Vom remarca ca, in acest model,  
structura GAURA NEAGRA - HAVUZ ALB  
atribuie tuturor straturilor Parcului Cosmic  
o aparenta de suprafete inorientate, numai dintr-o  
singura parte, "trecerea" ce inverseazaobiectele.  
De exemplu, un L se transforma in \_I.



# STICLA CU CERNEALA

Dar exista si alte teorii. Unii cred ca gaurile negre fac ca universul nostru sa comunice cu un UNIVERS GEAMAN.



Sau chiar cu o lume, unde totul ar fi in oglinzi, chiar si timpul




In prezent, daca si exista curajosi ce s-au apropiat de o gaura neagra, nici unul nu s-a intors pentru ca sa pvesteasca ce a vazut

De fapt, poate ca cochilia lui Tiresias nu este decit o gaura neagra!



mama!!




Leon, lasa-l in pace  
pe Tiresias!


Asculta, Tiresias,  
principalul e sa te simti  
bine in aceasta  
cochilie

mi !..

## EPILOG

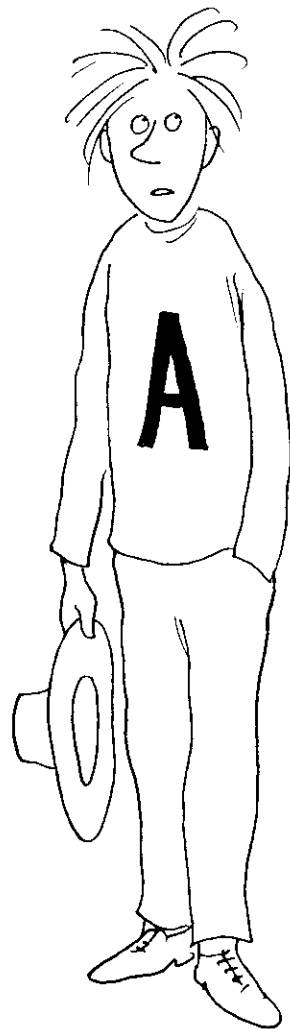


O-la-la! cosmolul!...  
ma doare capul ...



Ia sa vedem. Desertul si  
materia, e acelasi lucru!  
Spatiul poate sa se inchida  
pe sine insusi, si atunci  
nu mai putem merge decit  
drept inainte!

Daca acest Univers e cel mai  
bun dintre toate universurile  
posibile,  
ce reprezinta celelalte?



**FIN**





De unde vine apa ce curge din acest robinet si care pare sa pluteasca in spatiu?

Mmmm...

Si unde se scurge, atunci cind nivelul din caldare ramine constant?

dar ea curge oricum

