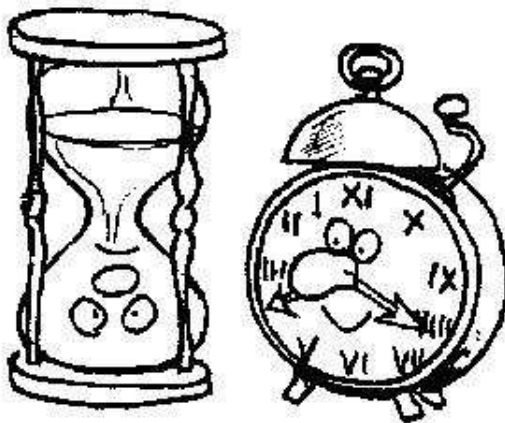


Scio-sen-limoj

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

La
KRONOLOGIU MO

Jean-Pierre Petit



La Aventuroj de Anselmo Lanterno

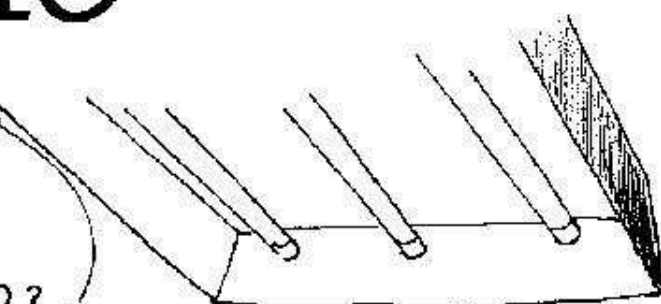
Lanterno rime ludas kun konsterno... Tiel estu ! Sed ĉu Keplero,
Neŭtono, kaj eĉ Ejnstejn ne estis, ankaŭ ili, tel, konsternantaj ? Se la scien-
co antaŭenirus nur sur kutimaj vojoj, ĝi malmulte paŝus !

~~Mei~~
Jean-Claude Pecker

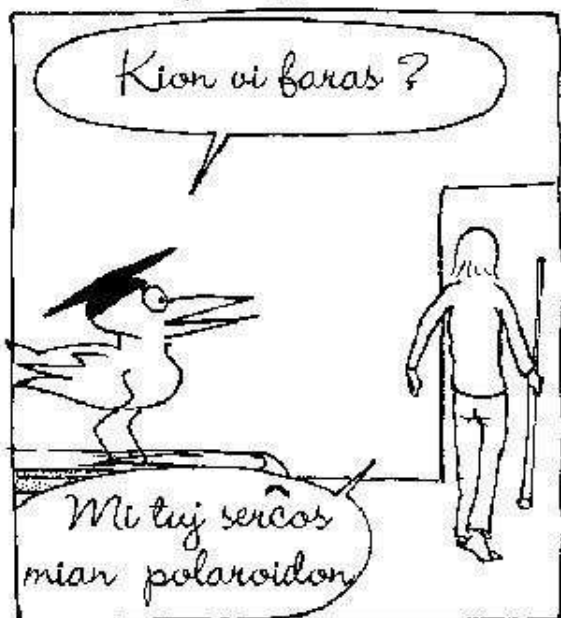
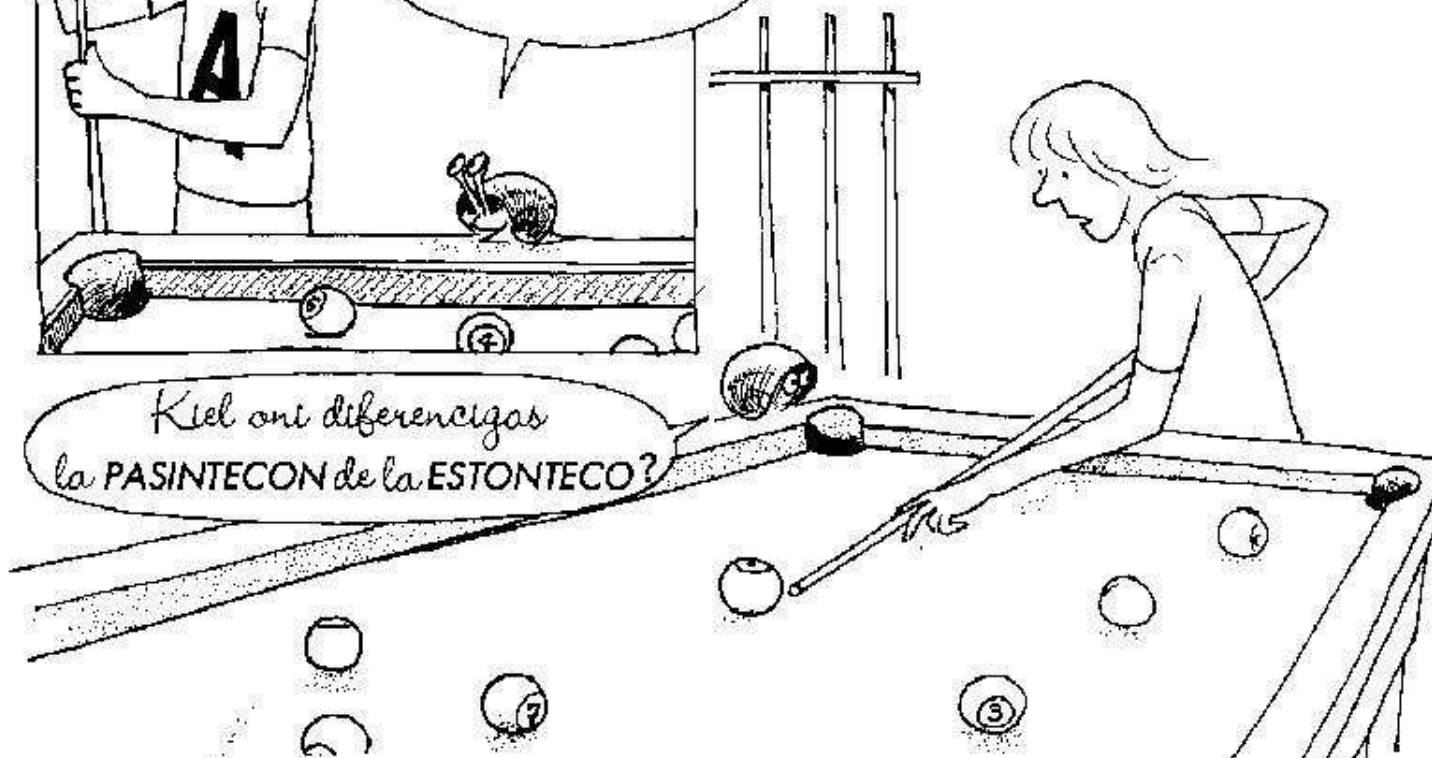
ANTAŬPAROLO



Anselmo, laŭ
via opinio,
kio estas TEMPO?



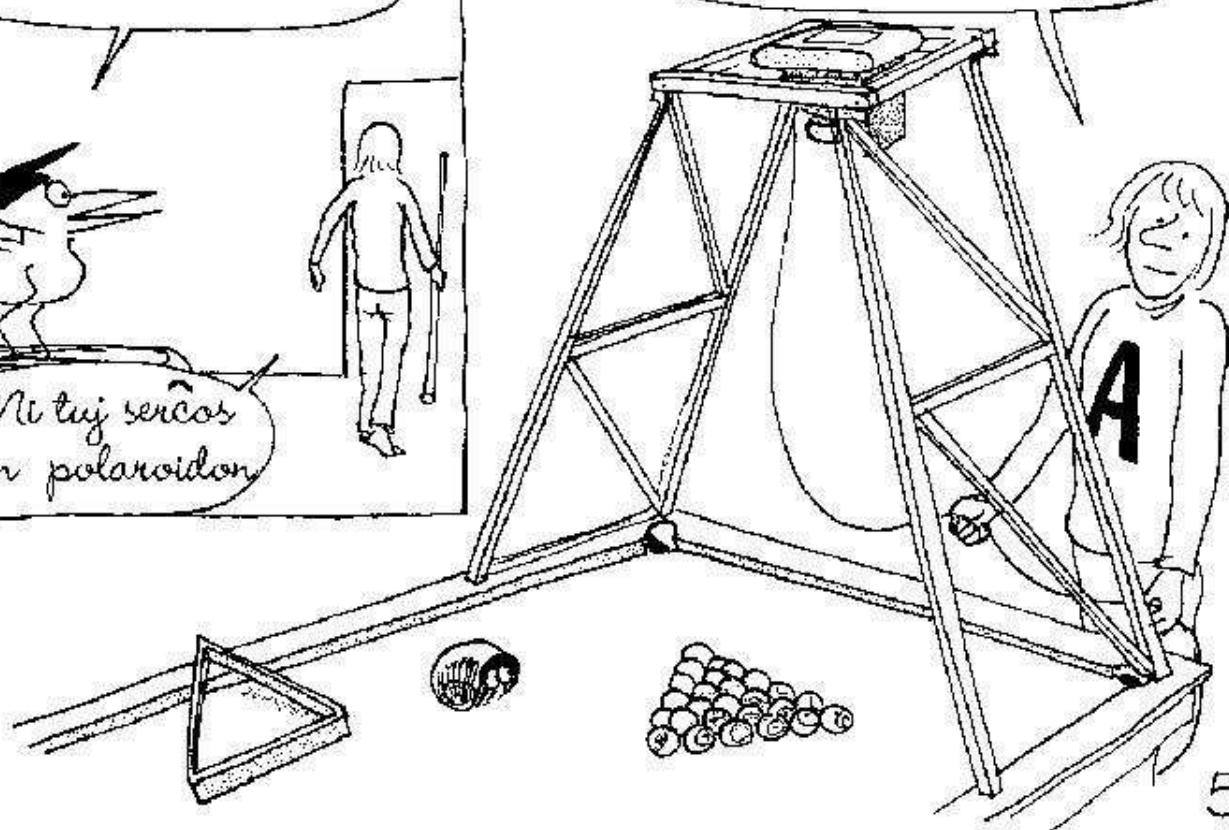
Kiel oni diferencigas
la PASINTECON de la ESTONTECO?



Kion vi faras?

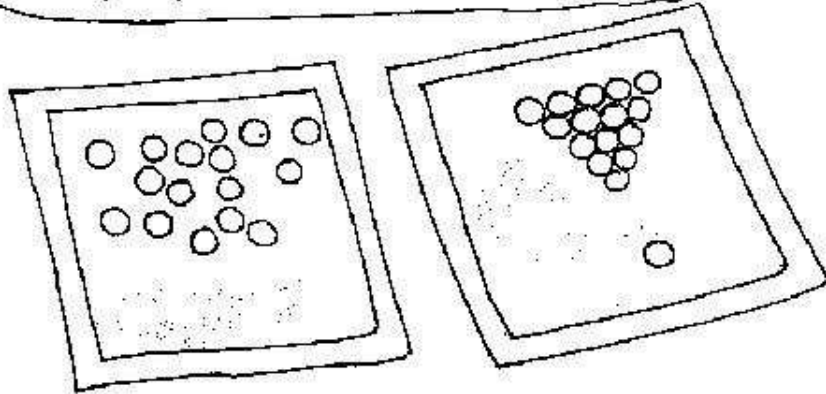
Mi tuj serĉos
mian polaroidon.

Jen, tio devas taŭgi...

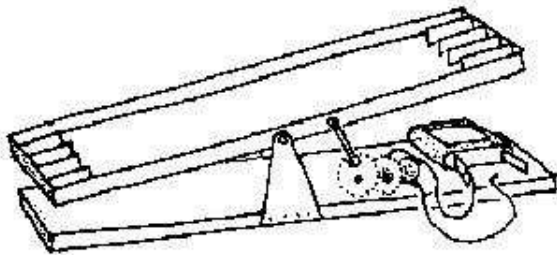


Sofio!

Rigardu tiujn du klisojn. Unu estas
POSTA rilate al la alia. Devas ekzisti
rimedo por klasigi tiujn du fotojn en
la tempo, por akiri ilian KRONOLOGION



PROBABLECO



L'ideo estas bona
sed jen maŝino, kiu tuj
permesos bildigi ĉion-ĉi
pli klare

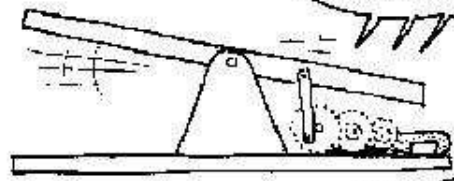
Temas pri plataĵo oscilanta
ĉirkaŭ akso, kiu portas rakojn
simetrie aranĝatajn

Antaŭ ol funkciigi tiun maŝi-
non, mi lokigis kvin globetojn en
unu el la rako, ekzemple tiu, kiu
 troviĝas sur la centro

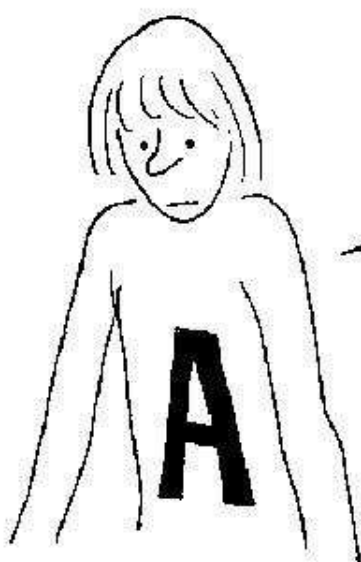
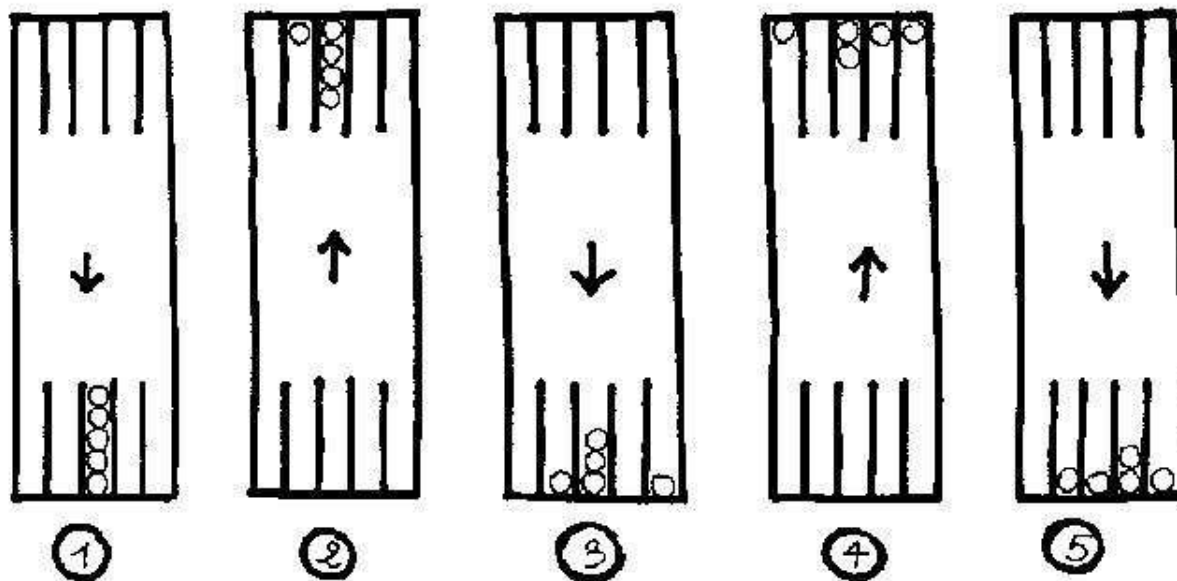
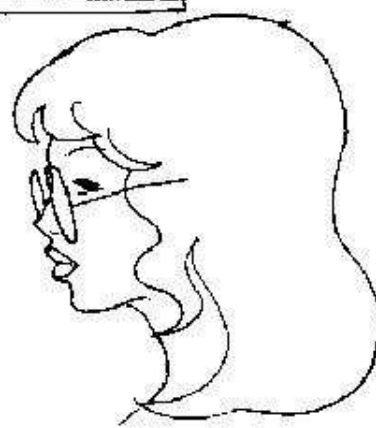
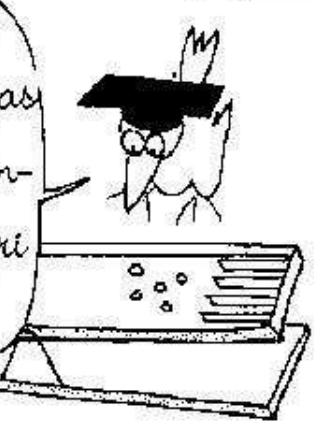
Jen, ekas. La plataĵo, kies l' akso bone horizontalas, milde oscilas, kia okazigas ir-riaran movon de la globetoj de rando al l' alia



KLONK!



Rigardu : la etetaj malglataĵoj de la maŝino kaj la aerturbuloj igas la globetojn ne restantaj en la komenca fako, sed male tendencas migri al la apudoj



La globetoj iras kaj reiras, sed ne ŝajnas havi deziron por troviĝi en la sama fako

Ĉar tiu situacio estas multe pli NEPROBABLE



Kion vi intencas diri?

Pripensu. Estas ŝanco el kvin, ke globeto troviĝos en kalkulita fako, ekzemple la n^o 2. Kaj ankaŭ estis ŝanco el kvin, por ke alia globeto jam troviĝu tie. Do estas unu ŝanco el dudek kvin, por ke du globetoj troviĝu en la sama fako

la PROBABLECOJ obligas kaj ni havas :

$$\frac{1}{5} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{25}$$

Same, kiam ni hazarde ĵetas tri globetojn, estos $(\frac{1}{5} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{125})$ t.e. unu ŝanco el cent dudek kvin retrovi ilin ĉiujn en kalkulita fako

Ĉi-tio respondas al unu ŝanco el $5 \times 5 \times 5 \times 5 = 625$ dum tio al unu ŝanco el $5^5 = 3125$, do probableco de $\frac{1}{3125} = 0,00032$

se oni rigardas ĉiujn fakojn ekvivalentaj, la probableco trovi la kvin globetojn en unu sama fako estas :
 $P = 5 \times 0,00032 = 0,0016$



Se oni neniel diferencigas inter la fakoj,
jen la probablecoj ligitaj al ĉiu el la
dispozicioj :

$$\begin{array}{c} \circ \circ \circ \circ \\ \circ \circ \circ \circ \end{array} \longrightarrow P = 0,0016$$

$$\begin{array}{c} \circ \circ \circ \circ \\ \circ \circ \circ \end{array} + 0 \longrightarrow P = 0,032$$

$$0 + 0 + 0 + 0 + 0 \longrightarrow P = 0,0384$$

$$\begin{array}{c} \circ \circ \circ \circ \\ \circ \circ \end{array} + 8 \longrightarrow P = 0,064$$

$$\begin{array}{c} \circ \circ \circ \circ \\ \circ \circ \end{array} + 0 + 0 \longrightarrow P = 0,192$$

$$\begin{array}{c} \circ \circ \circ \circ \\ \circ \circ \end{array} + 8 + 0 \longrightarrow P = 0,288$$

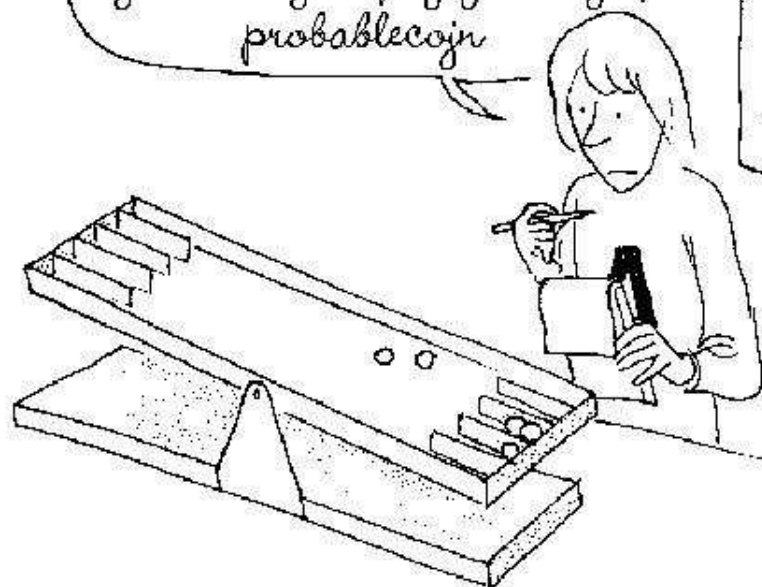
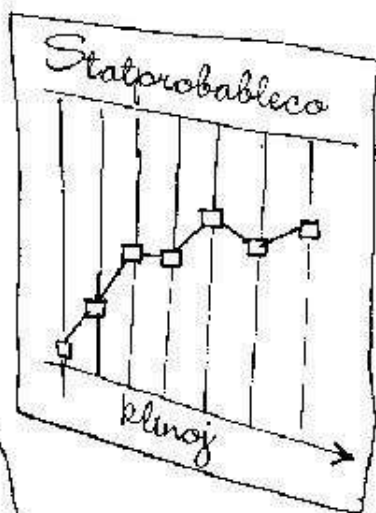
$$\begin{array}{c} \circ \circ \circ \circ \\ \circ \circ \end{array} + 0 + 0 + 0 \longrightarrow P = 0,384$$

stranga : la kazo,
kie troviĝas unu globe-
to en ĉiu fakoj ne estas
la plej probableco

ni notu la probablecojn
ligitajn al sinsekvantaj dispo-
zicioj, en nia
eksperimento

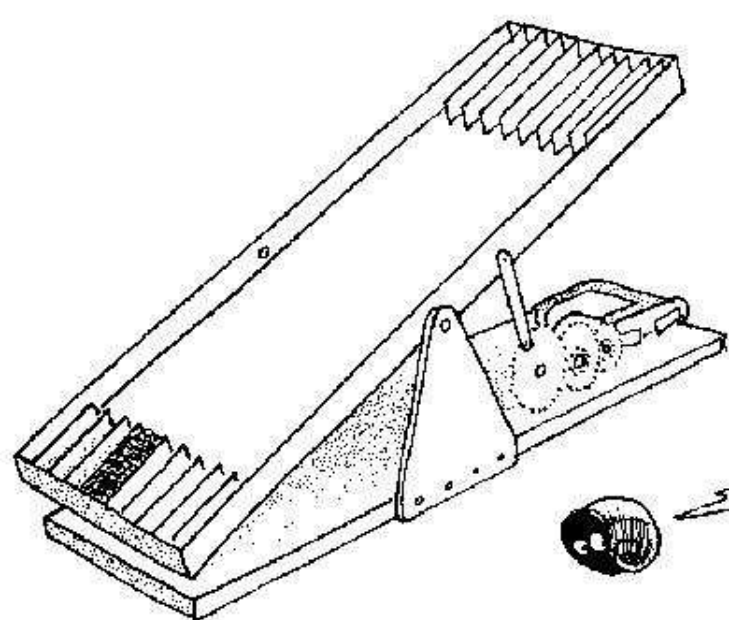


Sofio, estas ege klara.
La statprobableco kreskas
tre rapide, poste sinsekvas sta-
toj havantaj la plej grandajn
probablecojn

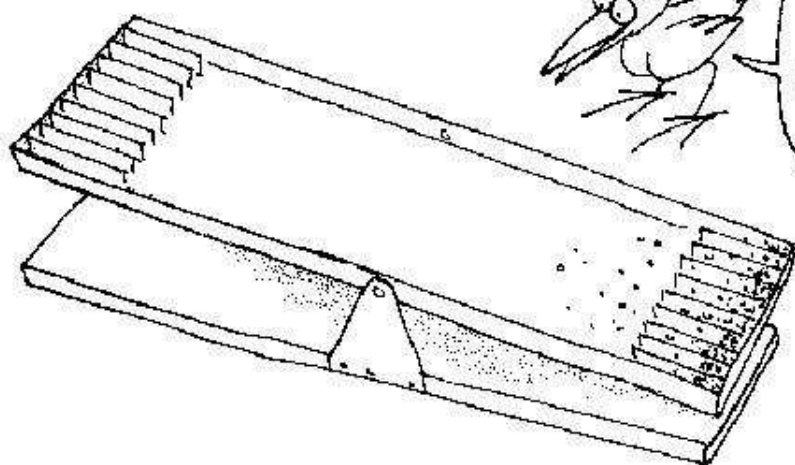


provu
per 10 fakoj kaj
1000 globetoj

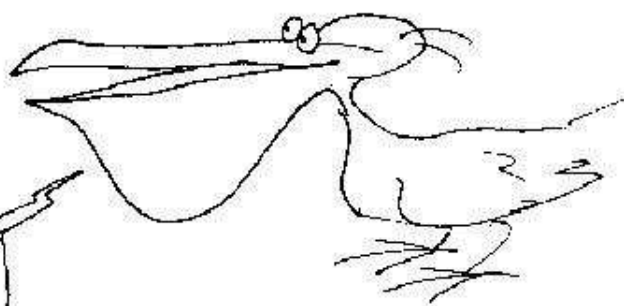




Anselmo uzis ĉasplumberojn
La probableco por trovi la mil
plumberojn en unu sama fa-
ko estas $\left(\frac{1}{10}\right)^{1000} \times 10$, t.e. $P = 0,$
 $000 \dots 1998$ nul-ciferoj!! $\dots 0001$
Ĉi estas ege malgranda



Kiam la maŝino ekfunk-
cias, la globetoj iras distri-
buiĝante en la diversaj fakoj
laŭ praktike egalaj kvantoj



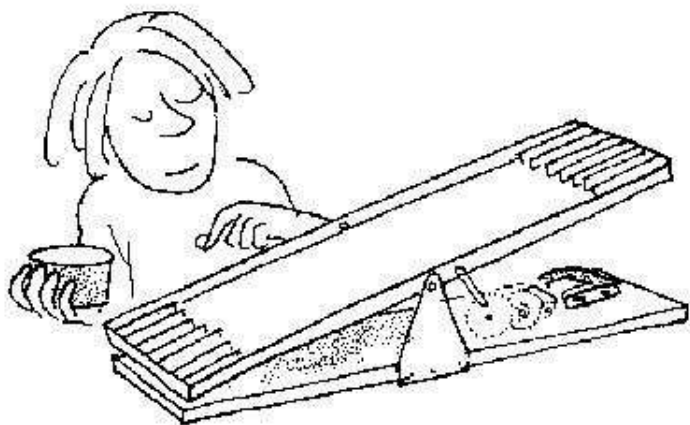
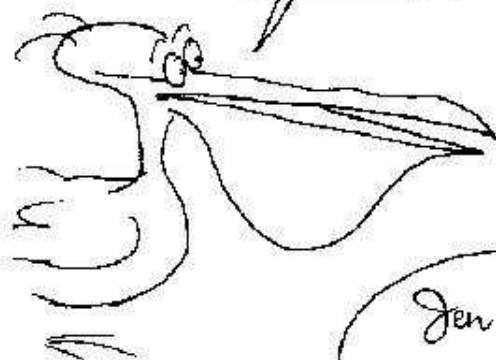
Ĉiuj statoj, kiujn oni tiam observas,
estas tre proksimaj de meza stato, kie
ĉiuj fakoj entenus la saman nombron
de globetoj (*)

Oni skemigas tiun rezulton per la formulo:
**DUA PRINCIPO : ĈIU IZOLATA SISTEMO STREBAS
AL SIA PLEJ PROBABLE STATO**

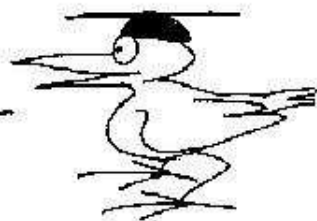


(*) Sistemon posedantan tiun statistikan stabilecon, oni nomas **10
ERGODA**

Kio estas sistemo, kiu ne estas izolata?



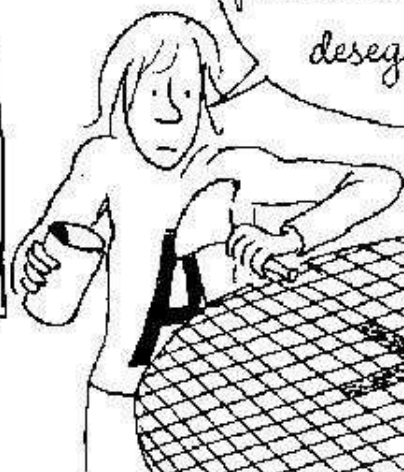
Den unu: kiam Anselmo elpaŝas por ordigi la globetojn



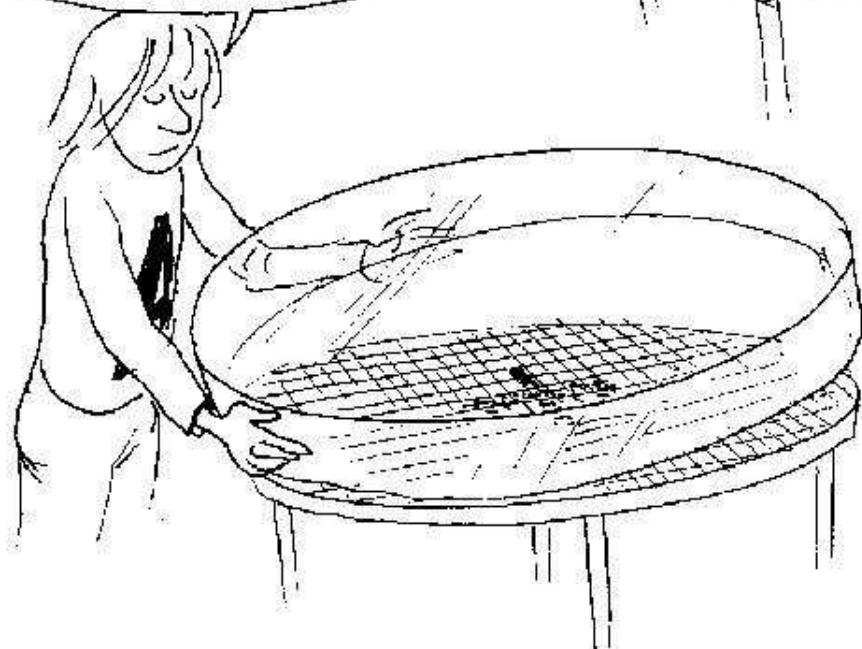
krom se ĝi estas vegetarano

Izolata sistemo preta por konverĝi al plej probableja.

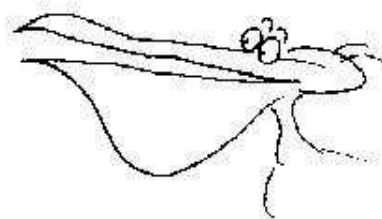
rigardu, Sofio, mi plibonigis la sistemon. Sur tiu plataĵo, mi disponis fakojn kaj plumberetojn, kun kiuj mi povas desegni iun ajn formon



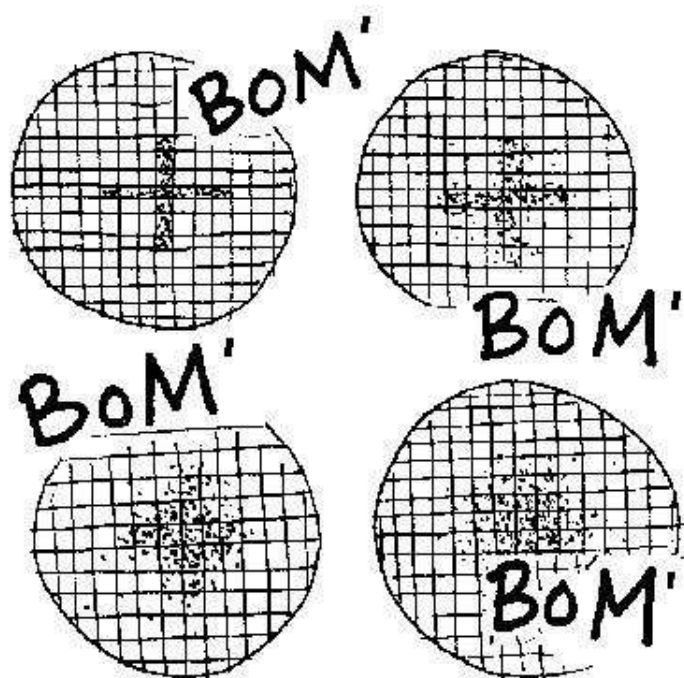
oni kovras ĉion per travidebla keloŝo



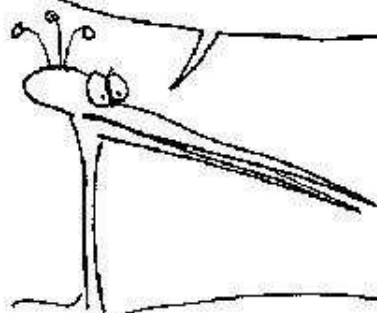
kaj nu?



nur restas al mi marteli
per frapoj de sube



Ĉio okazas?
Ĉu vi estas mortigantaj
iun?



ne, Anselmo estas iganta
sistemon al sia maksimuma
probablajo

Klaras. La mesaĝo
iĝas pli kaj pli nelegebla.
La **INFORMO** difektiĝas
iom post iom



Alie dirite, mi elpensis solvon por ordi-
gi **KRONOLOGIE** du probablajojn de izo-
lita sistemo. Tiu, kiu montras **PLEJ BO-
NORDAN STRUKTURON** estas la plej
malnova

malindone

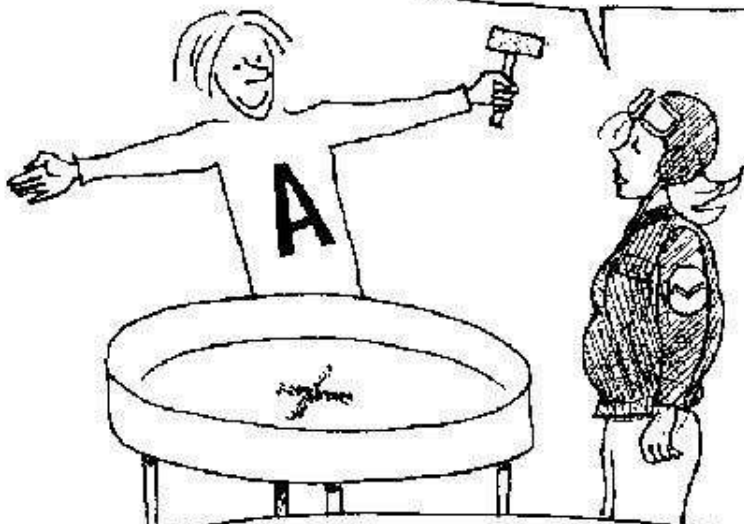
Kiel vi vidas, Anselmo, la natura difuzo tuj detruos tiun mesaĝon, kiun ni skribis en la ĉielo

Ĉu vi foritas bone?

Be!

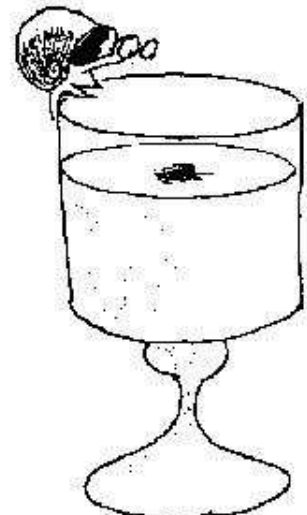
Sed oni ne povas apriori eksigi la eblon, ke tuj kolorigantaj molekuloj povas memgrupiĝi, rekonstituantaj la mesaĝon

kiel oni ne povas komplete forĵeti hipotezon de aparte feliĉa martelbrapo, kiu rekonstituus vian antaŭmomentan krucon.



Aŭ ke la kolorigantaj molekuloj, same densaj ol l' akvo, mem reformigus la komencaĵon

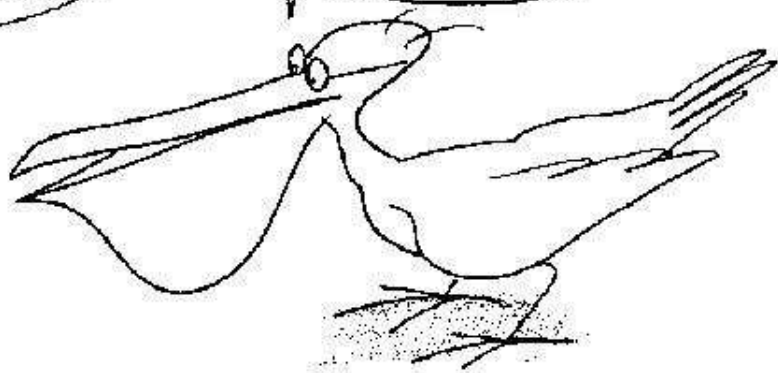
Sed, ĉar la probablajoj ligitaj al tuj eventualajoj estas malgrandegaj, oni rigardas ilin nekonsiderindaj



tiam la Universo alkuras
neinversigeble al
la ĤAOSON. La vanilaj glaciaĵoj
fandiĝas, la montoj disbalas

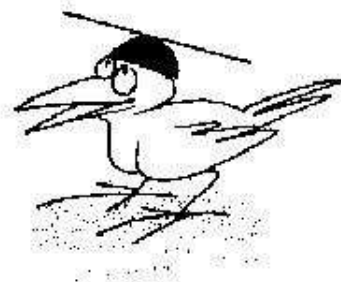


fine, ĈIO
IRAS FOR

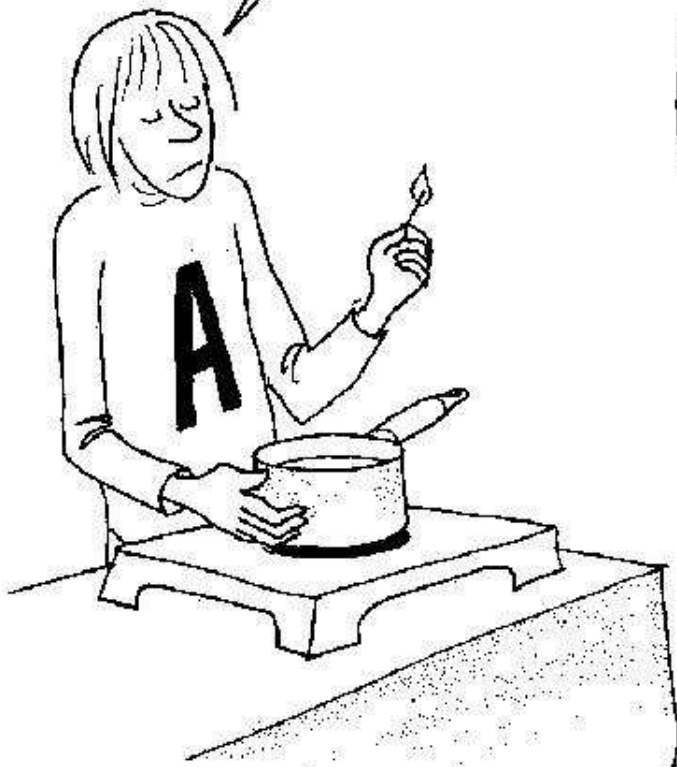


tiu fenomeno ordinare ligiĝas kun la nein-
versigebla kresko de
grando nomata

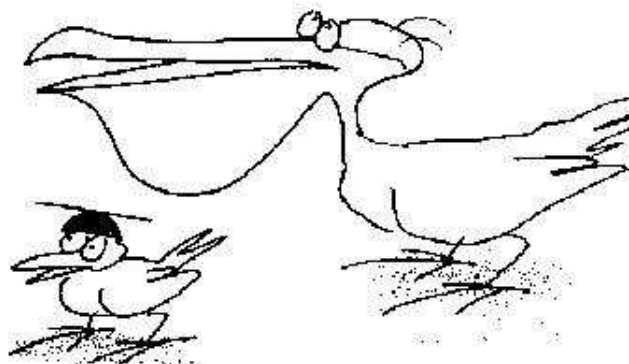
ENTROPIO (*)



Ĉio-ĉi estas pozitive emociega.
Mi tuj preparos al mi tom da teo

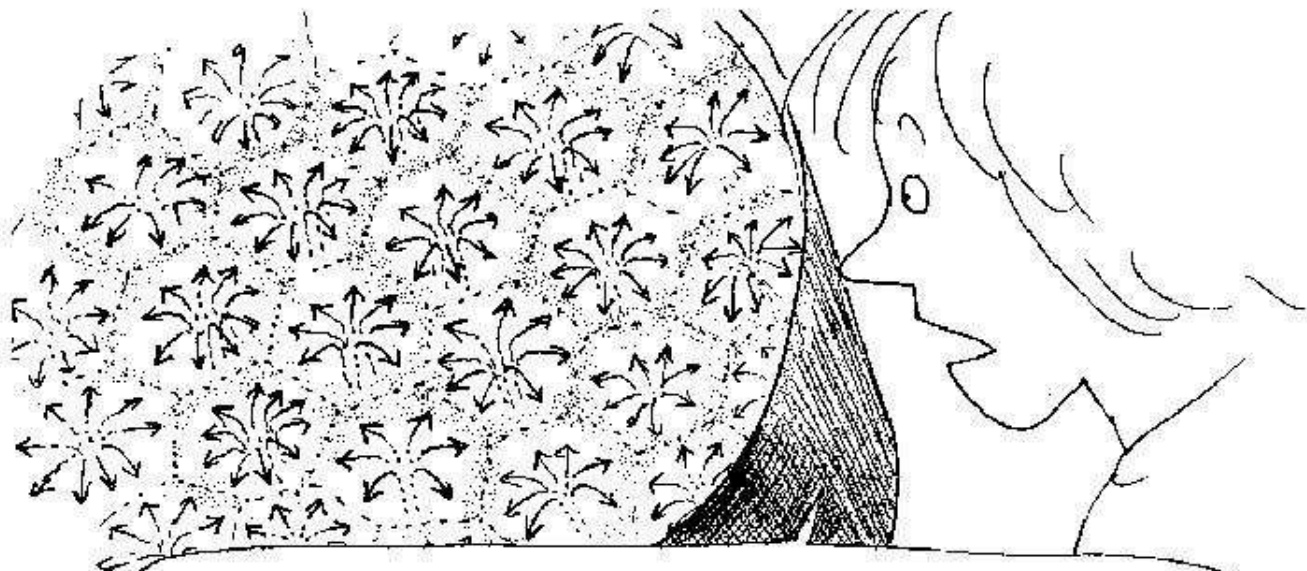


sed tio saĝnas alporti
la respondon. L' ENTROPIO
estas MEZUREBLA, tial ni povus
KRONOLOGIE ordigi la statojn
de unu sistemo

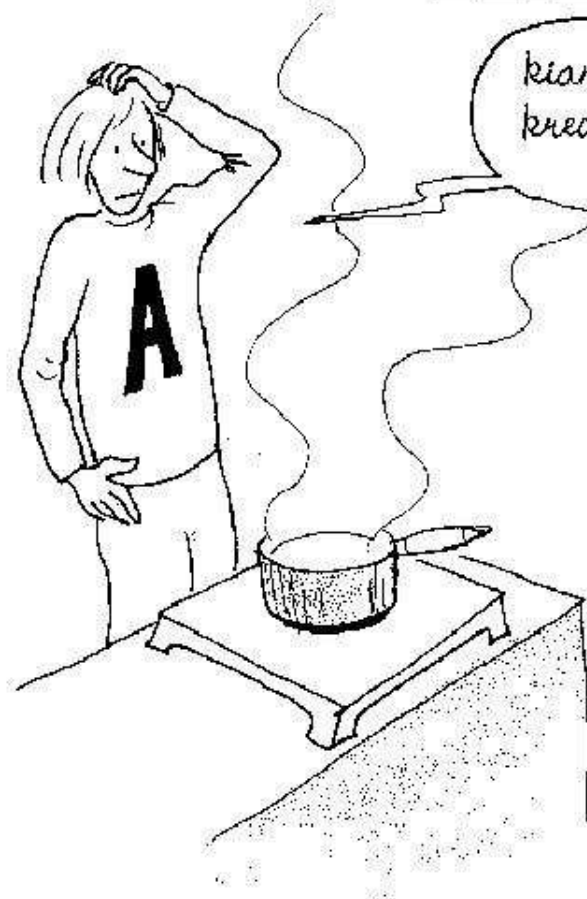


(*) Se P estas la probablo de stato, la entropio
estas $S = -P \log P$, kie \log signifas logaritmo

DISIPIVANTAJ ĈELOJ



Ne kredblas! Kiam mi varmigas la akvon, kirliĝanta sistemo kun sesangulaj maŝoj aperas tien, kie antaŭe estis nenio kaj kiam mia varmiganta plato certigas homogenegan akvon

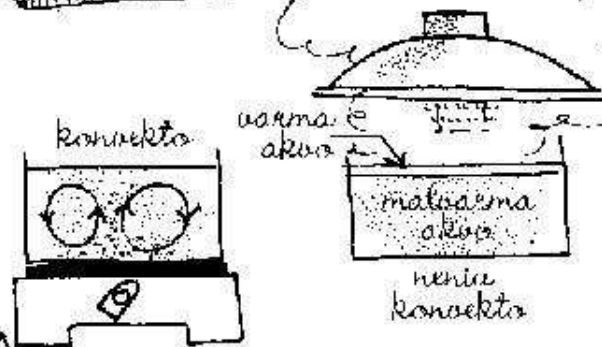
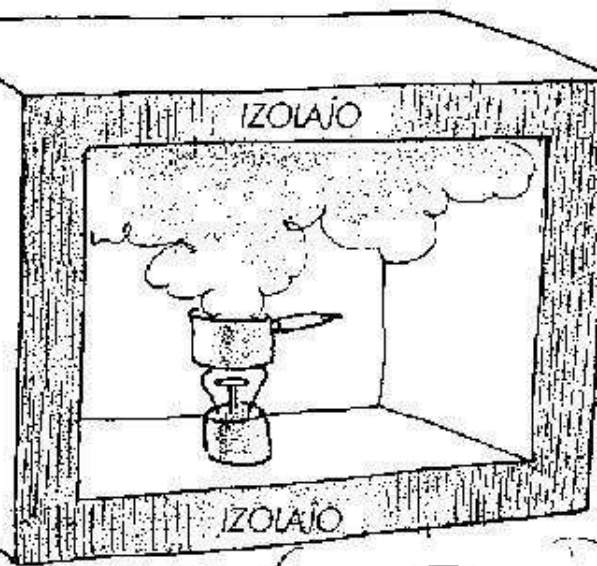


kiam mi forvaporigas tiun akvon, mi kredis krei malordon kaj jen mi kreas ordon!?!

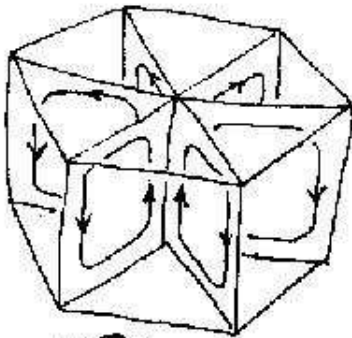
tio signifas, ke la bolanta akvo havas la povon mal-kreskigi la entropion?



tio simple signifas, ke tiu nocio pri **ENTROPIO** valoras nur por la **ENSEMBLO DE LA IZOLITA SISTEMO**, t.e. ĉi-tie la tutaj: varmigilo, kaserolo, akvo kaj atmosfero



Cetero tute eblas vaporigi ĉiun tiun akvon sen kirloj, nek konvektaj movoj, varmigante ĝin per desupra radiado, helpe de simpla parabola radiatoro

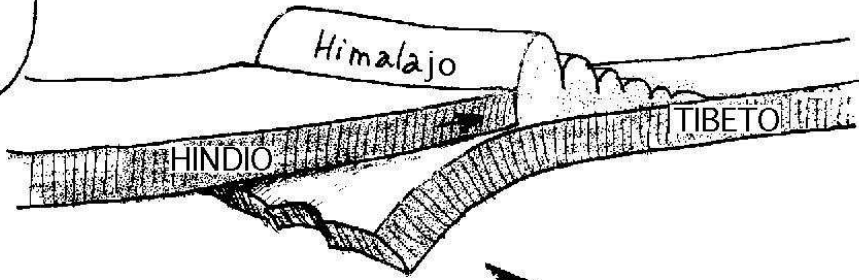


La reiro al **LA SENREAGA STATO** ne estas, tio karakterizas la entropian kreskon de sistemo. La **DISIPIGANTAJ ĈELOJ**, kiam ili aperas, efikas kiel akceligantaj la vaporigon, la finan entropian plenan kreskon



la montoj disfalas per si mem, sed la akvo transportita de la nuboj akcelas tiun erozion

sed ... ĉu ne estas sur Tero
montoj dum formiĝo, kiel la
HIMALAJO ?



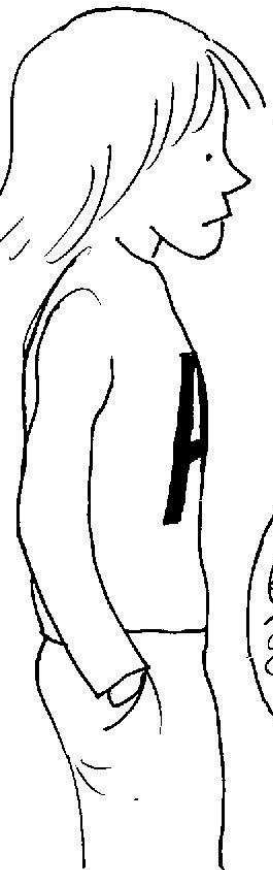
efektive, oni diras, ke la "india
plato", kolizante kontraŭ la TIBETON,
kreis tiun reliefon



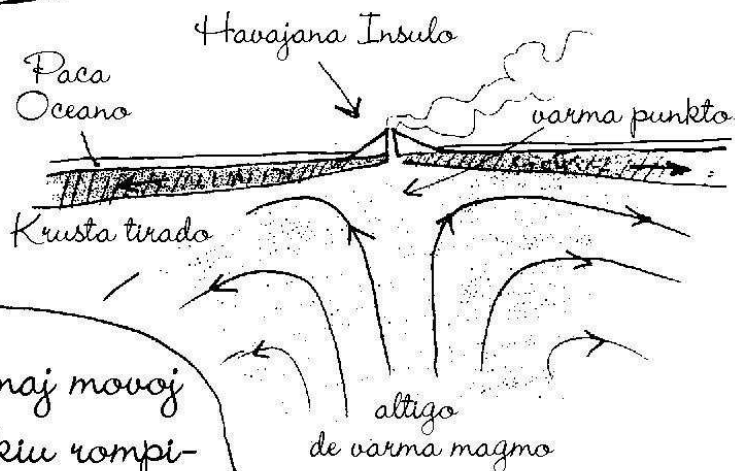
Tio estas nur la rezulto de la kon-
vektaj fluoj, kiuj animas la MAGMON kaj
helpas tiun-ĉi forĝeti ĝian centran varmon,
kiu plu daŭras dank' al la malintegrado de
la proa Uranio 253



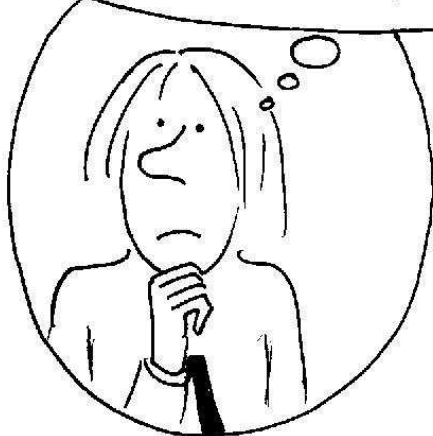
Ĉu vere estas konvektaj
ĉeloj en la magmo ?



Jes ja, kaj tiuj magmaj movoj
fortiras la terkruston, kiu rompi-
ĝas kaj tio ekzemple kreas havaja-
nan tipan vulkanismon



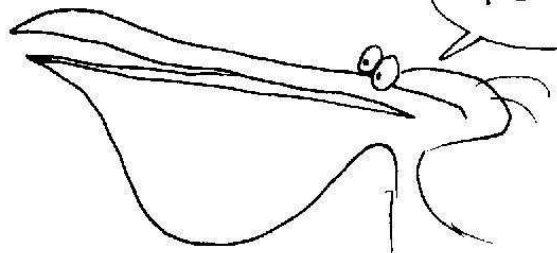
Hm, certe, kiam oni
tiras sur siaj kruŝtoj, oni ne-
niam cikatriĝas



Ni vivas sur la ŝaŭmo de
kuirpoto kun tri dimensioj,
kiun ni nomas Teron



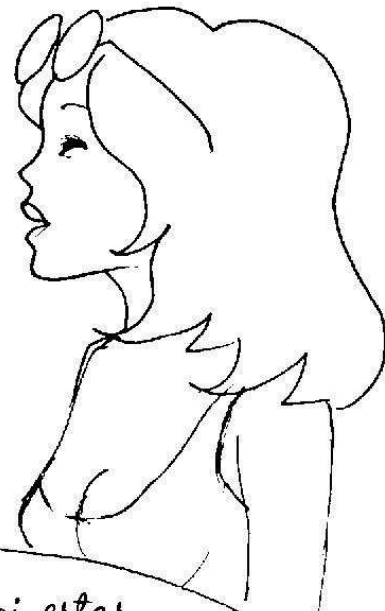
Kio !?!



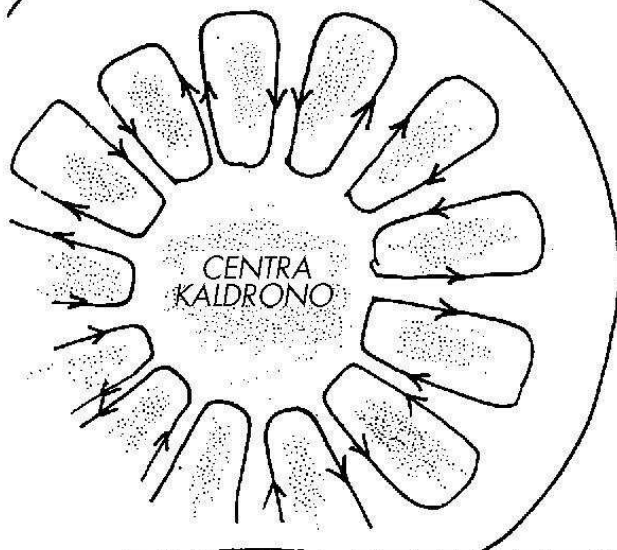
Atendu... ĉio-ĉi belas, sed
kiu fabrikis l' Uranion ?



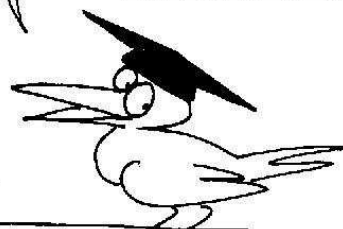
Tu stelo, dum sia eksplo-
dema fino, kiam ĝi transformiĝis
en SUPERNOVAO (*)



STELO



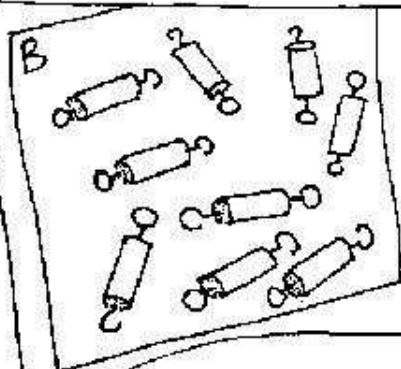
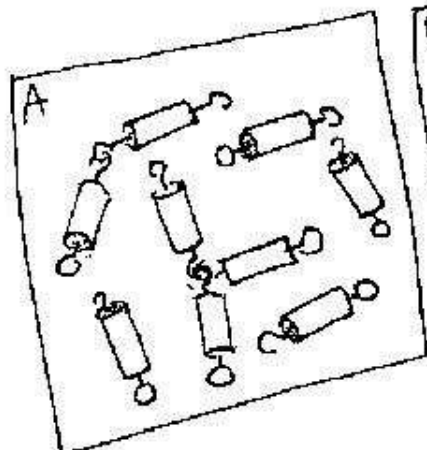
Ankaŭ la steloj estas
loko de potencaj konvektaj flu-
oj, kiuj transportas al la periferion
la varmon kreitan en la centro
de la hidrogena fuzio



la kaserolo, Tero, la suna stelo, ĉiuj funkcias helpe de retaĵo
de DISIPIVANTAJ ĈELOJ

MORFOGENEZO

Anselmo, tiuj objektoj estis en kesto, kiun oni skuadis. Ĉu vi povas kronologie klasi tiujn du klisojn de la enteno?



Mi supozas, ke ili staras en la justa ordo. La skvado dispecigis la strukturojn konsistantajn el du aŭ tri elementoj...

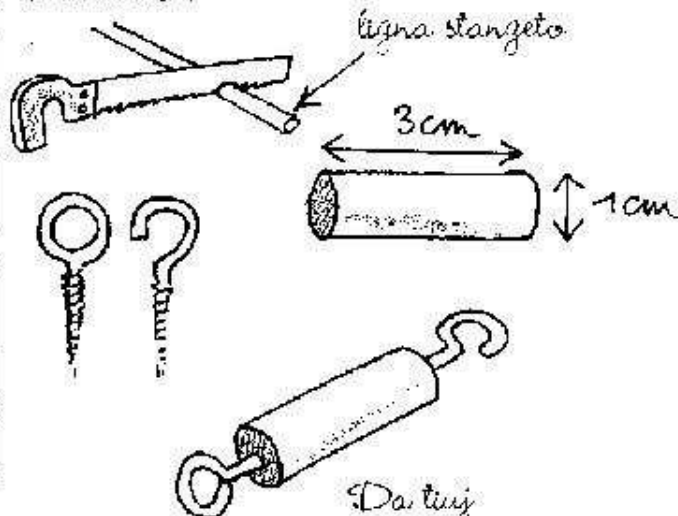
Kaj post diskuto...

Kion vi fabrikas?

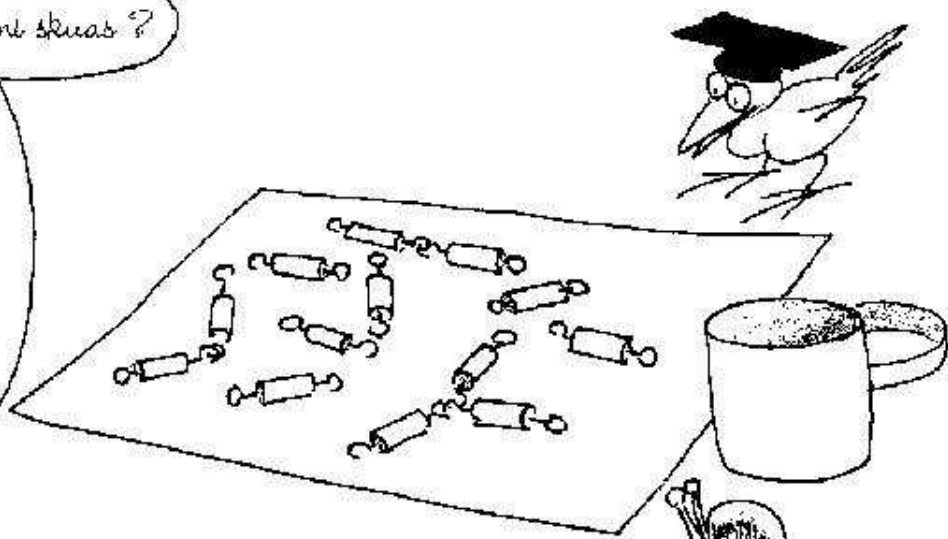
... Be, ŝajnas, ke mi ankoraŭ eraris. Tial, la ununura solvo estas la reveno al eksperimento



MATERIALO :



Da tiuj elementoj, al bezonas almenaŭ dudekcon

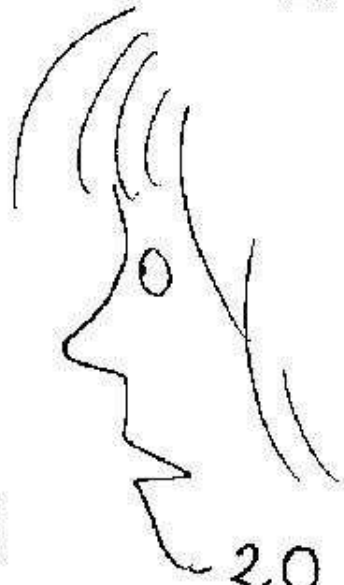
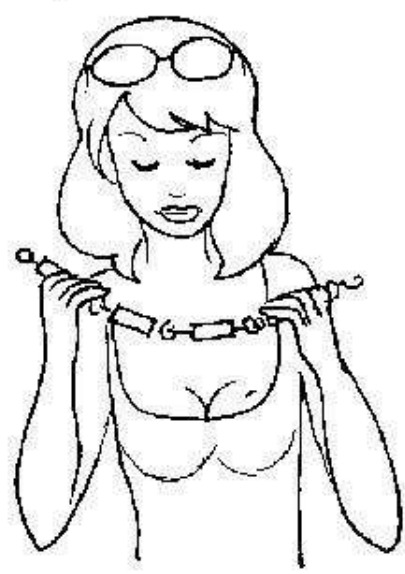
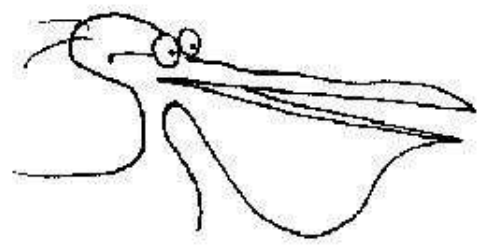


Ne kredeblas! Anselmo vane multobligis la provojn, ĉiujfoje oni balas sur kunigoj kun 2 eĉ 3 elementoj!



ĉaj se mi enŝovas tiun strukturon en la kesto, skuante, ĝi malaperas!

se vi ne sukcesas sintezi tiun "mekanikan polimeron", estas ĉar ĝi tutsimple preskaŭ neprobablas

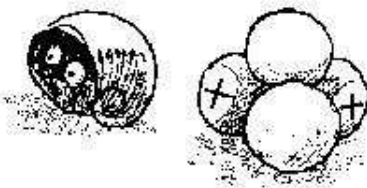


Ĉu vi scias, naturo tiel estas, ke kiam io,
je difinita momento, **ALTE PROBABLAS**, ĝi
nepre okazos

kaj mi supozas, ke, inverse, se
io tre malprobablas, ĝi
ne okazos

kaj kiam io havas tre etan
ŝancon okazi dum la tuta vivo
de l' Universo, oni rigardos ĝin
kiel **NEEBLAN**.
Vidate...

la formado de l' heliuno, dum
la PEKO (*) estis ege probabla.
Do l' Universo entenas ĝin !



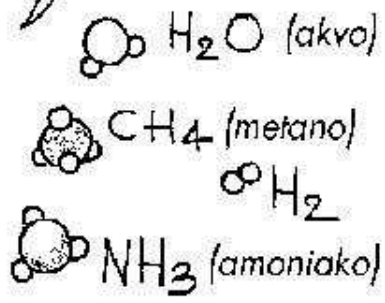
Kontraŭe, pro l' ekstrema
diluo de la galaksia medio, oni
kalkulis, ke la suno havas unu
ŝancon el dek milionoj renkonti
alian stelon dum la dek miliaj
doj da jaroj alvenontaj

Oni do rigardos tiun
OKAZAĴON, kiel
NEEBLAĴON

Mi bone
komprenis..

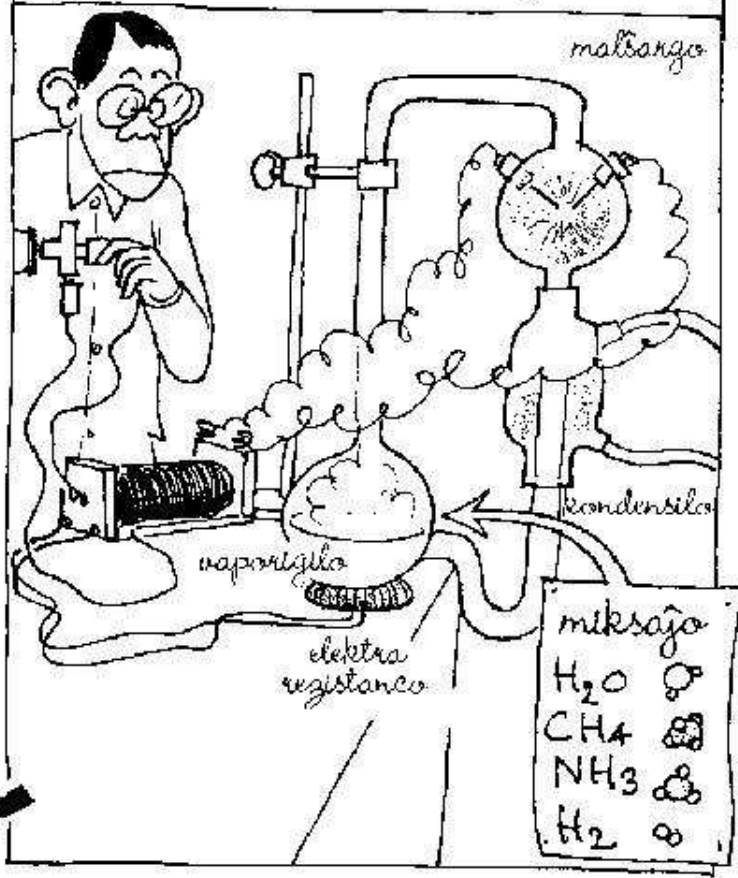
(*) Mallongigo por "praeksplodego" ("BIG BANG")

Akvovaporo, metano, amoniako, hidrogeno, estas ege simplaj molekuloj, ege simetriaj, kompareblaj al viaj antaŭaj kurigoj

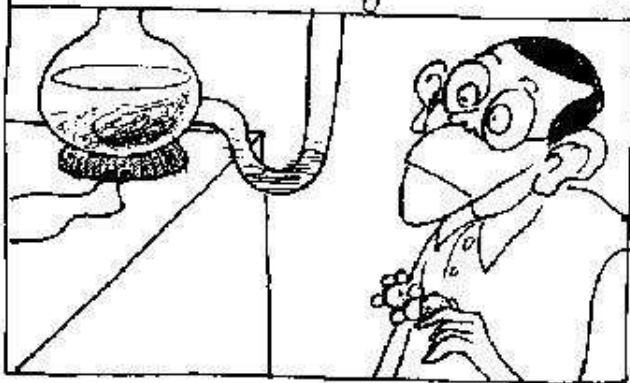


ili do ceestis en la praaj atmosfero de nia planedo

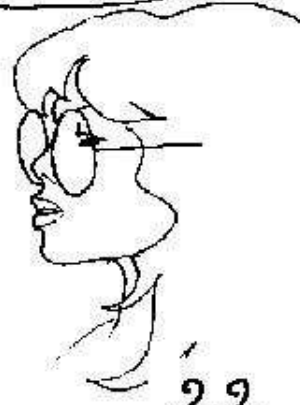
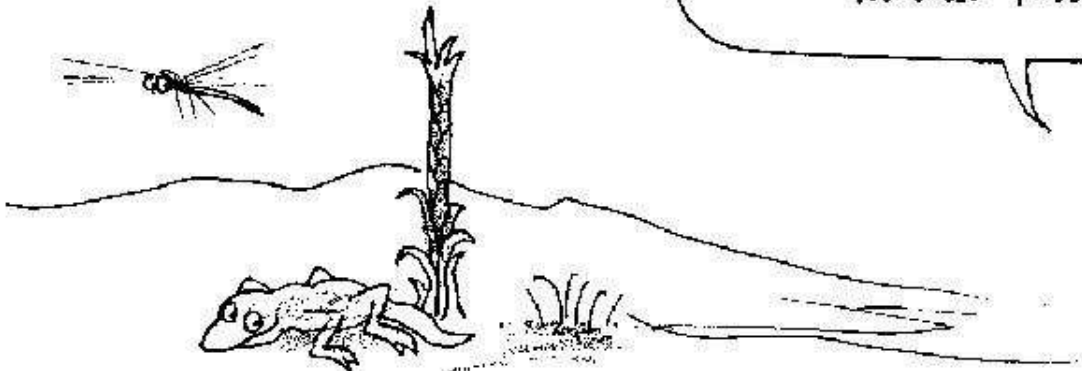
en 1950, Milero, juna studento, ekhavis l' ideon enŝovi tiujn elementojn en kamero kaj "skui" ilin, uzante elektran malŝargon



Post unu semajno, la senkolora miksaĵo iĝis oranĝkolora, pro la ĉeesto de aminaj acidoj, molekuloj konstituitaj de dek-kvino da atomoj

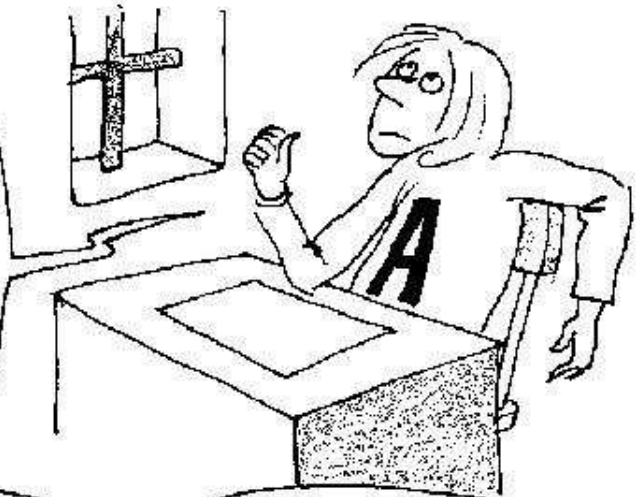


tiuj molekuloj stavoce konsistigas la elementojn de la PROTEINOJ; oni komencis konscii, ke la VIVO devus esti fenomeno ne nur probabla, sed eĉ eble NEEVITEBLA, sur planedo kiel la Tero

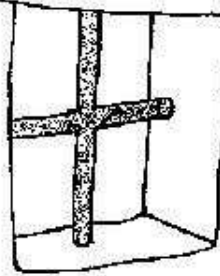


Negativa entropio?

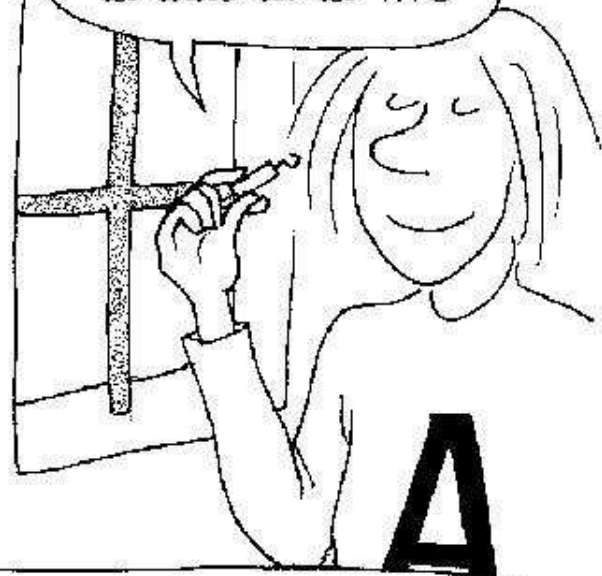
bone, ni resumu. Estas sistemoj, kiuj tutsimple emas iri al MALORDON. Poste estas tiuj, kiuj aperigas DISIPIGANTAJN STRUKTUROJN, sed kiuj, finfine, atingas la saman rezulton



kaj estas la sistemoj, kiuj celas al l'ORDON, kiuj malgrandigas l'entropion. Ili tiam estas MALENTROPIAJ.



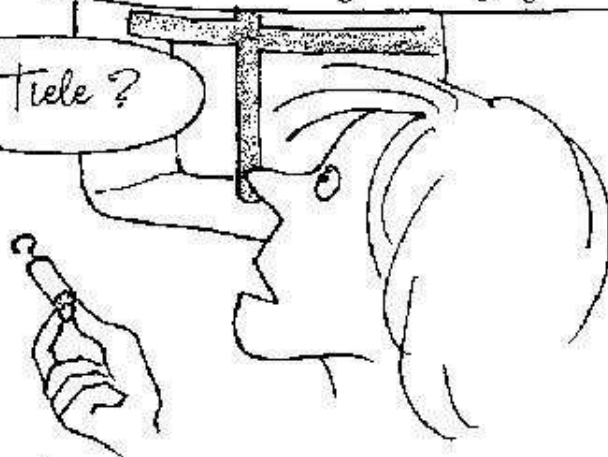
...kiel tu ludo, aŭ la ludo de la VIVO



SNAP!

Vi impetigu! Kaj kiel vi produktis l' energion, danki' al kiu vi skuis la keston, aŭ provizis la fajron, kiu provokis la molekulaĵajn sintezojn?

Tiele?



ja necesis bruligi petrolon,
lasti akvon sobiri laŭlonge de
kondukilo aŭ "konsumi" kelkajn
sukerajn molekulojn...



kaj la VIVO, ĉu vi kredas
ĝin senpaga? Kio kreskigas
l'arbojn, maturigas la pomojn?



estas la suno, kiu pro-
vizas l' energion. Ĝi
estas la **MOTORO DE
LA VIVO**



bonege,
Terezio

sed la suno ne ĉiam estas la
energia fonto de la vivanta
mondo

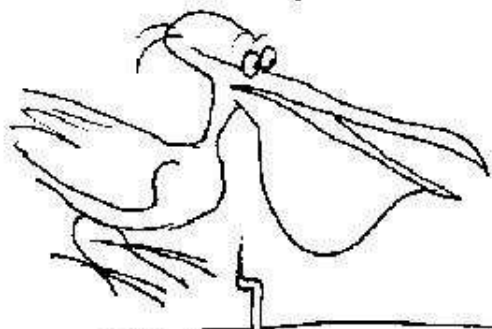
Estas vere. Oni devas rigardi
la TUTION DE LA SISTEMO, t.e. la BIO-
SFERO, plus ĝia portilo, la BIOTOPO,
plus la energifonto, la suno. Kaj
tiam la plena entropio kreskas



la vivo, en la oceanaj fosoj, funkcias
dank' al l' energia de la submaraj fon-
toj de varma akvo

ne gravas (*)

diabla, ĉu la VIVO estas
nur plia disipivanta
ĉelo ?



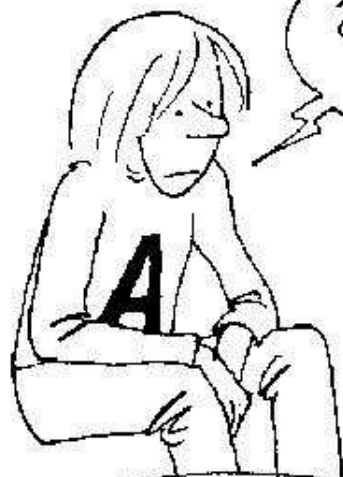
sed fine, tamen, la celo de la
vivanto ne estas NUR disipi ener-
gion

por ĉion diri, oni ankoraŭ
ne havas klaran respondon
je tiu demando

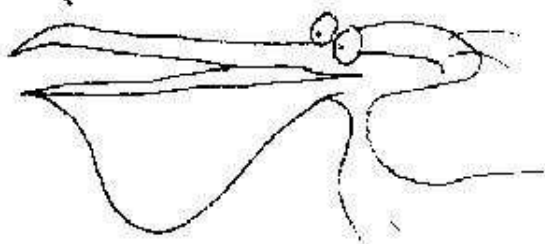
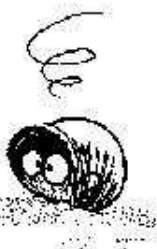


entropio, tempo, probableco,
ĉio iom miksiĝas
en mia kopo

eble se oni reiras al l' Universa
origino,
kiam ĉio komenciĝis

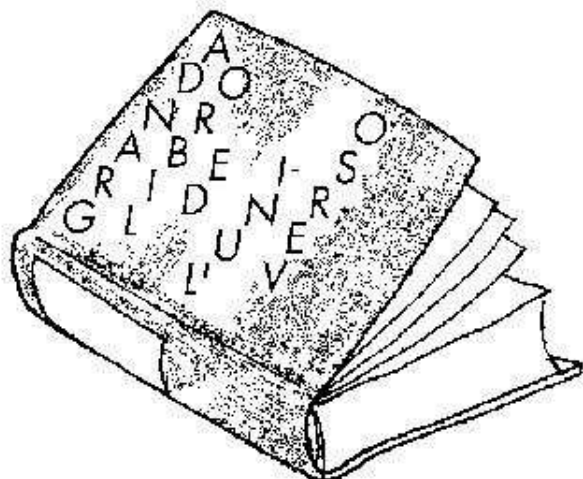


ĈIO-ĉi havas
NENIUN SIGNIFON



(*) Onti trovas ĉion-ĉi en la BIOLOGIUMO

la vivo, la planedoj, la steloj,
ĉio-ĉi tro malsimplas ! Ĉu ne estis,
en pasinteco, epoko, kie l' Universo
estis pli simpla por kompreni ?



ni konsultu la Universan
historion tia, kia ĝi estis
skribita de la homoj

Ni vidu... $t =$ cent milionoj da
jaroj. Jen, kiu respondas je la
naskiĝo de la galaksioj. Ne...
estas ankoraŭ tro malsimpla...



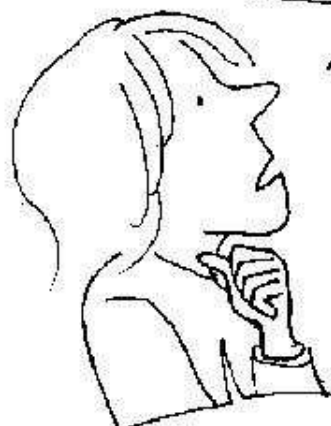
ni provu $t = 100\,000$ jaroj



ne kredible !?! l' Universo tiam
estas perfekte homogena ! (*)

Kiel Universo perfekte
homogena povas evolui, ĉar
NENIO okazas en ĝi?

la homogenaj
popoloj ne posedas
historion



kiel la tempo povas flui,
ĉar ne estas iu ajn emo al la mal-
ordo, nenie, ĉar la malordo estas
MAKSIMUMA!

atendu, ja okazas io, ĉar
tiu Universo

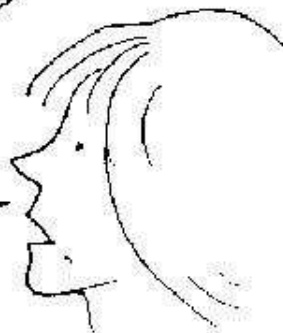
MALVARMIGAS



por komplete priskribi sistemon de parti-
kloj je difinita tempero, ne estas nur la doni-
taĵo de iliaj pozicioj, estas ankaŭ tiu de iliaj
rapidoj

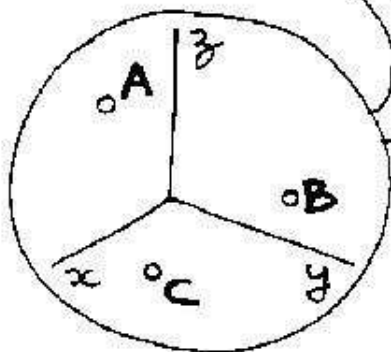
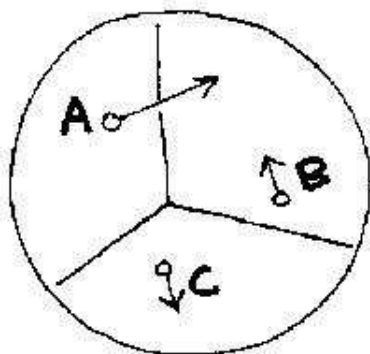
jes ja, la RAPIDO
ankaŭ estas

INFORMO

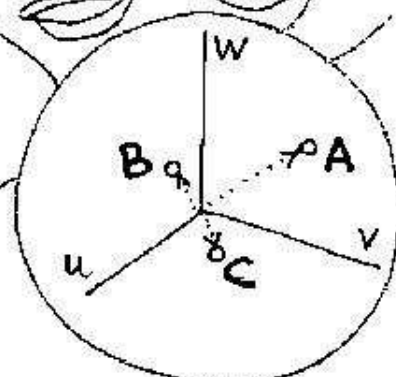


anstataŭ meti tiujn sagojn, oni povas prezenti la partiklojn en du spacoj kun 3 dimensioj:

LA SPACO DE LA POZICIOJ kaj
LA SPACO DE LA RAPIDOJ



POZICIO



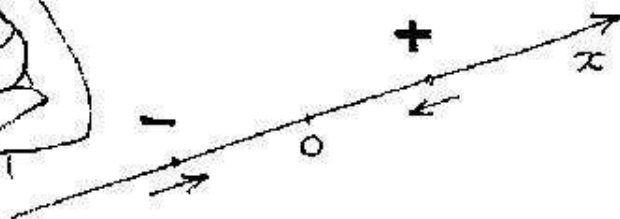
RAPIDO

tiu kompleta priskribo helpe de tiuj ses koordinatoj povas kunligiĝi kun sesdimensia spaco, kiun oni nomas:

SPACO DE LA FAZOJ



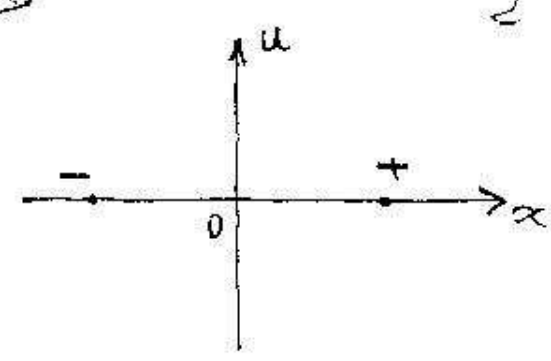
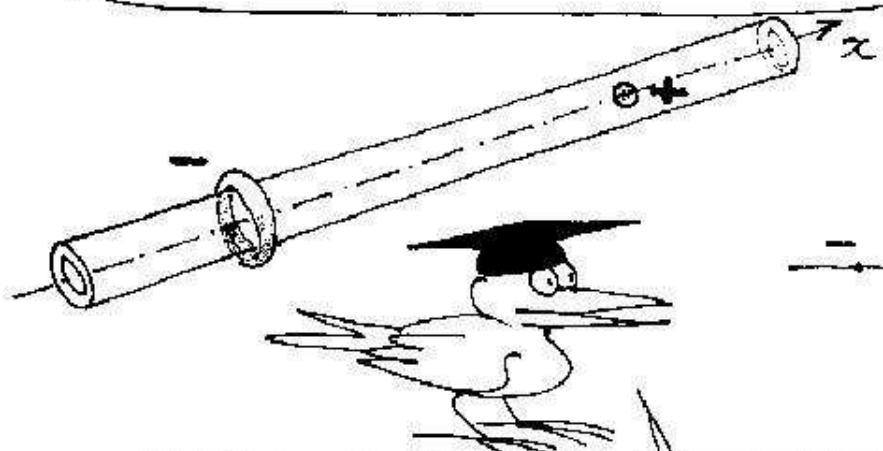
Ni plej simpligu la situacion. Ni ekzamenu universon kun unu sola spaca dimensio (simpla rekto), kie du punktaj objektoj, kiujn oni supozas prezentantaj partiklojn kun kontraŭaj ŝarĝoj, altiriĝas reciproke



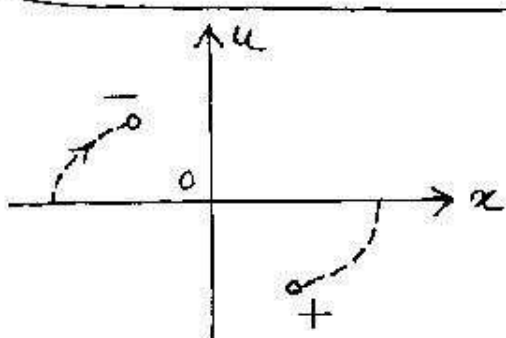
sed kiel ili tiuj faros por povu kuciĝi?



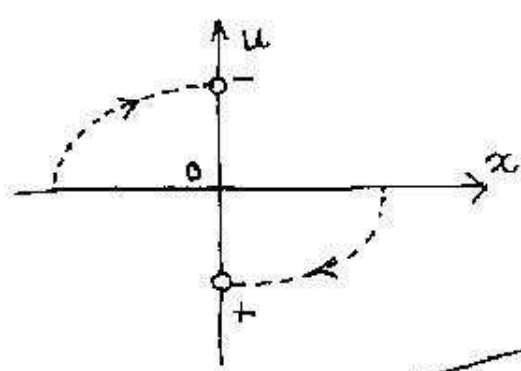
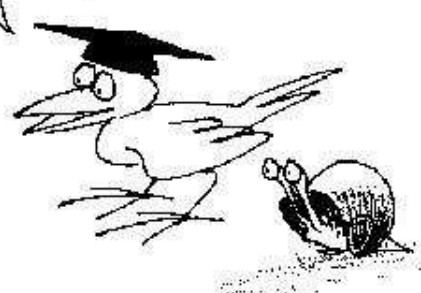
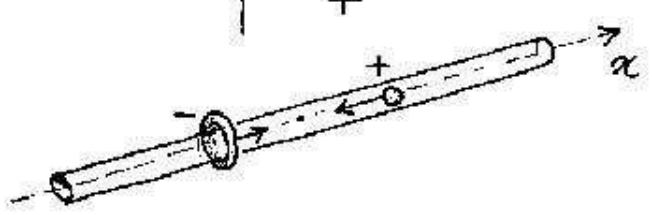
Ekzakte! Oni nur devos pozitive ŝargi etan globeton kuantan ene laŭ tubo kaj negative ringon, por kiu la tubo same servos kiel gvidilo



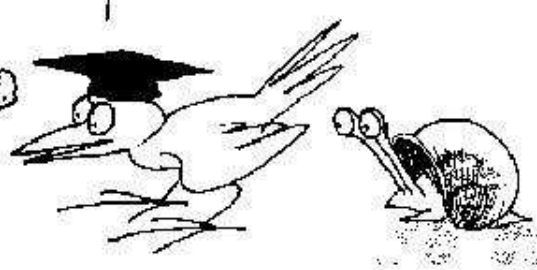
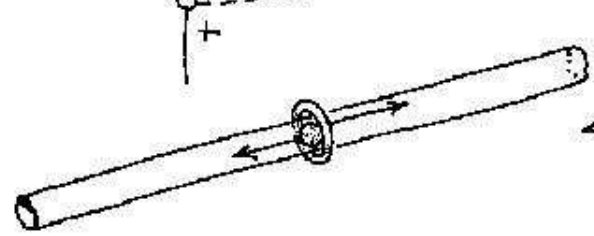
se oni prezentas tiun sistemon en SPACO DE LA FAZOJ (x, u), kie x estas la POZICIECA koordinato kaj u la RAPIDECA, atribuante al la partikloj nulan komencan rapidon, oni akiras la ĉi-supran skemon

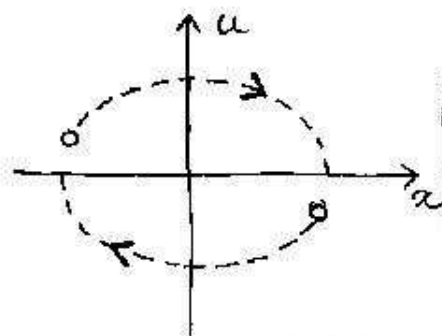


la partikloj, kiuj altras sin reciproke, komencas fali unu al la alia

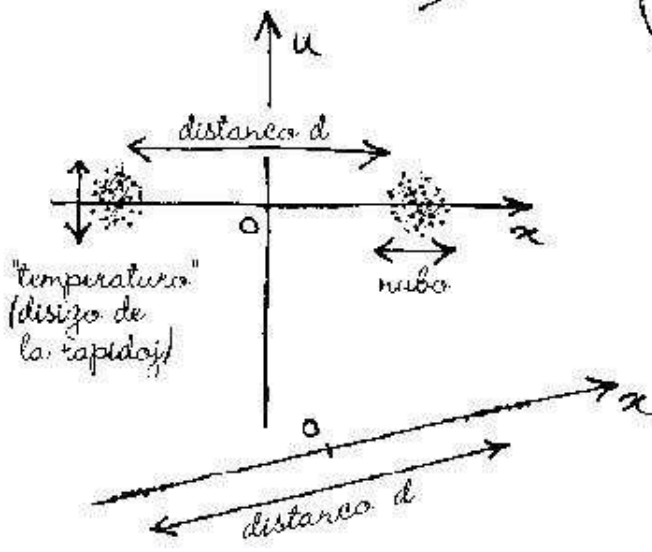


tie-ĉi ili kruciĝas kun maksimuma rapido



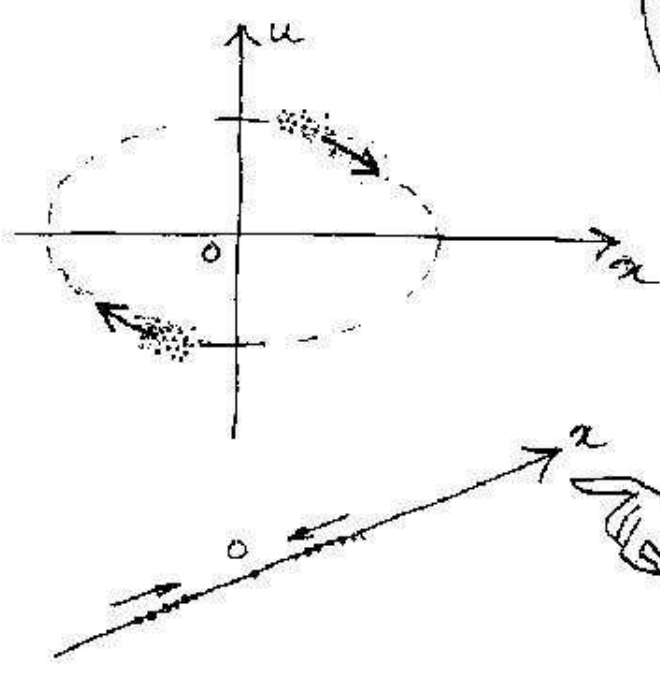


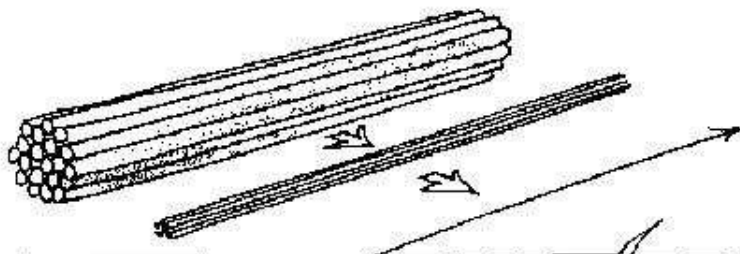
la u -retra movo, kun oscilado de la ŝarĝoj ĉirkaŭ ilia komuna gravitcentro, cirkuligos ilin, ene de la baza spaco, laŭ elipsaj trajektorioj



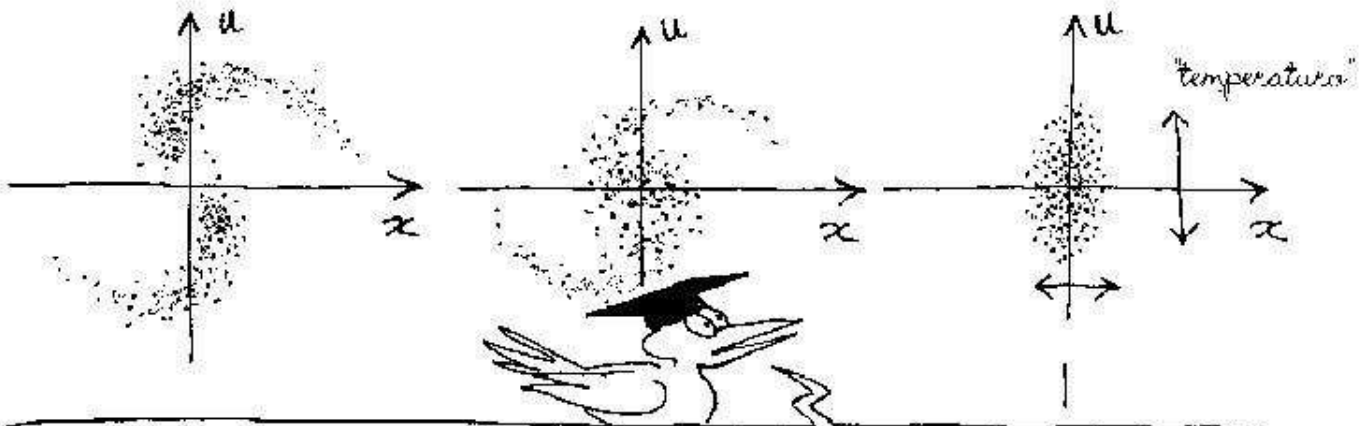
tiu skemo priskribas du grupojn de partikloj situataj je certa distanco, kun proksimume nula rapido (ili staras tute apude de la akso Ox), sed montras hazardajn rapidojn de **TERMIKA SKUADO**

tiu grupoj tuj "balos" unu al l' alia, dank' al efiko de ilia reciproka altiro





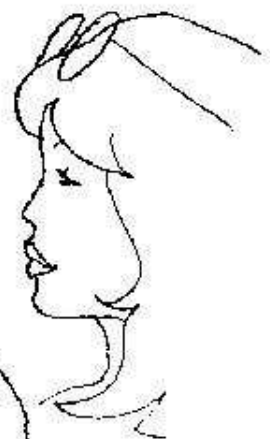
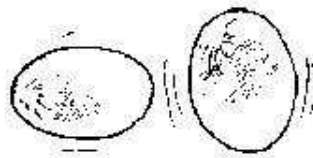
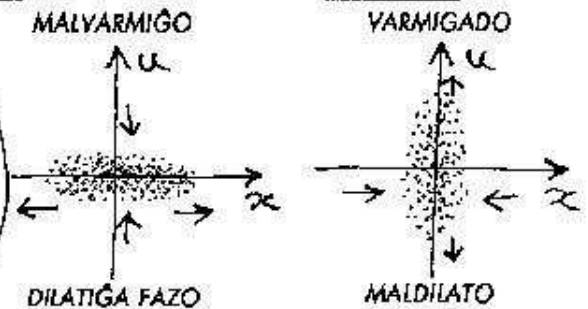
Oni teknike povus irigi partiklojn laŭ la sama kontraŭsenca vojo sen kolizi lokante ilin en ekstreme maldikaj tuboj



la du nuboj amalgamas sin en ununura nubo. LA KINETA ENERGIO akiri-
rita hazarde distribuiĝas kaj rezultiĝas "varmiĝadon", disĝon laŭ la ra-
pideca dimensio u .

Proksimume, la surfaco enstanta de ĉiuj tiuj partikloj estos pli grand-
iĝata. Nu tiu surfaco precize estigas L' ENTROPION

la sistemo tuj oscilos, la DILATA movo si-
nonimas kun malgrandiĝo de la rapido
(= termika agitado), de la TEMPERATURO.
La procezo inversiĝas dum la
maldilato



tiu aspektus, kiel sabo-
bela kun du dimensioj

Sed tiam la osciloj de tiu stranga amebo, loĝanto de la
SPACO DE LA FAZOJ, okazos kun konstanta areo,
do, per KONSTANTA ENTROPIO (*)

(*) En la elektita ekzemplo la partikloj ne renkontiĝas

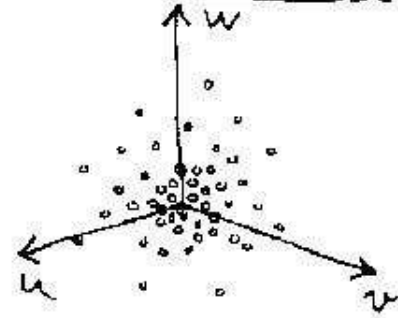
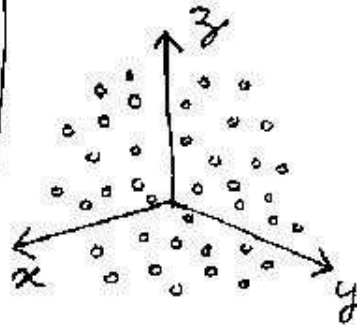
UNUA KOSMOLOGIA PARADOKSO



Por prezenti al si tiun
 SPACON DE LA FAZOJ kun 6
 dimensioj (3 por la pozicio
 kaj 3 por la rapido), sufi-
 cas "malbaldi" tiu-ci lau
 2 prezentoj tridimensiaj

SPACO DE LA POZICIOJ

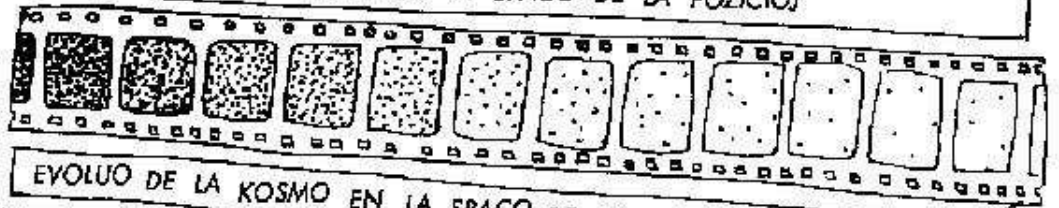
SPACO DE LA RAPIDOJ



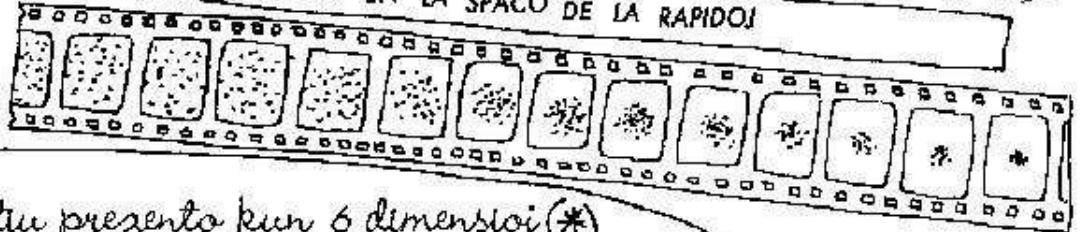
En la SPACO DE LA POZICIOJ, l' Universo maldensigas
 kaj tui disigo sinonimas kun MALORDO.
 Inverse la rapidoj de agitado malgrandigas. En ĝia pre-
 zento en la SPACO DE LA RAPIDOJ, l' Universo male densi-
 gas, kio emas iui al l' ORDO.



EVOLUO DE LA KOSMO EN LA SPACO DE LA POZICIOJ



EVOLUO DE LA KOSMO EN LA SPACO DE LA RAPIDOJ



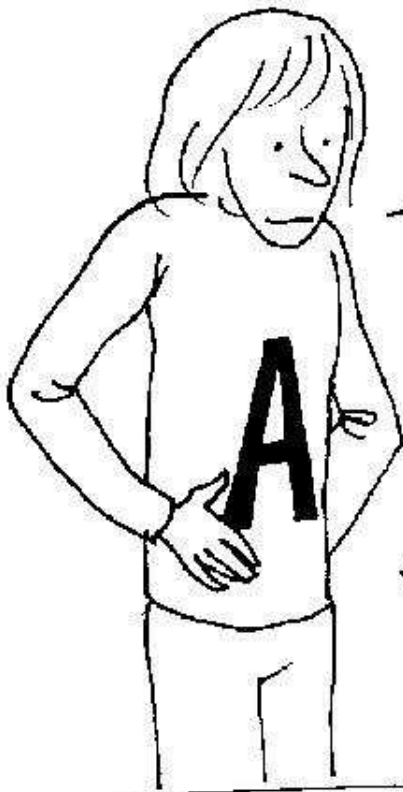
Entute, en tui prezento kun 6 dimensioj (*)
 la STRUKTURO DE ORDO de l' Universo restas nevaria.
 L' ENTROPIO, kiu estas sia HIPERVOLUMENO, aŭ produkto
 de sia volumeno en la spaco de la pozicioj per sia vo-
 lumeno en la spaco de la fazoj,
 ne varias (*)

alie dirite, en ĝia sesdimensia prezento, la kosmo estas
 malkunpremebla fluidaĵo!



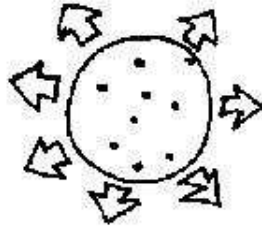
A

(*) Teoremo de LOUVILLE (pr. liuvil'), franca matematikisto (1802-1882)

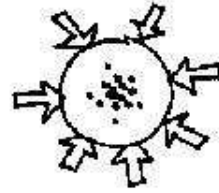


alie dirite ĝi dilatiĝas ĉe la
POZICIOJ dum ĝi maldikiĝas ĉe la
RAPIDOJ

SPACO DE
LA POZICIOJ



SPACO DE
LA RAPIDOJ



sed, miruton, mi petas, kiel la **DUA**
PRINCIPO ankaŭ diras, ke **L' ENTROPIO**
KRESKAS KUN LA TEMPO, kial povas esti
EVOLUO DE LA KOSMO KUN KONSTANTA
ENTROPIO ?

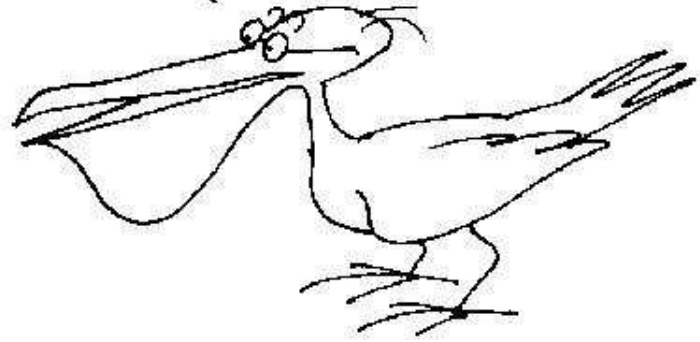
efektive, estas "tubero": tiu paradok-
so estas unu el la malfortaĵoj de la
klasikaj kosmologiaj modeloj

kaj tio plej alte
komikas. Hi! Hi!



mallonge, ne estas ĉar modelo sekvas
tre sciencajn kalkulojn, kiel la **LAŬTIPA KOSMO-**
LOGIA MODELO, ke ĝi estas aŭtomate
kohera

sed, ĉu Scienco ne klarigas
eron da teorio,
ne respondas alportante ion ajn?

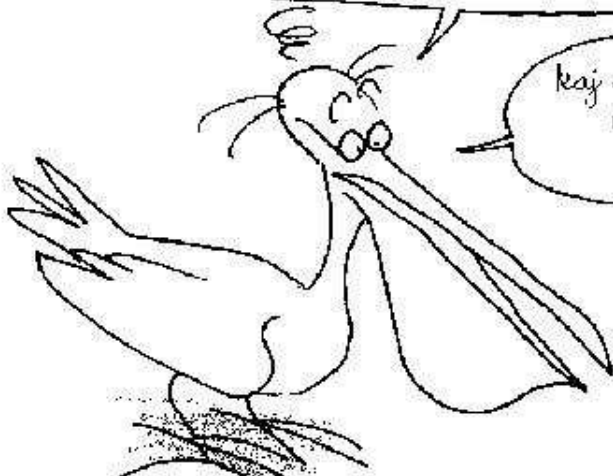


Ve! tiuj grandegaj entempaj kampoj trairitaj kun konstanta entropio estas unu el la malfortaĵoj de nia vido de l' Universo

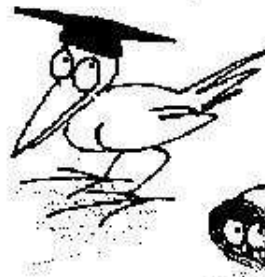
tiam la tempo antaŭeniras
kaj oni ne konas la kialon.
Kia mondo!

ankaŭ mi ne konis tiun
paradokson. Estas vere, ke
da tiaj aferoj, sciencistoj ne
preklamas ĉie

kaj oni diras
nenion
al mi...



tamen...
aĉas la afero



krome, ne nur tiu ENTROPIO ade konserviĝas,
sed ĝi plie MAKSIMUMAS, la MALORDO plenplenigis
dum la PRAEKSPLODEGO




DUA KOSMOLOGIA PARADOKSO

bone, ne estas tiel malfacile : kio kreas kaj daŭrigas la malordon en sistemo de partikloj, en FLUIDAĴO kiel tu ĈEFA PRAA KOSMA FLUIDAĴO, estas la KOLIZIO!

jes, tio klaras :
la praa Universo verŝajne estis forte
KOLIZIEMA

tial tu ORIGINA MALORDO kreita
kaj vartata, kiun oni ankoraŭ observas nun
(*)


(*) l' Universo estas efektive ekstreme HOMOGENA
en ĉiuj direktoj de la spaco



oni malŝelice trovas ekzakte l' INVERSON.
La praaj Universo nepre estas perfekte
NEKOLIZIEMA



kiom vi celas diri ?




Nu la praaj Universo similas je bilardo,
kiu dilatigas, sed, tiel rapide, ke la partikloj
ne povas eĉ renkontiĝi (*), eĉ kiam ili kuras

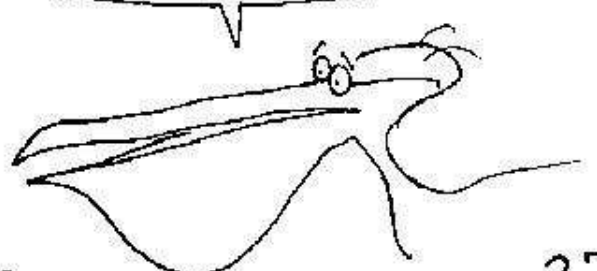
SAMRAPIDE KIEL LA LUMO

Vi volas diri, ke en la praaj Universo la partikloj malproksimiĝas
unuj de la aliaj je rapido SUPERANTA LA LUMRAPIDON !

Estas absurde...



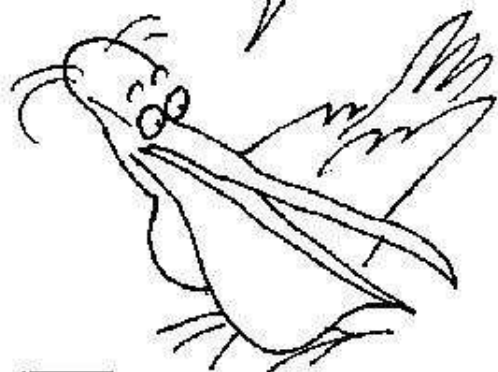
Mi scias...



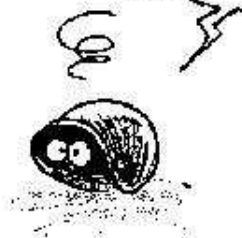
lasu, Tirezio, en tiuj kazoj,
plibone valoras
ne insisti

(*) Vidu Aneksan B

Dio eble kreis
l' Universon homogenan,
jen ĉio, ĉu ne?



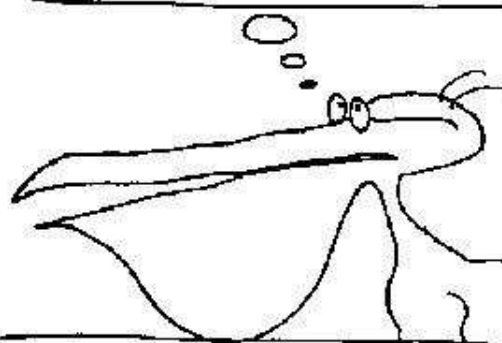
Uj, aj, aj! Kiam, en scienco
oni komencas uzi Dion por helpi
al ni, estas ege malbona
antaŭsigno!...



strange. En tiuj bildstrioj, ĝis
nun, ĉio relative bone glatiĝis.
Kaj tie-ĉi, ĉio ŝajnas
lame iradi

Ŝajnas, ke ni devas decide pri-
serĉi ĉe l'

ORIGINO DE L' UNIVERSO



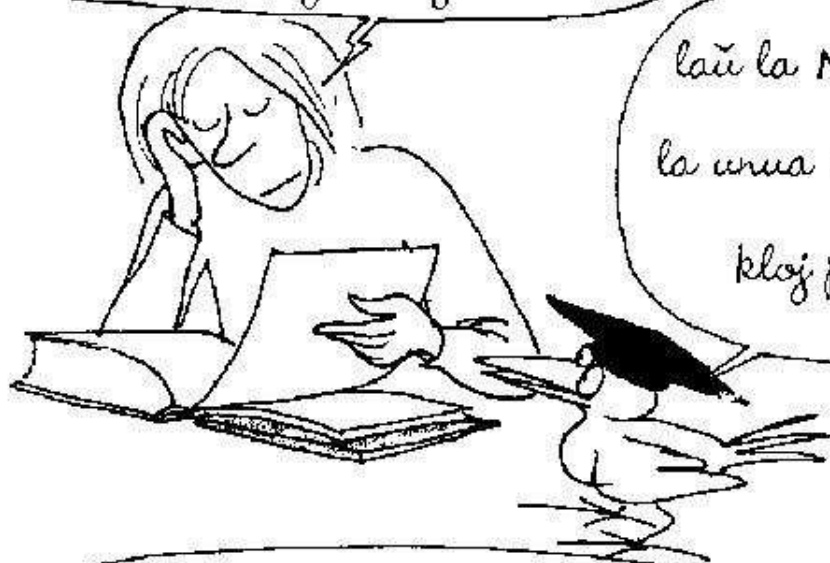
Eble la ŝlosilo mal-
fermantas la pordon de la
mistera troviĝas tie?

sufiĉas, ke ni returnite legu la
GRANDAN LIBRON DE L' UNIVERSO,
provante resupreniri ĝis la unua pago

Ĉu vi volas diri ĝis la antaŭ-
parolo, tie, kie l' aŭtoro klarigas
sian celon?



ju pli oni troas originen en la pasinteco, des pli l' Universo estas varma, do l' agitadoj rapidoj estas grandaj(*)



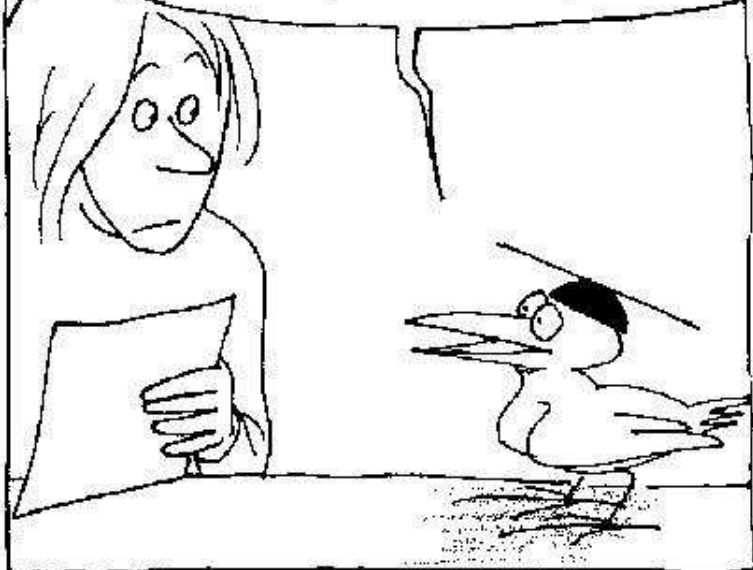
laŭ la **NORMIGATA MODELO**, antaŭ la unua sekunda centono, ĉiuj partikloj praktike iris lumrapide

sed diru al mi, laŭ la teorio de la **RESTRIKTA RELATIVECO**, kiam oni proksimiĝas al la lumrapido, la tempo aliĝas, ĉu ne?.. (**)

pli precize, partiklo, kiu lumrapide vojiras, povas travivi senfinon da okazajoj en ... nula peco da tempo!



tuu tempo tuj "glaciĝos" kiel hidrargo en termometro?



(*) La **TEMPERATURO** ne estas alia, ol la mezuro de la meza energio de termika agitado $= \frac{1}{2} mV^2$

Vidu "SE ONI FLUGUS?"

(**) Vidu "ĈIO RELATIVAS"

ja estas, kio ŝajnis al mi, sam-
tempe, kiam mi foliumas tiun li-
bron por iri al KOMENCO, ĝiaj
paĝoj iĝas pli kaj pli
MALDIKAJ

fakte necesas foliumi sen-
finon da paĝoj por iri al la
origino de la komenciĝo

mi scias

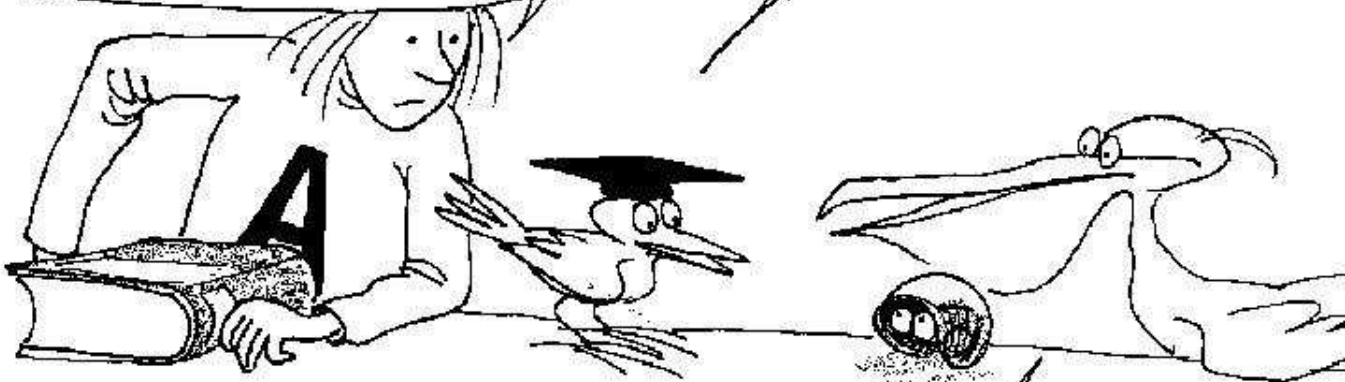
sed nu, kion signifas
tiu nepre lastega tempdikeco
de unu sekunda centono, kiu
apartigis nin el $t=0$?

fakte mi opinias, ke tio
nenion signifas kaj ke prefere estus
VIDO DE LA SPIRITO



he jes, por kiozi en la proksimeco de tiuj spactempaj sangasoj necesus veturilon (kaj observanton), kiuj konsistas el ordinara materia

nu en la proksimo de $t=0$ ĉio, kio ekzistas iras laŭ la lumrapido!



sed ... kio estas afero, kiun oni imagis, kaj kion oni ne povas fizike realigi?

mi opinias, ke tiu **PRAEKSPLODO** estas revo de sciencistoj



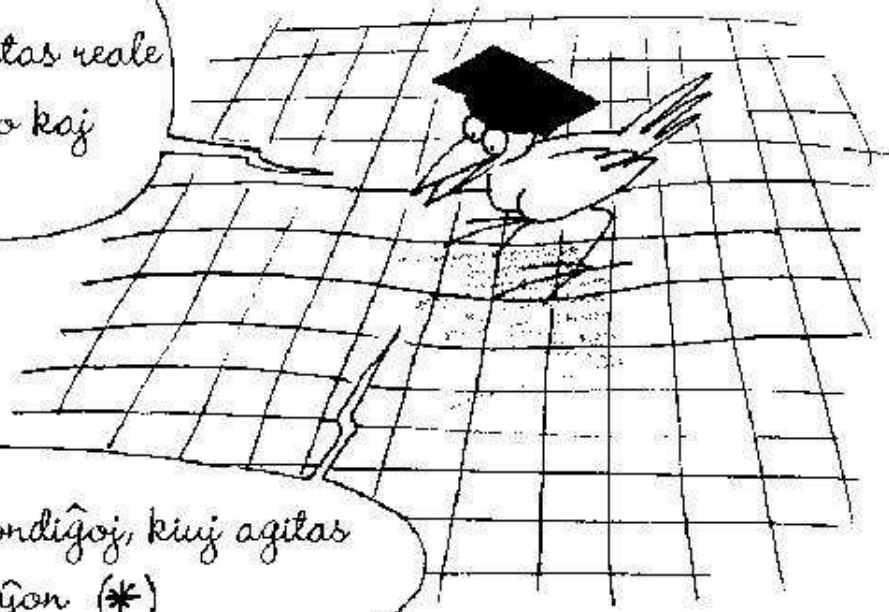
Resume, laŭ nunaj modeloj l' Universo naskiĝus el **SENSENCA** tempero. Oni ne scias, kial ĝi staris en tia **HAAOSO**, nek kial tiu stato pludaŭris. Ĉar ĝia evoluo tiam egalentropie efektiviĝis, la fakto, ke la tempo povis pasi, restas kompleta mistero

Oni devas refari la taskon

TRIA KOSMOLOGIA PARADOKSO



Laŭ la Anglo DIRAKO, tio,
kion ni nomas MALPLENO estas reale
streta kuniĝo de materio kaj
antimaterio

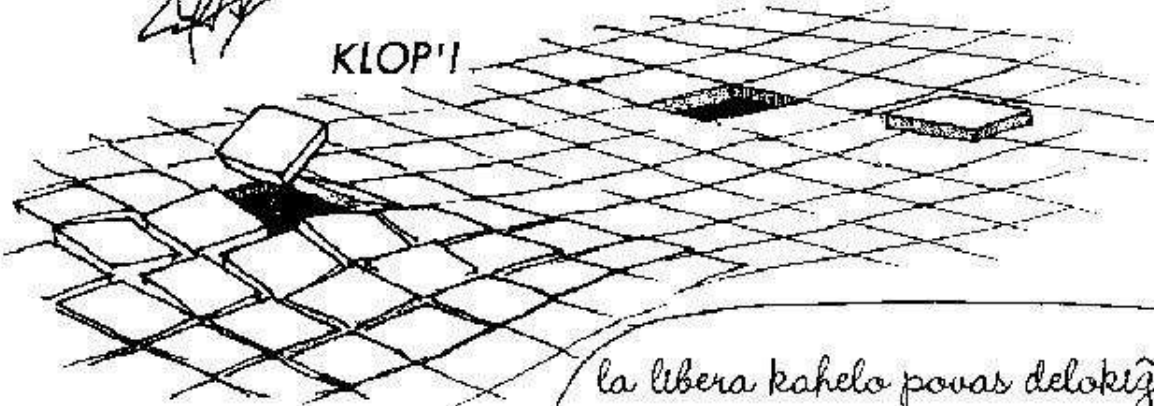


la FOTONOJ estas la ondiĝoj, kiuj agitas
tun spacan teksaĵon (*)

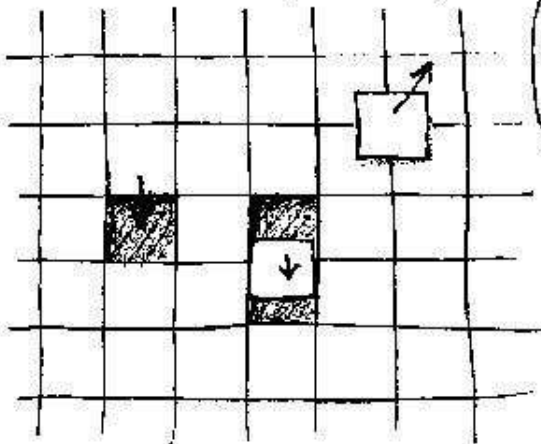
kiam du sufiĉe fortaj ondiĝoj renkontiĝas,
kahelo malcementiĝas. La liberigita kahelo iĝas
sinonimo de materio kaj la malpleno, kiun ĝi
lasas, de antimaterio



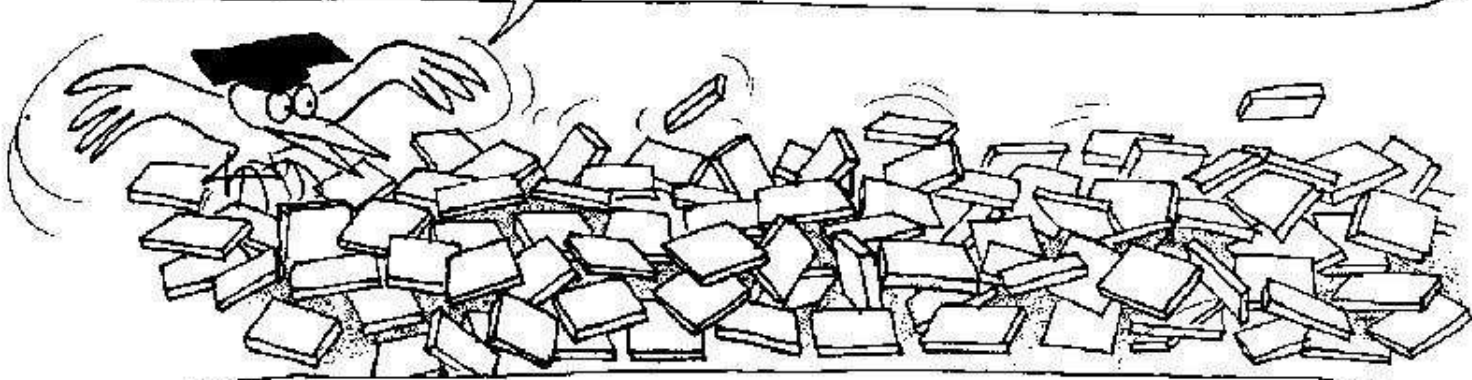
KLOP'!



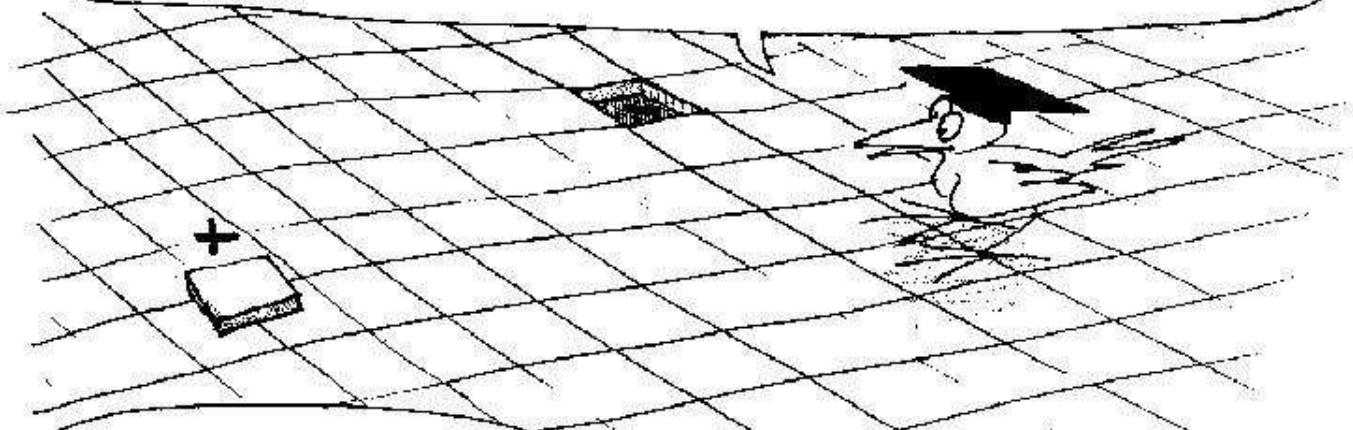
la libera kahelo povas delokiĝi sed ankaŭ
la truon, per movo de la apudaj kaheloj, kiel
en la ludo INCITETEMULO



Dum la granda eksplodo la turbulado de la kosma teksaĵo, (la temperaturo) estis gravega. La kaheloj ne restadis longe sur la sama loko. Ili malcementiĝis kaj rekuniĝadis sencese, en nekredibla konfuzego.



Kiam la temperaturo sufiĉe(*) malaltiĝis, preskaŭ ĉiuj kaheloj reiris en la liberaj lokoj. Ĉiuj... krom unu en miliardo kaj la baldoj, kiuj agitadis de nun la kosman teksaĵon iĝis tiel malfortaj, ke ili tiam ne kapablis malcementi novajn kaheloj

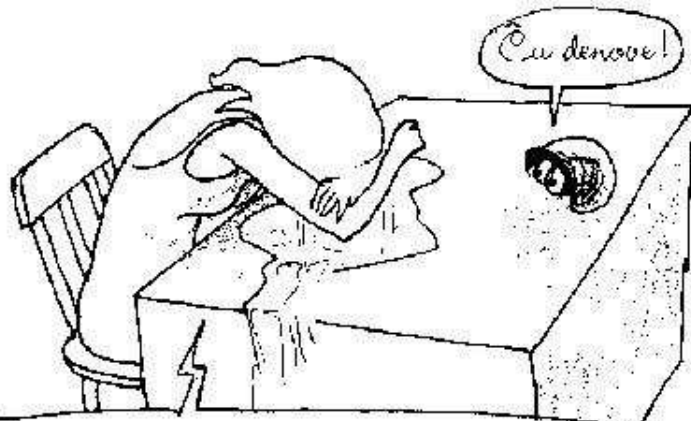


sed la risko de kompleta neniigo restis granda. Ĉar materio kaj antimaterio havis elektrajn ŝarĝojn kontraŭajn, ili pro tio estis forte altiritaj unu de la alia



(*) post 13 sekundoj. la temperaturo de l' Universo atingadis nur tri miliardoj da gradoj

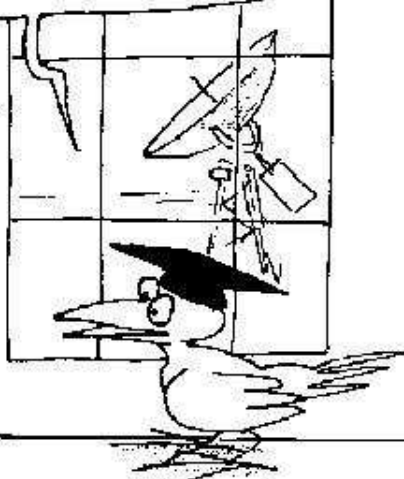
Nu ege simplas. Kiel diris Sofio antaŭmomente la tre brutala fenomeno de l' ekspansio apartigis tiujn du malamikajn fratinojn malpermesante ilin interdektui sin reciproke



jes sed intertempe l' Universo iĝis koliziema. Se estis materiaj galaksioj kaj aliaj el antimaterio, ili sin renkontus de tempo al tempo

kaj tio tiel bruegas en radio, ke oni aŭdus ĝin de la komenco ĝis la fino de l' Universo

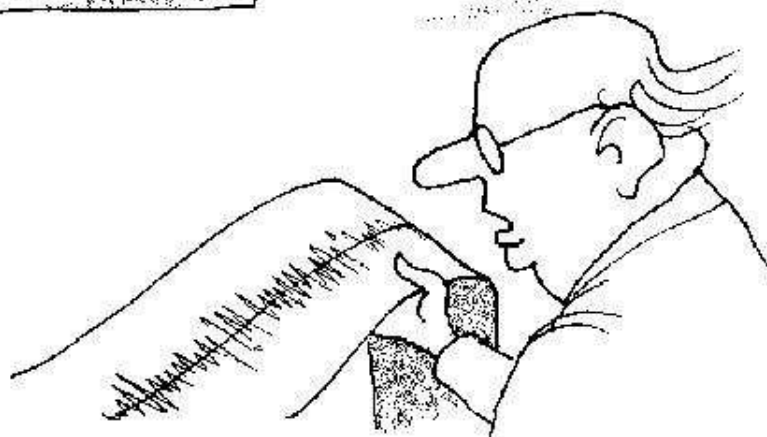
KLONK KLONK
KLONK KLONK



nu oni ne eltrovas tiun nenigon de materio kontraŭ antimaterio

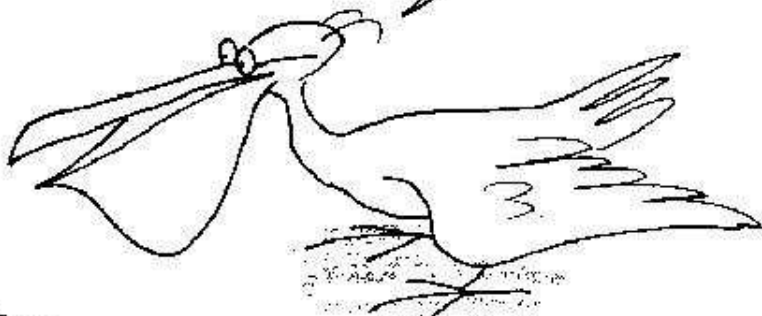


kia angoro!

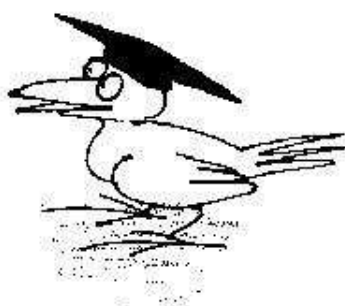


Ĉu mi bone komprenis ?
estas miraklo,
ke ni ekzistas...

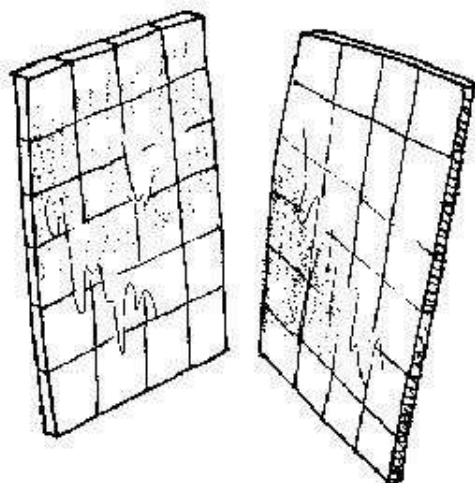
Tirezio, bonvolu,
ne trouzu tiun situacion !



tute logike, se l' anti-
materio ne ĉeestas nian Universon,
ĝi ĉeestas aliloke



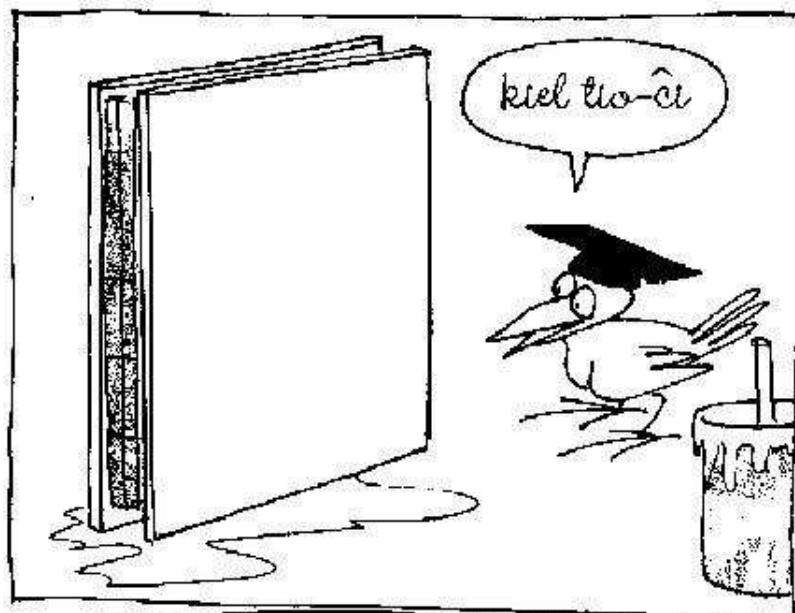
TEORIOJ DE A. SAKHAROV KAJ J.P. PETIT*



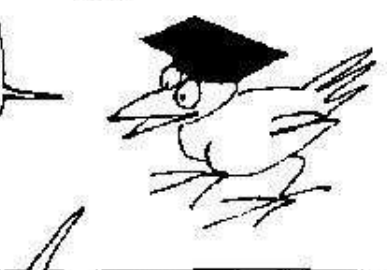
ni supozu du universojn kunligi-
tajn, kune gluitajn je la komenco



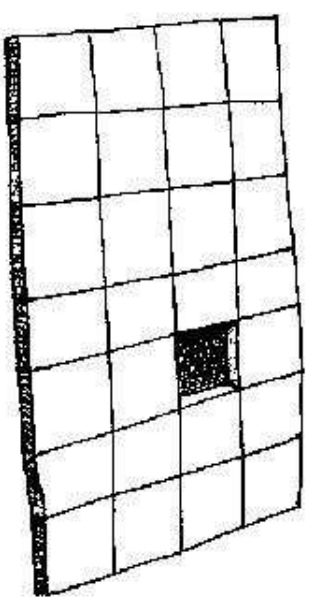
* J.P. PETIT : UNIVERSOJ ENANTIOMORFAJ KUN PROPRAJ TEMPOJ KONTRAŬAJ &
UNIVERSOJ INTERAGANTAJ KUN ILIA BILDO EN LA SPEGULO DE LA TEMPO. Raporto
de la Akademio de la Sciencoj, Parizo Volumo 284 (23a de Majo 1977), serio A p. 1315
kaj volumo 284 (6a de Junio 1977) p. 1413



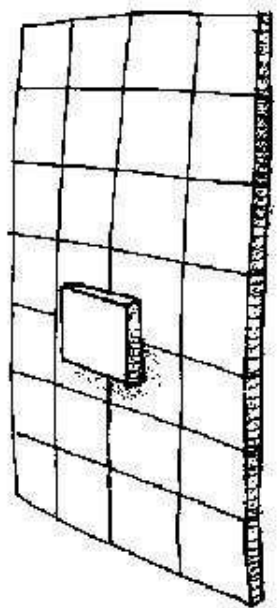
apartigante tiujn foliojn, povos esti, ke sur ĉiu pavimo de universo, kelkaj kaheloj forsinigis kaj aliaj troviĝas gluitaj sur alia kahelo de la alia universo
 Vidu la desegnon



en ĉiu el tiuj universoj la surdikecaj kaheloj tuj loĝos en la liberaj lokoj.
 Se la situacio estas perfekte simetria, oni retrovos la komencan ebenecon.

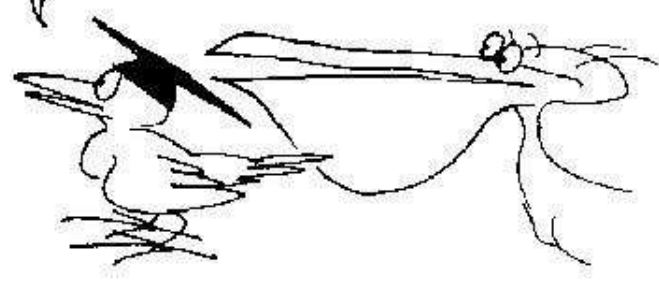


ANTI-UNIVERSO
 (antimateria)

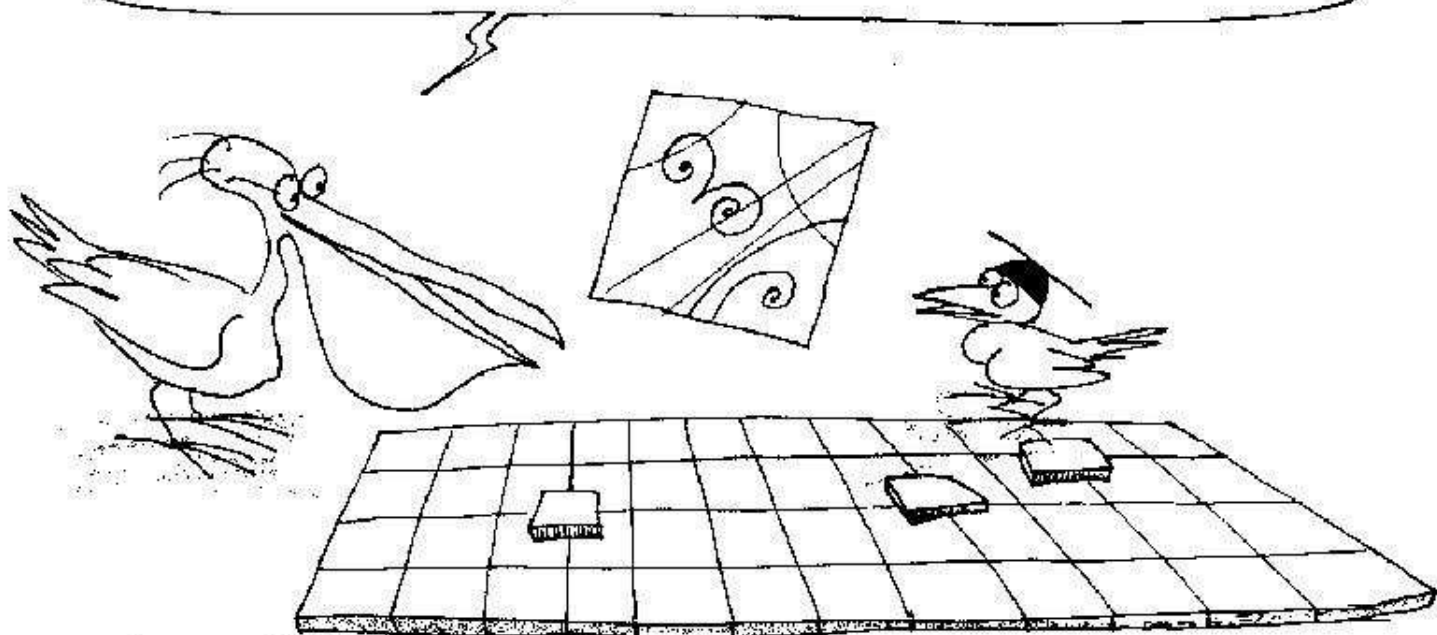


UNIVERSO
 (materia)

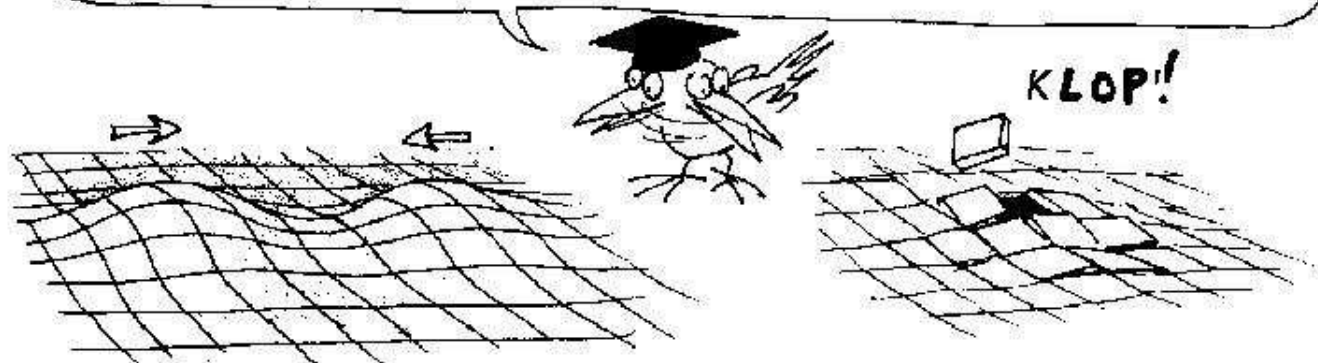
kontraŭe, se produktiĝus ROMPO DE SIMETRIO, estos troo da materio en unu el tiuj universoj kaj troo da antimaterio en la alia, kiuj ne povos neniĝi.



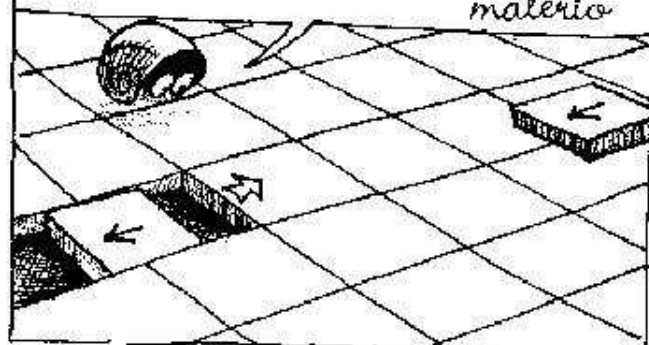
sed, ... pri kio respondas l' antimaterio, kiun oni malkovris en la kosmaj radioj, malmulte da tempo post la malkovro de DIRAKO, aŭ kiun oni fabrikas en laboratorio



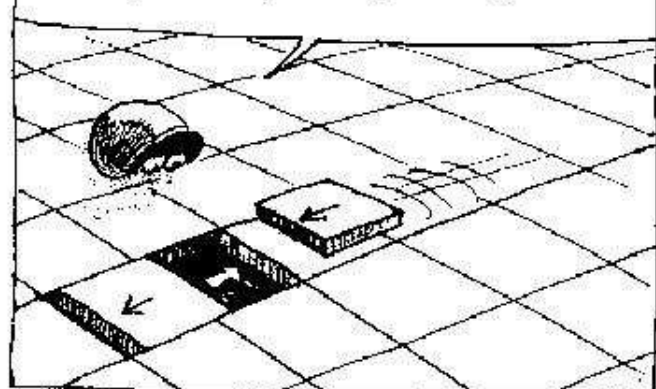
nento malpermesas nin sur tiu-ĉi Tero krei ege fortajn koncentri-
 ĝojn da energio en la gigantaj partiklaj akceliloj, ĝis malcemente no-
 van kahelon, t.e. krei PARON materio - antimaterio



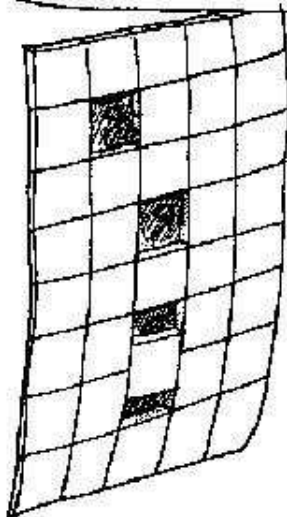
sed, se vi ne antaŭzorgas por le-
 ni tiun antimaterion for de ĉiu
 materio



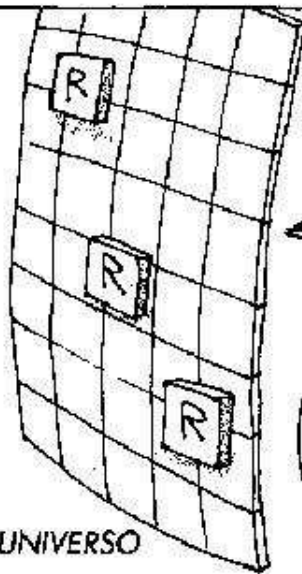
ĝi neniiĝos tuj kun ĝi



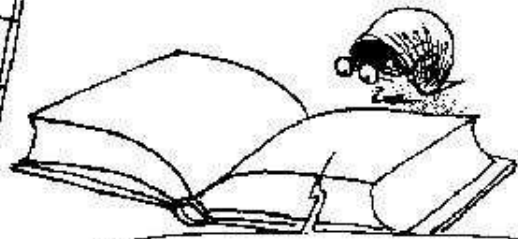
Andreo Sakarovo uzis tiun ĝemelan vidon por ekspliki la ĝajnajn foreston de antimaterio en nia "blanko" de Universo



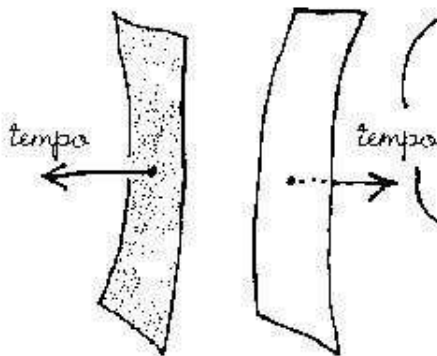
ANTI-UNIVERSO



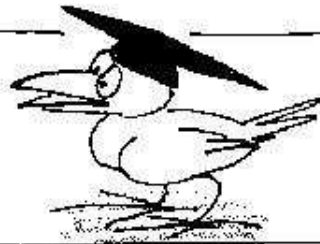
UNIVERSO



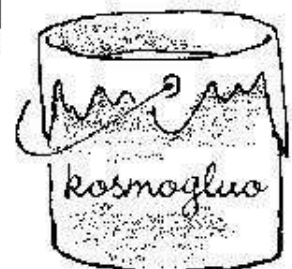
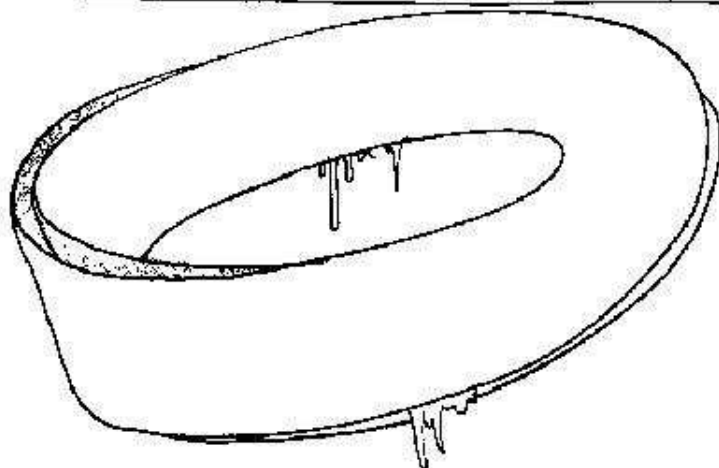
la du ĜEMELAJ UNIVERSOJ prezentantaj PARECOJN unversajn (rompo de simetrio DEKSTRA - MAL-DEKSTRA)

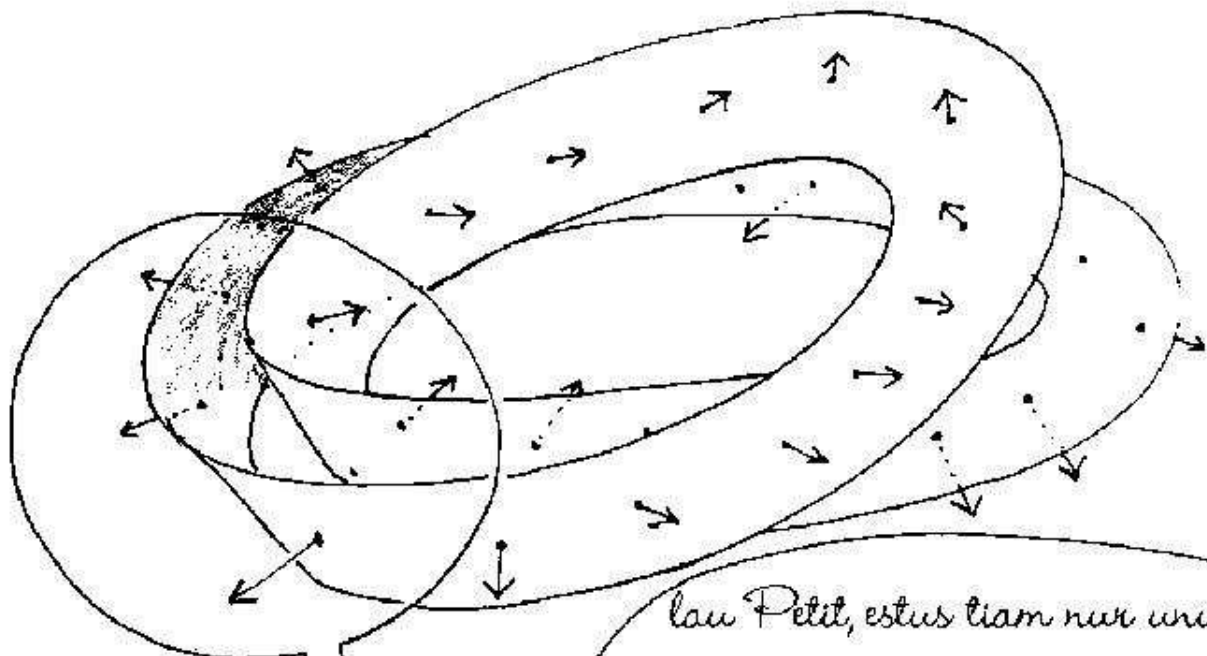


plie la TEMPAL SAGOJ estus en opozicio, l' estonteco de unu el la universoĵ staranta en l' estinteco de la alia

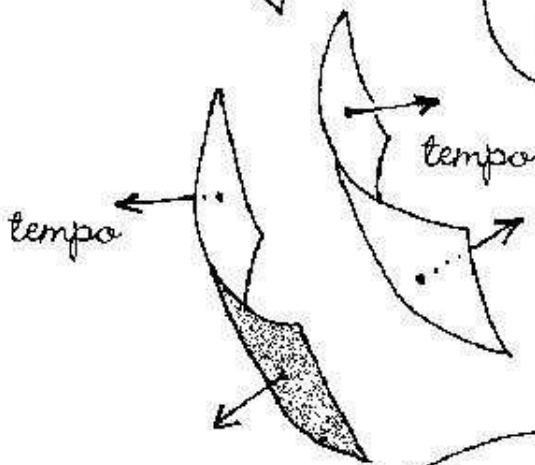


la sama scienca paŝo sendepende efektiviĝis en 1977 de Johano-Petro PETIT, kiu opinias, ke estis nur ununura universo, komence gluata sur ĝi mem laŭlonge de "Mebiusa rubando kun tri dimensioj"

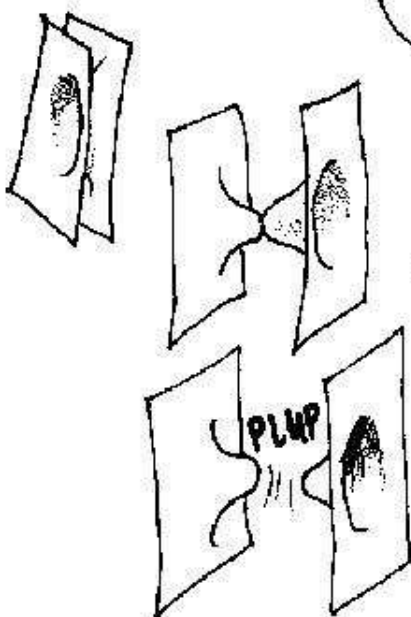




laŭ Petit, estus tiam nur unu tem-
pa sago kaj la kapricoj de la spaco-
tempo (*) geometrio estus kreantaj
tiun iluzion: la ĜEMELA STRUKTURO



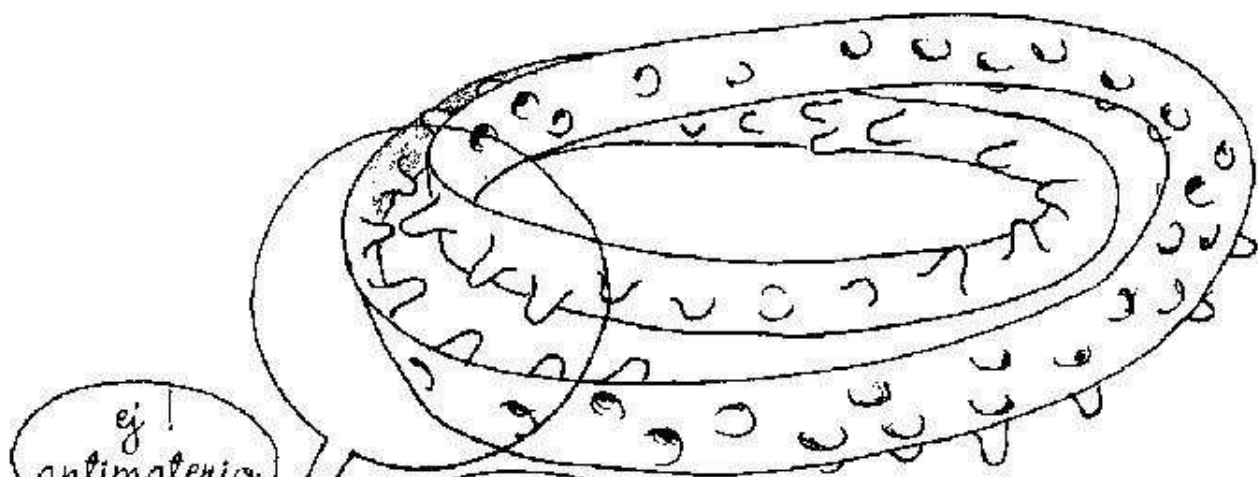
ankau estus nur unu speco de materio, l' anti-
materio estus, laŭ la vorto de l' abato Lemaitre,
nur materio "returnite vidata"



la ĝemela strukturo konsistus el nur
restantaj deformigoj kun kurbeco perfek-
te simetriaj



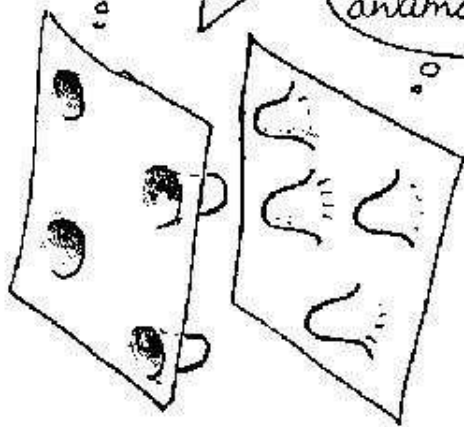
(*) Vidu LA TOPOLOGIUMO



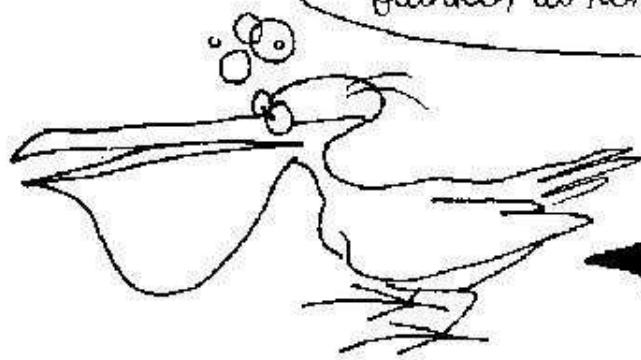
ej!
antimaterio

jen
antimaterio!

geometria dispozicio montranta
la ŝajnon de dueco
materio antimaterio

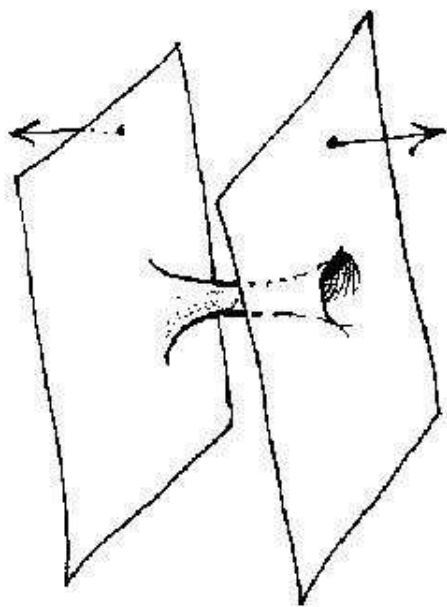


se mi bone komprenas, unue neblas trans-
pasi la GRANDAN EKSPLODON ĉar tiam la tem-
po frostas en la tenujoj. Sed ĉiel, en la alia
blanko, la homoj retrotempe vivas



kaj ĉu Sofio
plibone fistas?

jes

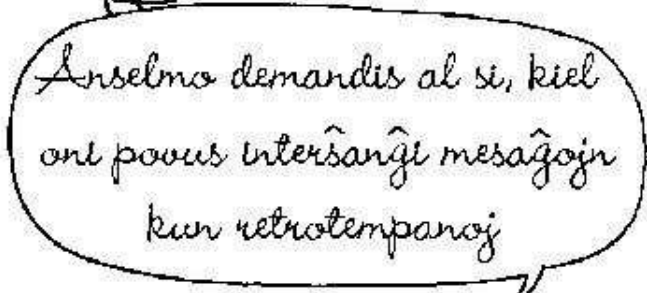
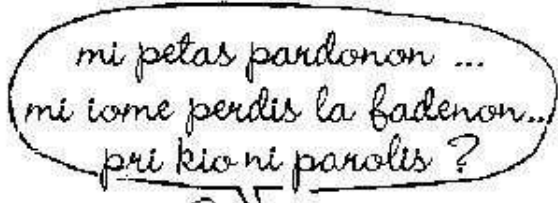
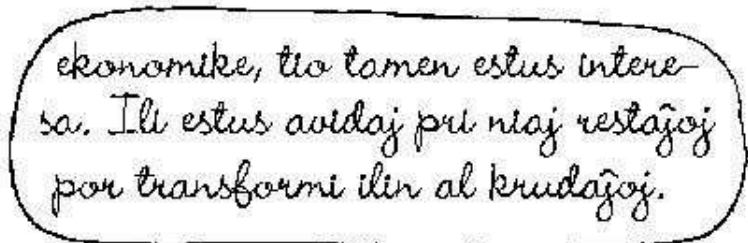


ĉu oni povus pasi al la
alia blanko helpe de la nigraj
vorticoj kaj retrovigi ĉe la
RETROTEMPANOJ?

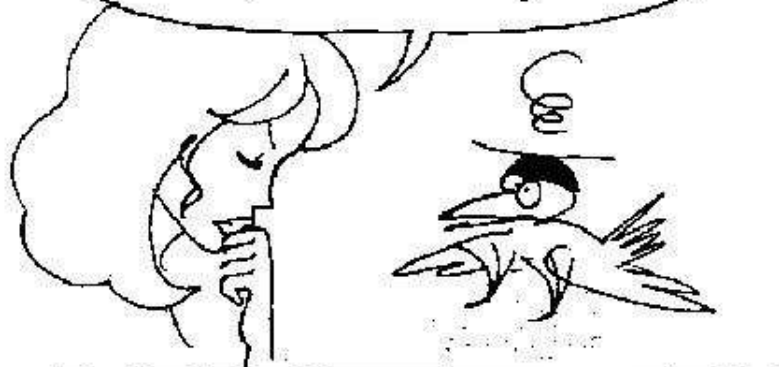
Ha!...



DIAKRONA KAJ RETROTEMPA



hm, tio ŝajnas al mi malfacila.
Fakte, se oni sendus al ili mesaĝon,
kiam ili ricevos ĝin, dum ilia propra
tempo, ili sendos ĝin



kun tiuj homoj, ĉiu
dialogo estus neebla ?



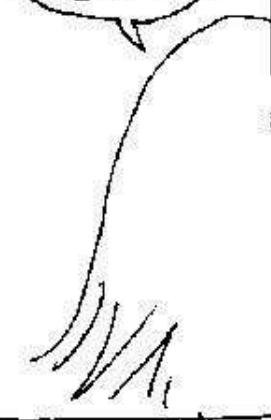
aŭ ekzistas persono, kun kiu oni
ne povas interŝanĝi informon



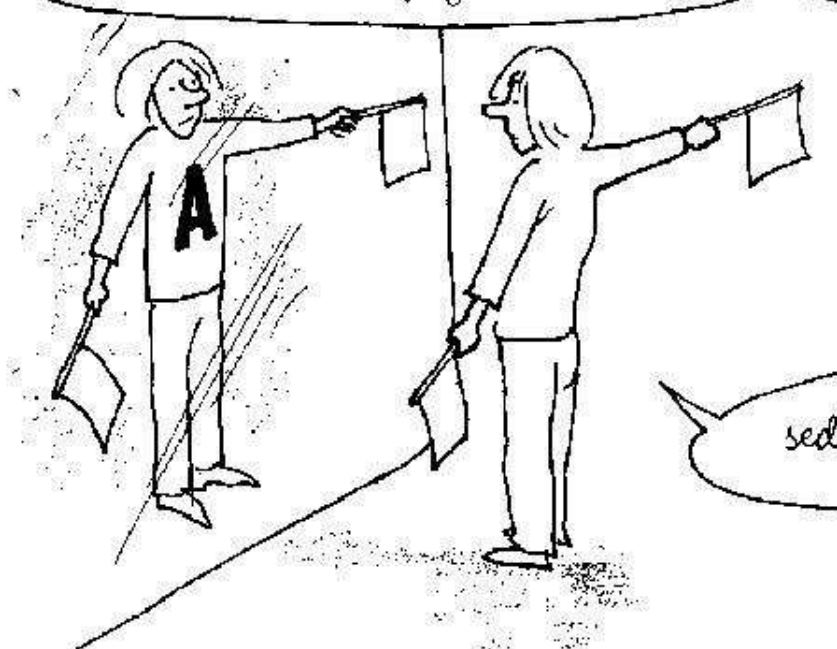
si mem



!!!



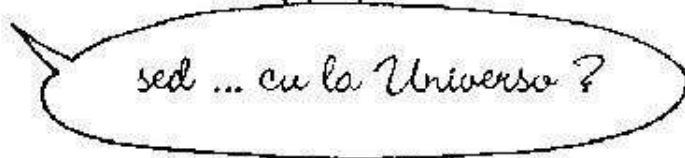
provu sendi al vi mem mesaĝojn
tra la spegulo



vi ne lernas
ion grandan



sed ... ĉu la Universo ?

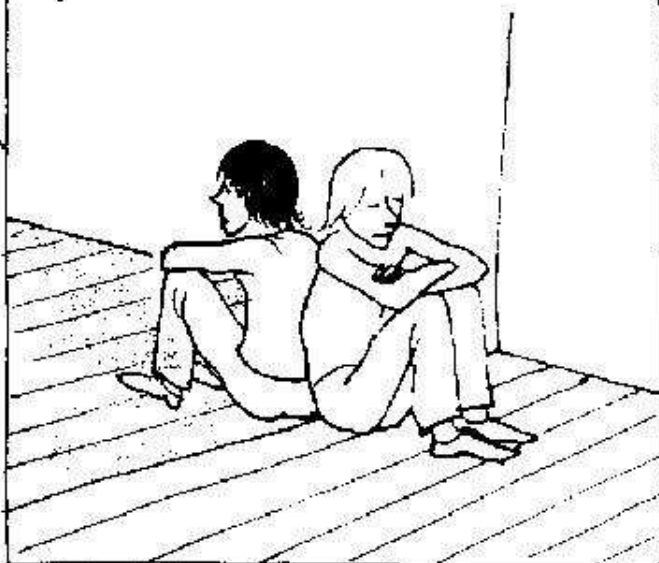


Ĉu vi satas fabelojn ?
Mi ja havas unu por rakonti.



ho jes
ho jes..

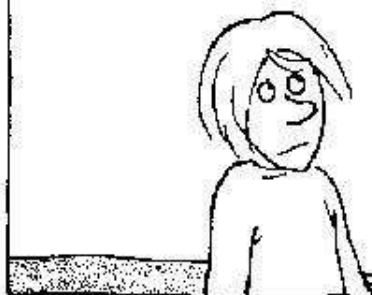
estis iam du juraĵoj, kiuj
pasigis ilian tempon dorsapo-
gate unu al la alia, kiel libro-
premilo...



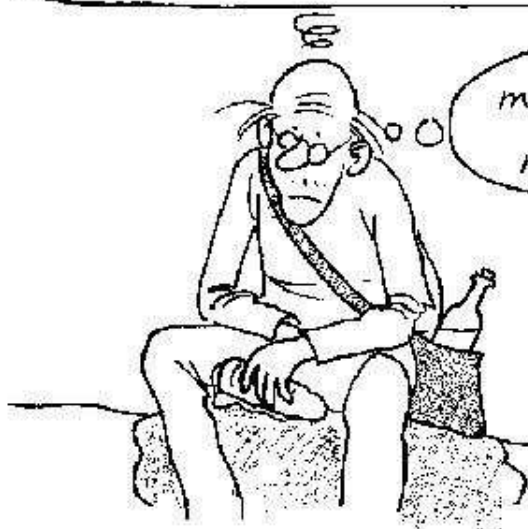
ili loĝis en la sama domo kaj estis
najbaraj ĉe la sama ŝtupara place-
to. Iun tagon, ili foriris rekte an-
taŭ ili, la brunulo al l' okcidento,
la blondulo en direkto de l' oriento



la blondulo pensis : la mondo
rondas, marŝante tutekde ni
povas cirkaŭiri laŭ ĝi kaj
preterrenkontiĝi mezaŭte



la vojaĝo neimageble longis. La blondulo timis ne sufiĉe vivi por vidi
ĝian finon



mia vidpovo brenezige malgrandiĝis kaj
mi perdis preskaŭ ĉiujn mian harojn



Iun tagon, dum li satmanĝis, li mise gestis kaj perdis en puton sian korkotirilon

kiam li atingis la mezvojon, ĉe la ekstremo de la mondo, intense malvarmis kaj li suberis pro tio, ĉar li perdis ĉiun sian hararon. Li vane atendis sian kunsuferanton



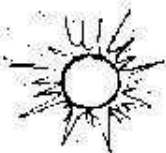
li verŝajne perdis sian vojon, aŭ mortis dum la vojaĝo ...

malĝoje li reprenis la vojon al rehejmiĝo

la tuta vojo por
NENIO



sed, poste la vetero plibelis.
La suno ekbrilis



Ho... belas

Nekredeblas ! Miaj haroj rekreskas
kaj mi ne plu bezonas okulotrojn !

la tempo forflugis



La perdo de lia korkotirilo lin multe ĉagrenadis. Nu, iun tagon, kiam li satmanĝis surrandede de puto, korkotirilo elĝetiĝis el ĝi

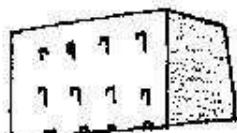
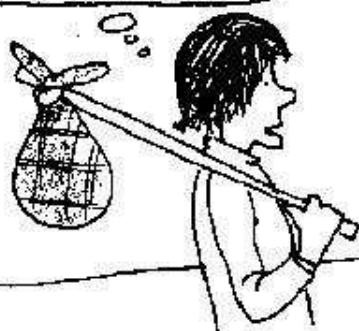


la rondvojaĝo finiĝis

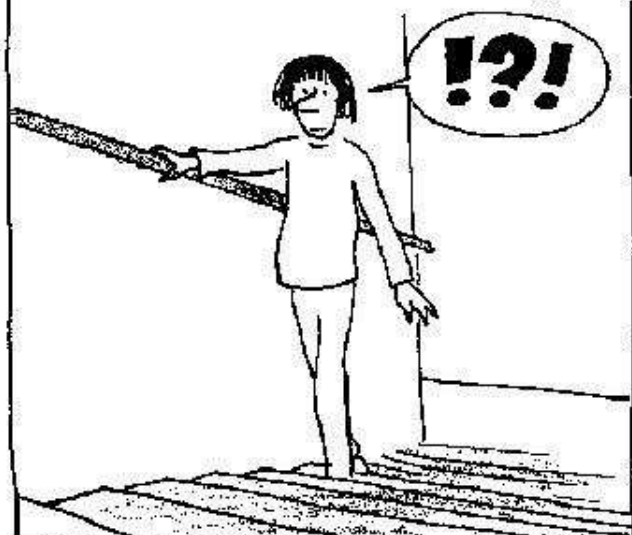
sed, malgraŭ siaj klopodoj, li ne sukcesis uzi ĝin



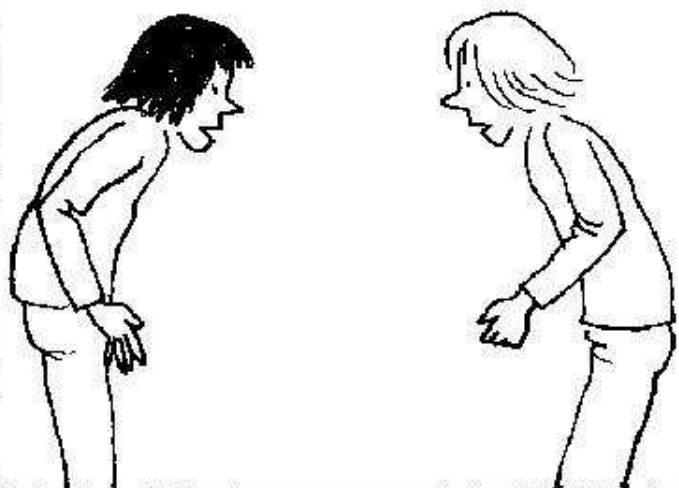
finfine li ekvidis fore la domegon, kiun li forlasis antaŭ tiel longa tempo!



li surpreritis lau la ŝtuparo kaj front-al-fronte retroviĝis...



kune kun juna blonda knabo...



tiam ili dorsapogiĝis
l' unu kontraŭ l' alia



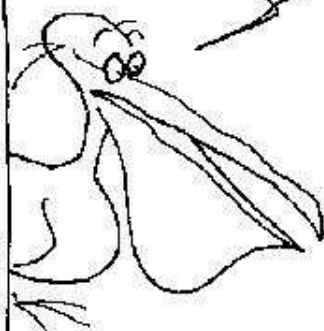
kaj estas la fino
de mia rakonto



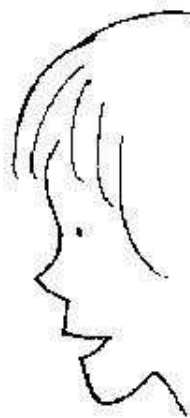
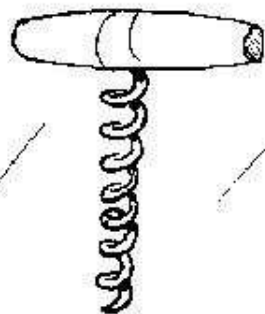
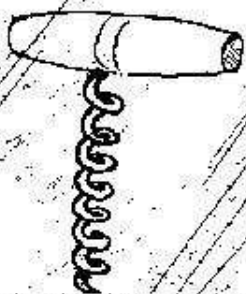
mi opinias, ke mi kom-
prenis. Ili ne estas apo-
gataj unu kontraŭ l' alia.
Estas kvazaŭ la spegulo,
SPACTEMPA



sed ... pri la rakonto de la kor-
kotirilo ... kaj de la putoj ?



mi opinias, ke la unua puto estas **NIGRA VORTICO** kaj la alia, **BLANKA FONTANO**. Mi pensas, ke se li ne sukcesis malfermi sian botelon, estas ĉar la korkotirilo iĝis **ENANTIOMORFA**, t.e. inversa kiel en spegulo (*)



(*) Vidu **LA NIGRA VORTICO**, paĝo 61

TEMPO KAJ KVANTUMA MEKANIKO

pri la tempo, kion pensas la kvantumaj mekanikistoj?

laŭ la fizikistoj de la kvantumoj l' Universo reduktiĝas je la ŜRUDINIĜERA ekvacio, kie interagas la PLANKA KONSTANTO h

ĉiuj FARIĜOJ de l' Universo estas supozataj prezenti solvojn de tiu mastra ekvacio

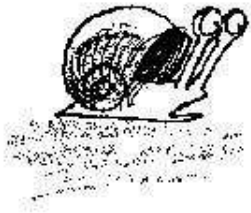
jen almenaŭ teorio, kiu alrespondas ĉion

kun tiu ekvacio kunligas karakteriza tempo t_p , la PLANKA TEMPO (*), kiu valoras $0,53 \cdot 10^{-53}$ sekundo. Fundamente neblas, helpe de la Ŝrudinjera ekvacio, priskribi fenomenon daŭranta tiun ĉiam malsuperan Plankan temperon t_p .

jen alia tubero ...

(*)/Vidu Aldonaĵon D

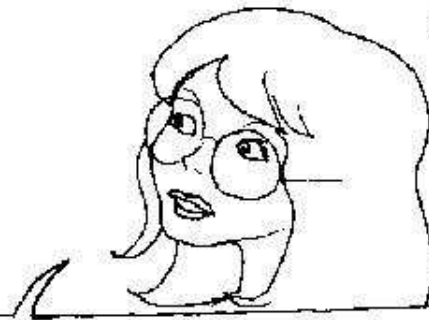
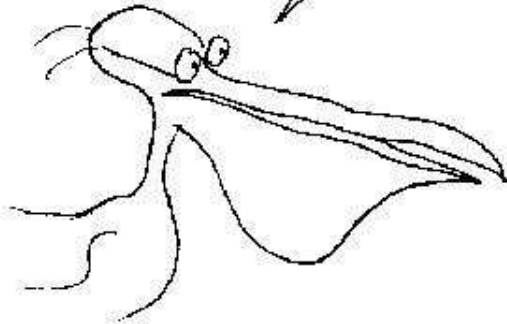
oni povus dedukti el tio, ke l' estanteco havas finian dikecon da tempo



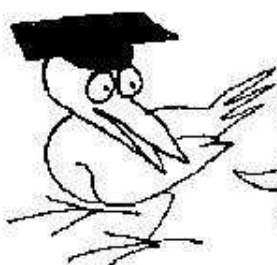
oni ankaŭ povas diri, ke laŭ la kvantumistoj, la estinteco haltas je 10^{-43} sek. Ankaŭ ili ne povas koncepte imagi la tempon $t=0$

kaj finfine...

Bone, pri kia ni ekzakte parolas? Se l' Universo estas maŝino, kiuj estas ĝiaj esencaj funkciigantaj ĝin elementoj?

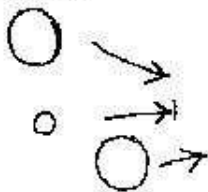


Skeme la konata Universo prezentigas, kiel miksaĵo de fotonoj kaj materiaj partikloj, proporcie unu miliardo al unu. La gravito kreas materiajn kunmetaĵoj, kie la UNUIGO daŭre konvertas materion al radiadon. La produktoj de tiuj reakcioj nomiĝas "atomoj" (*)

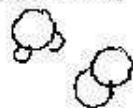


Tiuj produktoj de la NUKLEONSINTEZO povas reakcii inter ili, ĉu spontane, ĉu resorbante fotonojn (FOTOSINTEZO), produktante kunmetaĵojn nomataj molekuloj. La atomoj ankaŭ povas malkomponiĝi realsendante fotonojn (NUKLEA FUZIO)

ATOMOJ



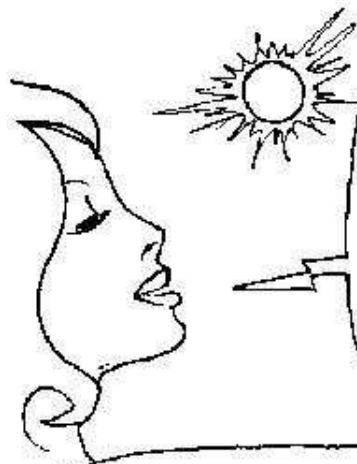
MOLEKULOJ



FUZIO

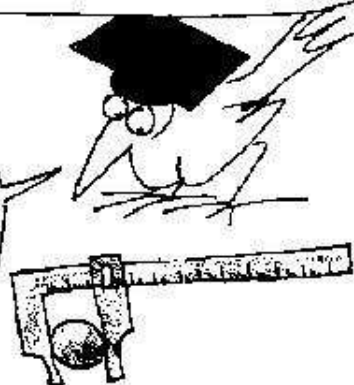


(*) Vidu MIL MILIARDOJ DA SUNOJ



Materio kaj lumo estas nur du manifestiĝoj de sola kaj sama ento: l' ENERGIO-MATERIO kaj ĉiuj tiuj fenomenoj nur montras malrapidan rekonverton de parto de la materio sub formo de fotonoj

oni supozis je la komenco de la jarcento, ke la materiaj partikloj konservis nevarian dimension, t.e. ke l' energio-materio, kiun ili entenadis, egale konservigadis laŭ la tempo.



kiu estas tiu magia ligo inter la dimensio de la objektoj kaj ilia energio ?

vi ja scias, ke en kvantuma mekaniko ĉiujn la partiklojn oni konsideras kiel similaj al spacaj ondiĝoj, al ONDOPOJ. Laŭ difino, se E estas la kvanto de energio-materio veturata de la partiklo, l' ondolongo asociata estas:

$$\lambda = \frac{hc}{E} (*)$$

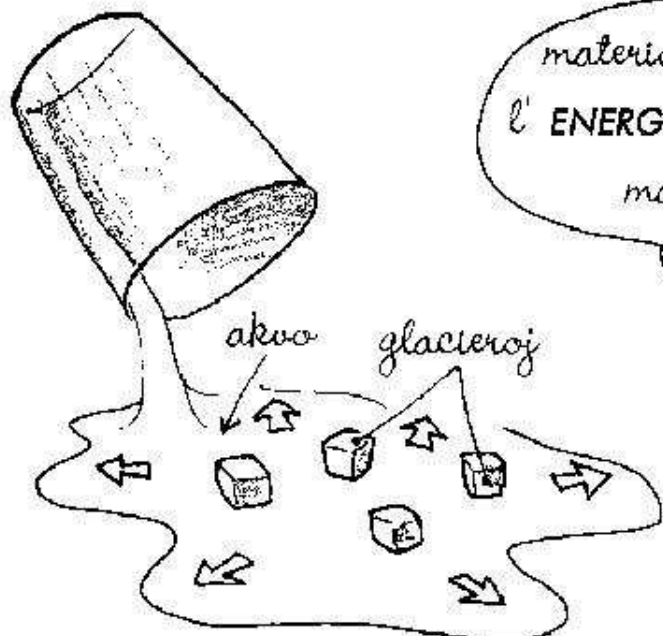


l' ondopo bildiganta partiklon de MATERIO konservas egale sian ONDOLONGON laŭ la tempo

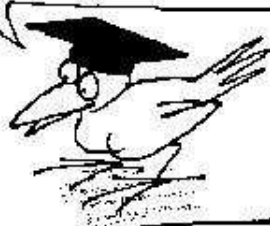


la FOTONO sekvas l' ekspansion de l' Universo

(*) h : planka konstanto, c : lumrapido

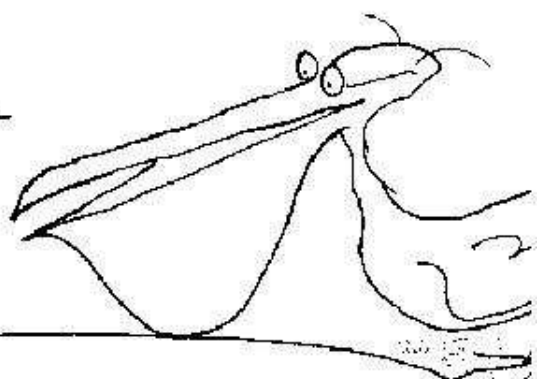


materio kaj fotonoj, tiuj du formoj de l' **ENERGIO-MATERIO** ne transpasigas la kosman pluvastigon sammaniere



ha jes, materio estas **GLACIATA energio-materio (*)**

mallonge l' Universo do konsistas el materiaj grajnoj kaj fotonoj, kun multe da **MALPLENO** cirkaŭen



sed ne, Leon', la **MALPLENO**, tio ne ekzistas. En kvantuma mekaniko, l' Universo estas surfaco, kiu nenien "**GLATAS**". Kelkaj baldoj ŝajnas kiel amelataj kaj bildigas materion. Aliaj baldoj, la fotonoj, povas streĉiĝi kaj pro tio l' Universo ekspansiĝas

sed ... atendu ... se l' energio ŝanĝas, kiel l' inverso de la ondolongo, de la spaca pluiĝo de partiklo, tiam tiu streĉiĝo de fotonoj montras **KONTINUAN ENERGIPERDON** el la flanko de l' Universo ?!?

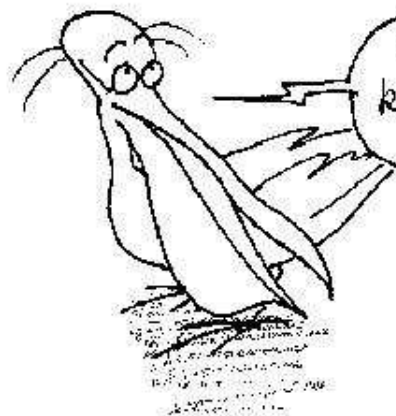


kaj evidentiĝas, ke ĉiuj fajfas pri tio

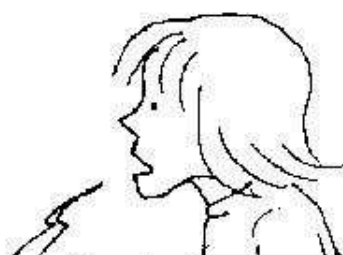


(*) Vidu **GRANDA EKSPLODO** pago 34

LA KOSMA EKSPANSIO

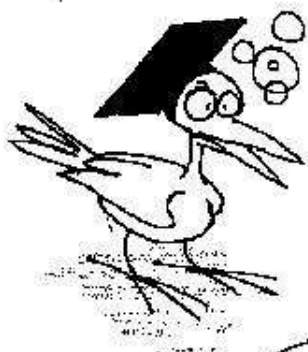


anstataŭ vivi en Universo kun konstanta entropio kaj kun variema energio evidente estus pli agrable vivi en l' inversa versio. Nu fine...



Se mi bone komprenas L' EKSPANSIO DE L'UNIVERSO estas samranga kun la plivastiĝo de la spaco enestita de la originaj fotonoj, kiuj konstituas la BAZON DE LA KOSMA RADIADO. En tiuj kondiĉoj l' Universo devus dilatiĝi

ĈIEN



nu, laŭ la astrofizikistoj, nek la suna sistemo, nek la galaksioj, nek la galaksiaroj dilatiĝas.

Fine, KIU PAGAS L'EKSPANSIPREZON ?!

nu, Sofio ?

hm ...

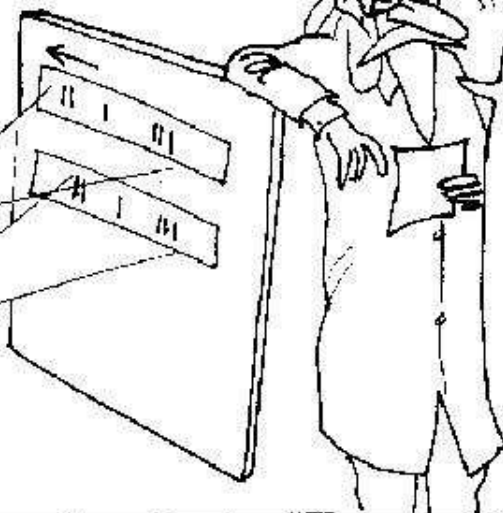
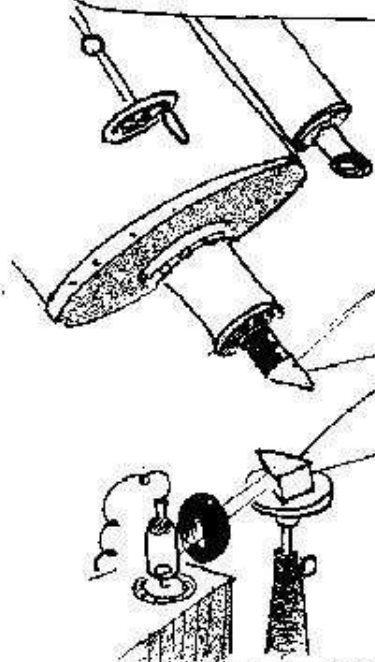
hm, ĉu la teoria kosmologio estas serioza afero, aŭ... ?



konklude, l' Universo
estas eble nenio alia ol iu gajno de
nia **IMAGO**



sed, Terezio, ne diru stultajojn. Kion vi opinias pri **EKSPERIMENTAJ
FAKTOJ**, pri la **OBSERVADOJ** ?? Seni kredas je la kosma ekspansio, estas
pro la **ŜOVIĜO RUĜEN**



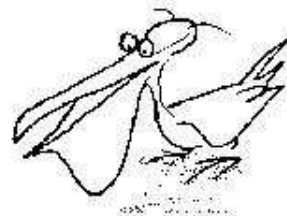
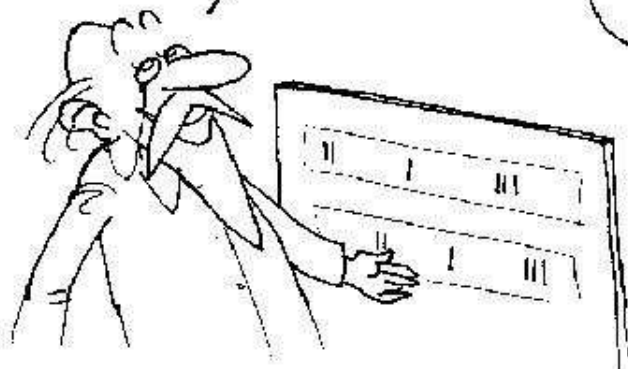
Observu tiujn du spektrojn.
L'unuan oni produktis laborato-
rie de hidrogeno varmigita je alta
temperaturo. L'altra malkomponas
lumon senditan de malproksima
galaksio kaj montras gravan ru-
ĝendecon. Ekde tiuj **DONATOJ**, ni
deduktas ĝian **MALPROKSIMIĜAN
RAPIDON**. Kie staras l' imago en
tio ?

Kiel vi estas certa, ke tiun ŝoviĝon al la ruĝon, oni devas
atribui al la **DOPLER-FIZA** efiko ?

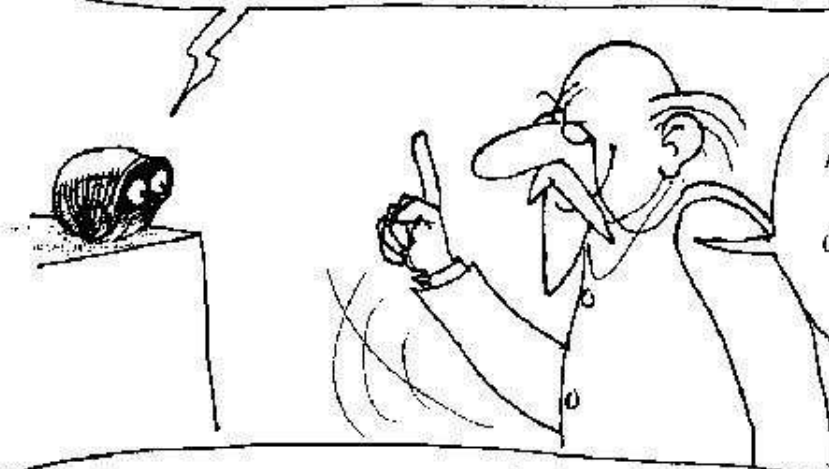


kaj al kio vi volas, ke tion,
oni devu atribui ? Pro laciĝo
de la lumo ?...

la kosmologiisto kaj filozofo **[MILNE]**, kiu
ribuzis tiun ideon ekspansivan de l' Univer-
so donis al tiu malaltiĝo de la fotona ofte-
co tute alian signifon



l' energio de fotono estas $h\nu$, kie h estas Planka konstanto kaj ν la ofteco. [MILNE] diris: "ni supozu, ke la fotona energio konserviĝas, sed ke h pligrandiĝas proporcie kun la tempo. Tiam oni mezuros, post la ricevo de la mesago, oftecon ν pli malfortan, sen Doplera efiko, sen ekspansio"



SENMOVA universo !

Mia kara, tio ne entenas. Kion vi diras, pri la fosilia radiado, spuro de la PRAA EKSPLODO ?

jes, bone, tiam ni revenu al ekspansianta universo, sed rilate al KIO ?

Ĉu estas KOSMOLOKO ? (*)

sensencaĵo ! La entenanto kaj la entenato de la universo estas nur unu sola kaj sama objekto. Unurura kalkulo gravigas la mezuron de la ŝoviĝo al la ruĝo.

Ĉiamaniere oni tute ne antaŭvidas tri por mezuri surloke objektojn, kiuj staras post miliardoj da lumjaroj. La tuta afero kuŝas en tio, ke oni devas konstrui **SISTEMON DE BILDIGOJ**, kiu akceptinde prenis en kalkulon la observojn. En Scienco oni povas nur esperi por

SAVI LA ŜAJNOJN

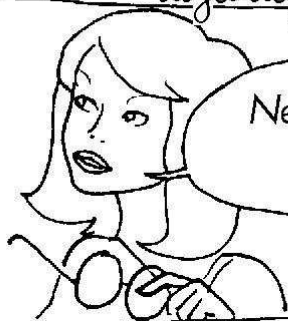


(*) Laŭlitere: "La loko, kie troviĝas l' Universo"

GAŬĜA MODELO (*)



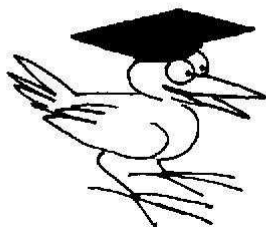
Ni vidu: kiam oni volas imagi al si ekspansivantan universon, oni ĝenerale prenas la bildon de la balono, kiun oni ŝveligas, kun supre desegnitaj makuletoj, bildigantaj la amasojn de galaksioj



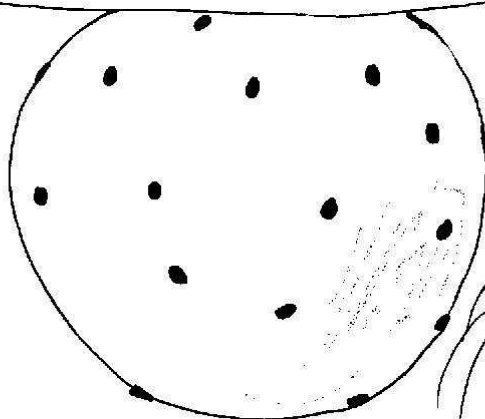
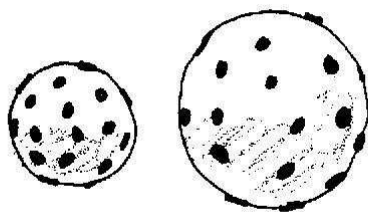
Ne, la klasika modelo ne tiele aspektas



necesas, ke vi fiksu sur via balono memglueblajn pasteletojn, ĉar oni ne supozas, ke la galaksiaj amasoj dilatiĝas dum la tempa fluo



tiu-okaze la kosma ekspansio respondas al la ĉi-subaj desegnoj



(*) INTERPRETO DE KOSMOLOGIA MODELO KUN VARIEBLA LUMRAPIDO

J.P. PETIT: Modernaj fizikaj Leteroj A Vol.3 N°16 (1988) paĝ. 1527-1532

KOSMOLOGIAJ MODELOJ KUN VARIEBLA LUMRAPIDO. INTERPRETO DE ŜOVIĜO AL LA RUĜO: J.P. PETIT, Modernaj fizikaj Leteroj A Vol.3 n°18 (1988) paĝ. 1733-1744

kial ĉiuj universaj objektoj ne grandiĝas kune kun ĝi : la galaksioj, la sunsistemo, la elementaj partikloj ?

juna amiko mia, la grandeco de tiuj objektoj determiniĝas el certa nombro da konstantoj : la gravita G , la Planka h , la protona maso m , la lumrapido c

Ĉio-ĉi estas bone konata, vi ja pensas...

sed kial tiuj kvantoj G , h , m , c estas nevariaj ?


sed ĉar ili ne varias ...

de tago al l' alia, de ekstremo de la Tero al l' alia, certe, sed kial tiuj grandecoj ne variis dum miliardoj da jaroj ?

mi supozas, ke la lumrapido c devas resti konstanta pro la Ĝenerala Relativeco ...

Tio skribiĝas absolute nenien ...

Be, ĉu veras ?



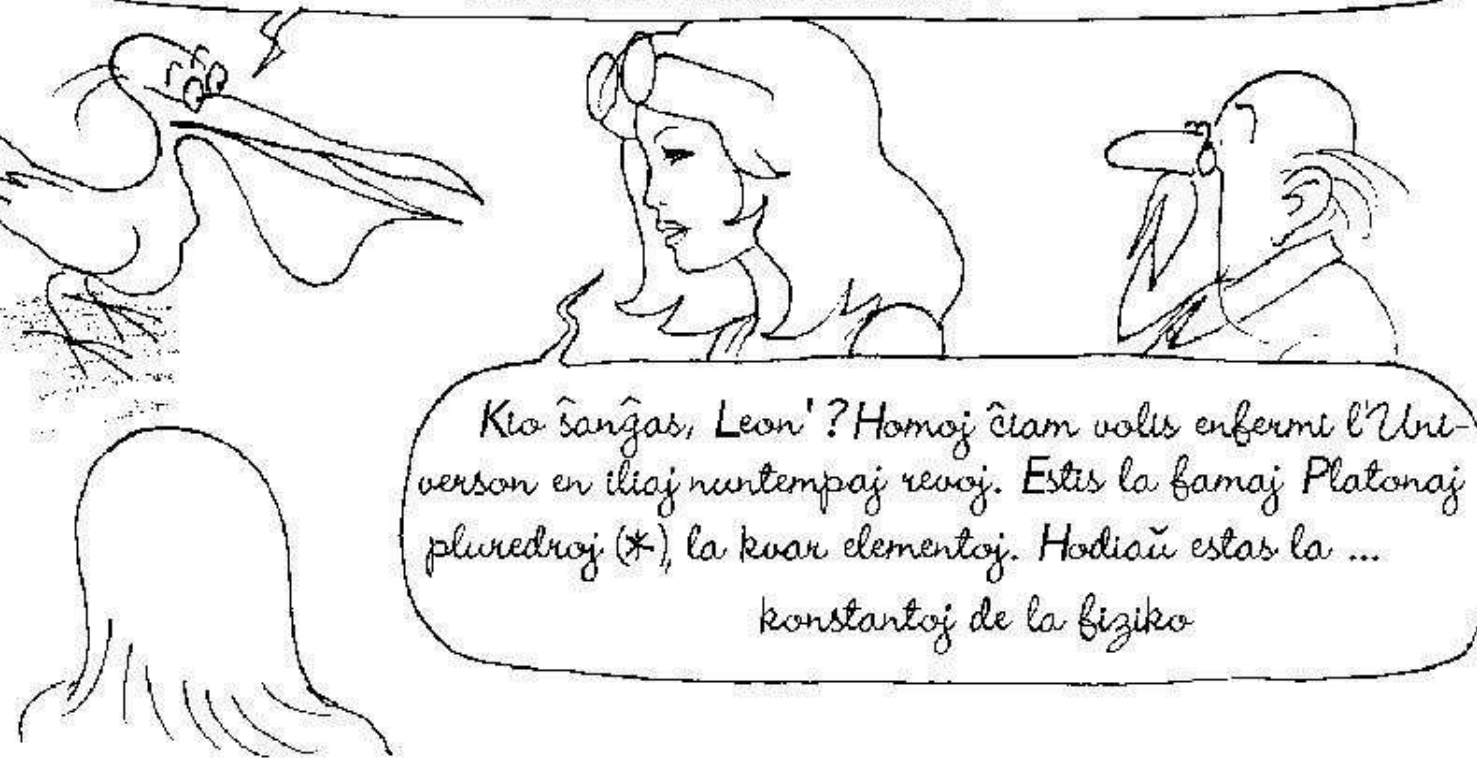
kaj pri la Planka konstanto h ? Ĉu ĝi ne povas varii... pro la kvantuma mekaniko?

ankaŭ tio estas nur alia hipotezo ligita al tiu **SISTEMO DE BILDIGOJ**

sed ... ja estas **AKSIOMOJ** !?!

aksiomo estas nur kredoĵo kun blanka kitelo kaj kravato

Komence de la lasta jarcento, oni povis precize mezuri tiujn kvantojn, kiuj ludis rolon en la ekvacioj, kelkajn, oni eĉ firmeme malkovris en tiu epoko. Kaj poste, ĉu nevortigita **KONSENTO** stariĝus, kiu volus kredi ilian **ABSOLUTAN KONSTANTECON** ?



Kio ŝanĝas, Leon' ? Homoj ĉiam volis enfermi l'Universon en iliaj nuntempaj revoj. Estis la famaj Platonaj pluredroj (*), la kvar elementoj. Hodiaŭ estas la ... konstantoj de la fiziko

Atentu, ne iu tiel rapide ! Oni montris, ke se ni tuisus kelkajn fizikajn konstantojn, postsekous aferoj, kiuj kontraŭdiradus la observojn !

jes, sed se oni rigardas, ke ĈIU tuj konstantoj varias en la tempo, inkluzive la LUMRAPIDON ?

Skorzonero!
la lumrapido...

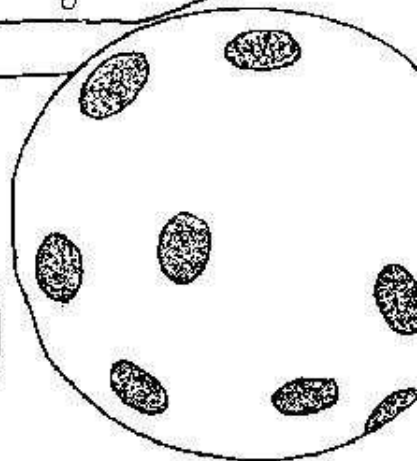
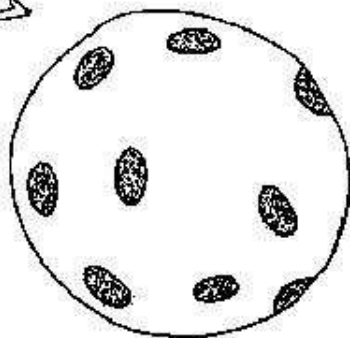
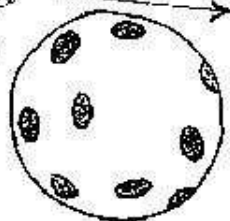
Se vi permesas la konstantojn, ke ili varias dum la tempo, se vi "liberigas" ilin, vi ankaŭ devos krei tiom da novaj fizikaj leĝoj por redoni al la scienca konstruo ĝian solidecon

SUPERA RELATIVECO

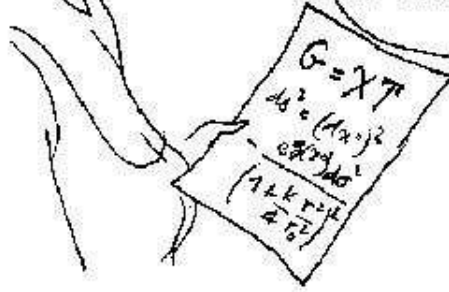
Mi trovis solvon : ni postulos nur la ENERGIAN KONSERVADON, ne plu masan, kaj supozante, ke la objektoj de l' universo DILATIĜAS KUN ĜI

ĈIU objektoj, t.e. la galaksioj, la sunsistemo, la nigraj vorticoj kaj ankaŭ la protonoj, la neŭtronoj

la objektojn, oni desegnis sur la balono



Efektive, vi ricevas nefinian lumrapidon je $t=0$, kiu poste daŭre malpligrandigas (*). La maso kreskas, sed l' energio mc' restas konstanta. La gravita konstanto varias kiel l' inverso de la maso... kaj ĉio-ĉi solvas la ekvacion de la ĜENERALA RELATIVECO, la famegan EINSTEJNAN EKVACION



$$G = \lambda \gamma$$

$$\Delta \phi^2 = (\Delta x)^2$$

$$- c^2 \Delta t^2$$

$$= \frac{1}{2} \lambda \gamma \frac{1}{c^2}$$



nekredeblas?!)

tiu Universa modelo estas monstro, ĥimero. Kiel vi elturniĝas kun la ŝoviĝo al la ruĝo?

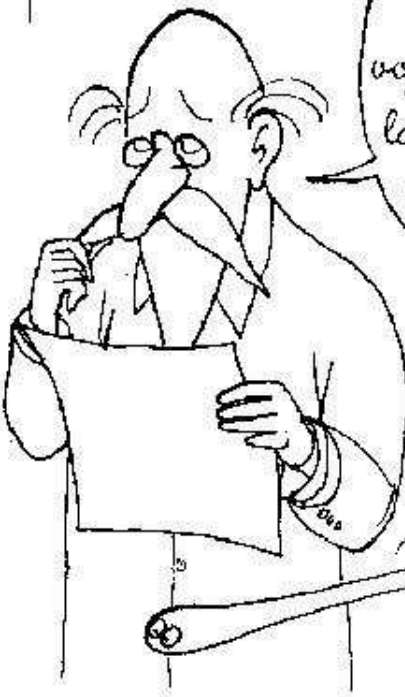


Estas malicege!

rigardu! jen la solvo: oni trovas, ke la planka konstanto varias kiel t , do tio kongruas kun la ideo de Milne (p. 65)

Ni vidu... La fotono elsendiĝas kun certa ENERĜIO $h\nu$, kiun ĝi konservas. Dum la vojaĝo, la Planka konstanto h pligrandiĝas, do la ofteco ν , kia ĝi mezuriĝos je la ricevo, malsamos (**)

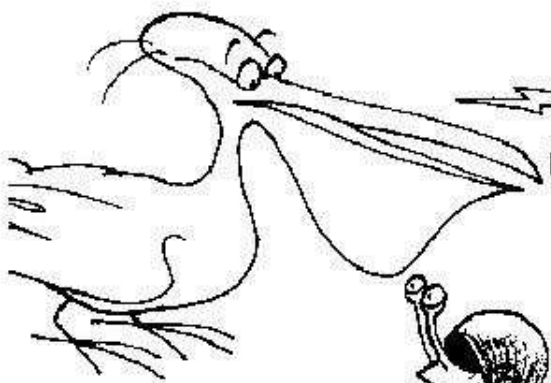
Hm ... stranga afero!...



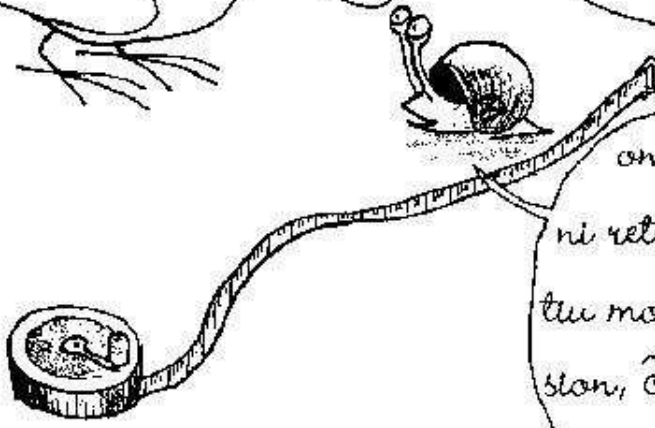
kŭak!



(*) en tiu modelo la lumrapido varias kiel $\frac{1}{\sqrt{t}}$
 (***) la ŝoviĝo $\Delta \nu$ de la ofteco estas proporcia je la distanco al la fonto. Oni retrovas la HUBLAN LEĜON

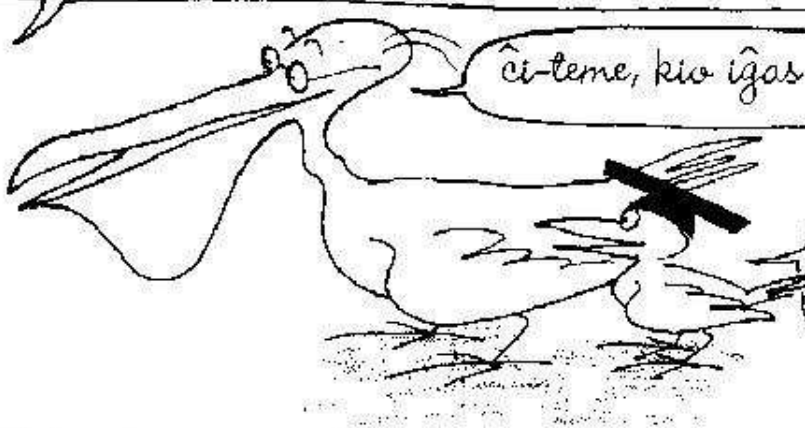


sed ... se tiun ŝoviĝon la Doplera efiko kreas je la malprograsa rapido de la fontoj, tiam l' Universo ne plu estas ekspansiva, ĉu ne ? mi nenion plu komprenas..



oni fajfas pri tio ! Kio gravas, estas ke ni retrovas l' observeblon, tiu ŝoviĝo ruĝen. En tiu modelo vi ne plu povas MEZURI ajnan ekspansion, ĉar tiam via rubanda metro samtempe dilatiĝus ol l' Universo

same vi ne povas LOKE evidentigi variadojn de h , c , G , m , ktp... ĉar la mezuriloj, bazataj per la samaj konstantoj, derivas "paralele"



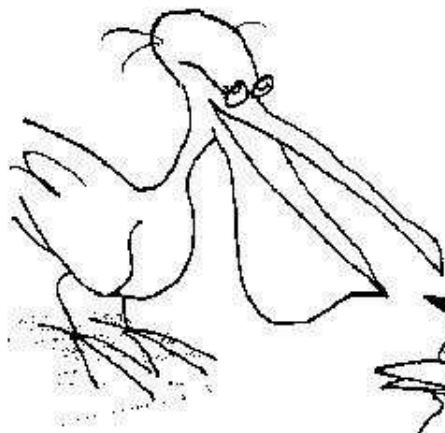
ĉi-teme, kio iĝas l' ENTROPIO ?

ĝi pligrandiĝas laŭ la tempo t (*) kaj la paradokso de la 36-a paĝo malaperas



kaj tiu fama PRAA NEFINIAĴO je $t = 0$, pri kiu oni tiom parolas, kion ni pridivus pri tio ?

(*) en tiu modelo l' entropio S varias kiel $\text{Log } t$ (Aldonaĵo F) 70



se oni interŝanĝas la **KRONOLOGIAN VARIANTON** t kontraŭ l' **ENTROPIO S**, la nefinitaĵo ne plu ekzistas, ĉar tiu laŭdira "KOMENCA MOMENTO" tiam respondas je $S = -\infty$ (*). La demando pri la stato de l' Universo **ANTAŭ** la proa eksplodo ne plu havas sencecon



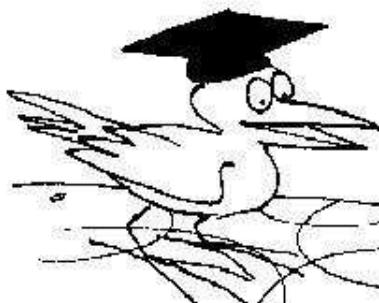
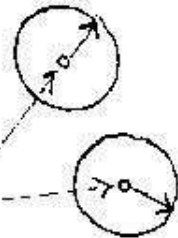
tio signifus, ke la **TEMPO** ne estus la ĝusta **VARIANTO** por priskribi la **OKAZAĴOJN** sed ia iom iluzia miraĝo



ĉar oni nun atakas la paradoksojn, ni vidis en paĝo 36, ke ni ne sciis, kiel klarigi la ŝajnan malordon kaj la rimarkindan homogenecon de l' Universo, ĉar, en ĝia juna aĝo, la partikloj tute ignoris sin.



tiuj partikloj elsendis lumajn ondojn, je rapido c kaj tempo $t = 0$, sed ili malproksimiĝas tiel rapide unuj el la aliaj, ke iliaj "**HORIZONO-SFEROJ**" ne interpenetras sin. Ili staras en plene **AŬTISMA** (*) stato



kontraŭe, en la **SUPERA RELATIVECO** la horizonsferoj interpenetriĝas je ĉiuj epokoj (ili pligrandiĝas je la sama rapido ol l' Universo mem La partikloj interagas. **MALORDO** kaj **HOMOGENECO** troviĝas pravigataj de tio

(*) Psikiatrio : totala malĉeesto de komunikado kun l' aliajtoj

kaj la Planka tempo, restas tamen problemo! Vi ne povas sentiĝi je ĉiuj tiuj paradoksoj?!?

ni vidu, tiu tempo valoras: $\sqrt{\frac{hG}{c^3}}$
sekundon, mi rigardas ...

la Planka tempo varias, kiel ...t!
la Planka baro malaperas (*)

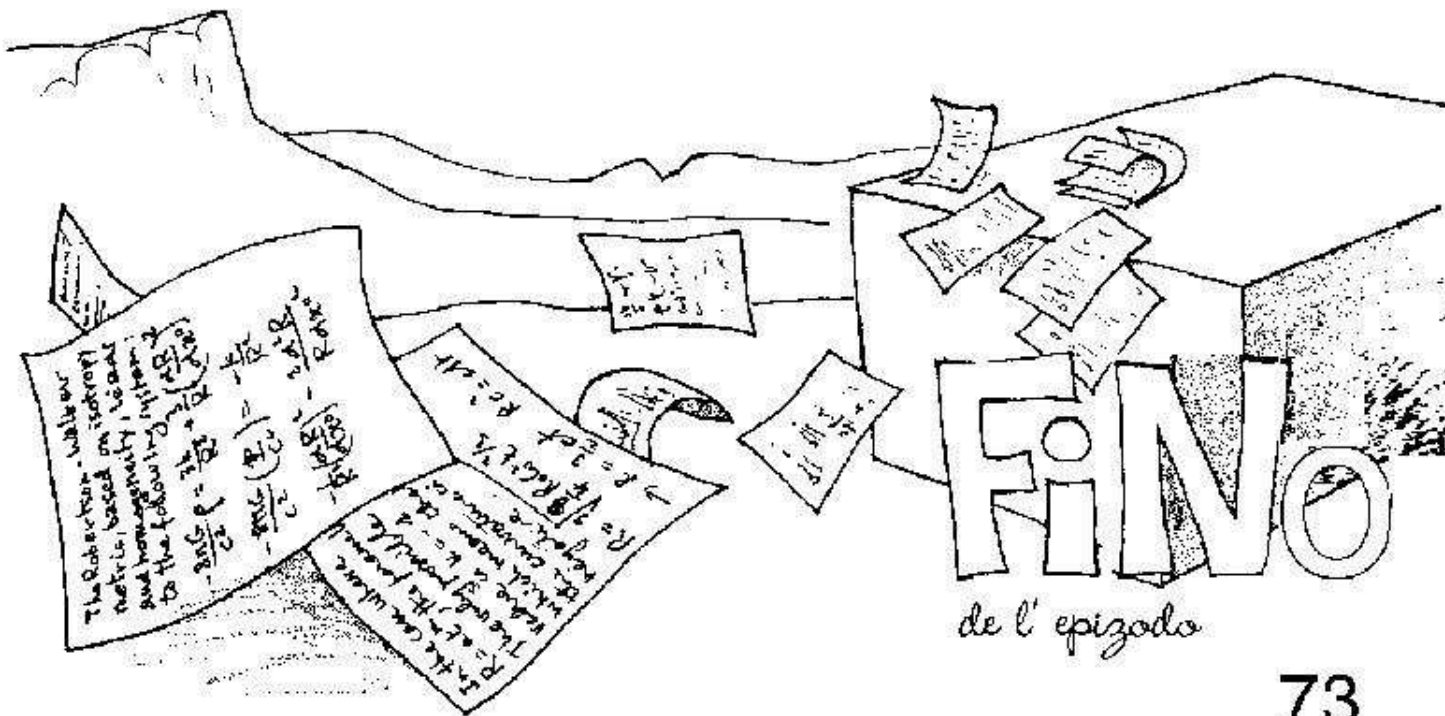
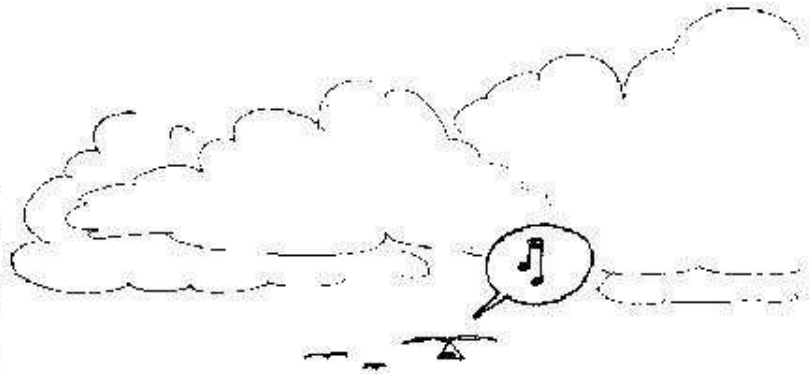
Ĉu alia afero?

GRMBL...

Tinegio, kie estas Anselmo?

Mi opinias, ke li estas tie supre

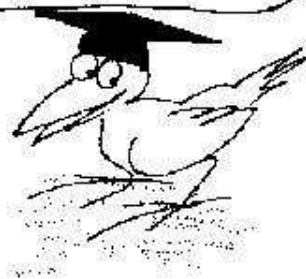
(*) Vidu Aldonaĵon F





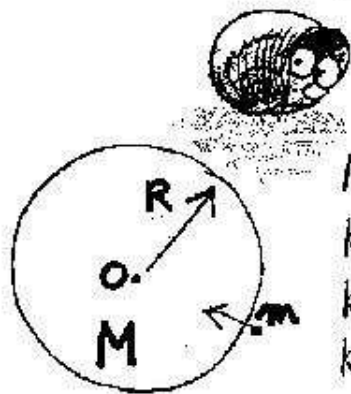
La moderna scienco famas pro konstruiĝo ekde terure malsimplaj ekvacioj, kiujn povas kompreni nur tre malgranda nombro de "Dikaj kapoj". Sed la fundamentaj ideoj ĉiam estas tre simplaj kaj oftas, ke oni povas ilustru ilin per perfekte valida maniero helpe de kalkuloj, kiuj similas al tiuj de la spicvendistoj.

la notoj, kiuj sekvas prezentas ekzemplojn



ALDONAĴO A

aŭ kiel trovi la evolua leĝo de l' Universo per tri linioj da kalkulado

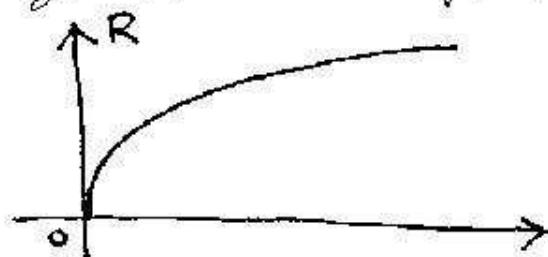


Ni similigu l' Universon al homogena grumelo da polvo, kun radiuso R kaj maso M . Ni rigardu polvan grajnon kun maso m , kiu situas ĉe ĝia surfaco. Oni povas montri, ke la forto, kiu efikas kontraŭ tiu maso estas la sama, ol tiu, kiu produktus la tutan mason M , densigata en la

centro O , t.e. $F = -\frac{GMm}{R^2}$. Ni apliku formulon $\vec{F} = m\vec{a}$ de la meĥaniko.

Sekvas, ke: $-mR''R^2 = GMm$ aŭ $R''R^2 + GM = 0$ alie dirate la faman [FRIEDMAN]-an EKVACION. Ni konstruu un el la tri solvoj de tiu diferencialekvacio. Ni formigu la funkcion $R(t)$, kiel at^b , kie a kaj b estas du konstantoj por determini ilin. Do, $R = at^b \Rightarrow R' = abt^{b-1} \Rightarrow R'' = ab(b-1)t^{b-2}$. Tiam oni metas en l' ekvacio kaj oni ricevas: $b(b-1)a^3t^{3b-2} + GM = 0$, kiu "funkcios", kia ajn estas t . Sola solvo estas, kiam la t -potenciganto devas esti nula, do kiam $b = \frac{2}{3}$, kaj sekve $a = \sqrt[3]{\frac{9}{2}GM}$ kaj $R = \sqrt[3]{\frac{9}{2}GM} t^{2/3}$

$R(t)$ estas la karakteriza longo de tiu universo, l. kiu povas asimiliĝi, ĉu je ĝia u -a kurbeca radiuso, ĉu je la meza distanco inter du partikloj.



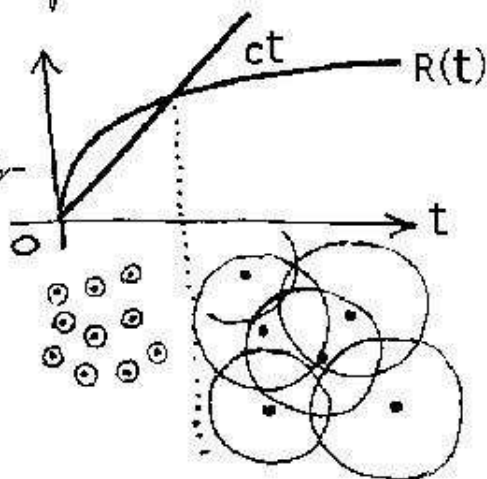
ALDONAJO B



L'aŭtisma universo

Simpla ekrigardo al la kurbo $R(t)$ montras, ke la ekspansio de la universo komenciĝis per eksplodo, kaj poste malakceliĝadis.

Se oni konsideras $R(t)$ simila al la meza distanco inter du partikloj, ct montras la radiuson de elektromagneta ondo elsendita je la tempo $t = 0$. Kun konstanta lumrapido, oni vidas, ke la radiuso de tiu "horizonto-sfero", aŭ sfero de la scieblo, restos dum certa tempo mal-supera je la meza distanco inter la partikloj, kiuj komplete ignoras la aliajn dum tiu periodo.



ALDONAJO C

R M



kiel kalkuli la radiuson de NIGRA TRUO?

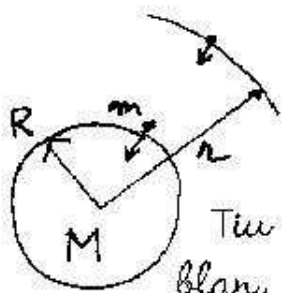
Ni konsideru astron kun radiuso R kaj maso M kaj ĉe ĝia surfaco alian mason m . Imagu, ke tiu-ĉi estas raketo. La energio, kiun ĝi kapablos foruzi, ne povos superi mc^2 , nome: ĝian energian ekvivalenton. Ni nun kalkulu la energion elspezendan por eltiri tiun-ĉi mason m el la gravita

kampo de la astro. La forto estas $F = -\frac{GMm}{r^2}$. La laboro estas $-\frac{GMm}{r^2} dr$, kie dr estas eta delokiĝo.

Necesos foruzi energion $E = -\int_R^{\infty} \frac{GMm}{r^2} dr = \frac{GMm}{R}$

Tiu energio superos la maksimuman mc^2 energion disponeblan, se $\frac{GMm}{R} > mc^2 \Rightarrow R < \frac{GM}{c^2}$ (Radiuso de Ŝvarcŝilda). Pli

fajna kalkulo, priatentanta la malkreskon de maso m , kondukus al la ekzakta valoro $R_s = \frac{2GM}{c^2}$. Se maso M enteniĝas ene de sia ŜVARC-SILDA radiuso, neniu objekto povos eliri el ĝi, ĉar tio postulus energion superan al mc^2 . La suna Ŝvarcŝilda radiuso estas 3,7 km longa.



La fotono havas energion $h\nu$. Ĝi ekivalentas materikvanton kun maso $m_{\text{f}} = \frac{h\nu}{c^2}$; tio ebligas kalkuli la energion necesan por eltiri ĝin, tio estas $-\int_R^{\infty} \frac{GMm_{\text{f}}}{r^2} dr = \frac{GM}{Rc^2} h\nu$. La energio de fotono, kiu sukcesas forlasi la astron estas : $E' = h\nu (1 - \frac{GM}{Rc^2}) < h\nu$ (jen la fenomeno de gravita ruĝensoviĝo).

Se $R < \frac{GM}{c^2}$, la astro ne plu povas elsendi lumon, ĝi estas nigra truo.

ALDONAĴO Ĉ



kaj nun ni pasu al Plankaj kondiĉoj

La spacan ekspansion de partiklo kun maso m oni kalkulas kiel KOMPTONA longo $\lambda_c = \frac{h}{mc}$. Ni supozu, ke la partiklo estu nigra truo. Tiam, tiu longo λ_c devos identi kun la Ŝvarcsilda radiuso, t.e. : $\frac{h}{mc} = \frac{GM}{c^2}$, rezultas $m_{\text{f}} = \sqrt{\frac{hc}{G}}$, kio valoras 10^{-5} gramo. Ne povas ekzisti pli peza partiklo. Ĝia radiuso tiam estas $\frac{h}{mc} = \frac{h}{c} \sqrt{\frac{G}{hc}}$ [do $L_p = \sqrt{\frac{hc}{G}}$] estas la PLANKA LONGO : $1,6 \cdot 10^{-33}$ cm. Nenio pli malgranda povas ekzisti en l' Universo

estas la elementa maso de la spaca pulovero

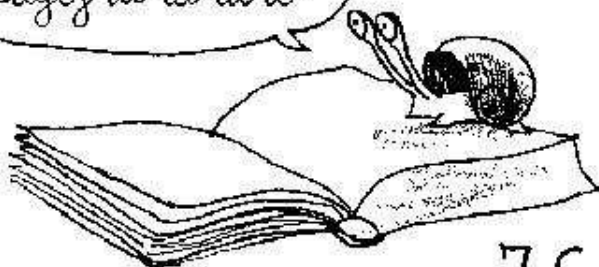


Prenu fotonon kun ondolongo $\lambda = \frac{c}{\nu}$. Ĝia energio estas $E = \frac{hc}{\lambda}$ kaj ĝia samvalora maso $m_{\text{f}} = \frac{E}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$. Ĝia Ŝvarcsilda radiuso estas $R_s = \frac{Gm_{\text{f}}}{c^2} = \frac{Gh}{\lambda c^3}$, kiu egalos sian ondolongon, se $\lambda = \sqrt{\frac{hc}{G}} = L_p$

Kiam la ondolongo de fotono egalas sian Ŝvarcsildan radiuson, ĝi nur turniĝas, kvazaŭ hundo, klopodanta kapti sian voston kaj eĉ la inforno ne plu povas cirkuli. Tiu ondolongo respondas al la tempo $t_p = \frac{L_p}{c} = 0,54 \cdot 10^{-42}$ sekundo.

estas la DIKECO DE LA ESTANTECO

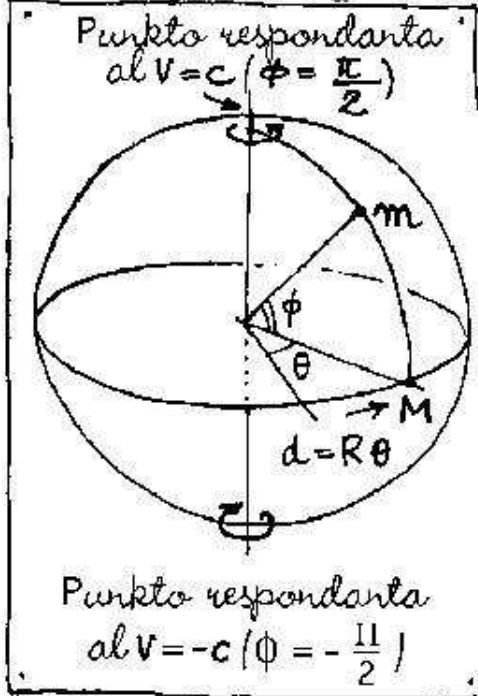
aŭ la dikeco de la paĝoj de la libro



ALDONAJO D

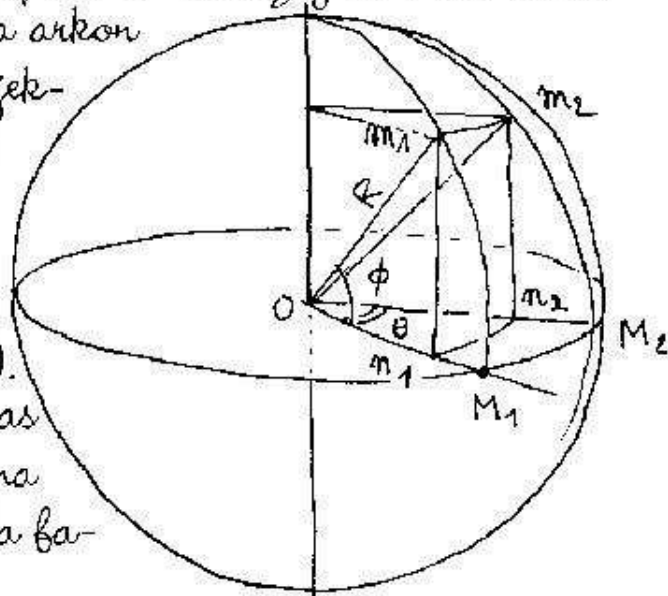
LA RELATIVECA SPACO DE FAZOJ

Ĝi estas kurba, samtempe en pozicio kaj en rapido. Oni limiĝos je unu pozicia dimensio kaj unu rapida dimensio. La pozicion oni markos per la signo θ kaj la rapidon per ϕ . Por senmova observado la delokiĝo de objekto kun rapido V estas $d = R \theta$ kaj la rapido ligos sin kun la angulo ϕ per la rilato $V = c \sin \phi$. Por tiu observado la fotonoj cirklo-iras cirkau la polusoj kaj ili sekvas vojinojn kun nula longo (vidu "ĈIO RELATIVAS").



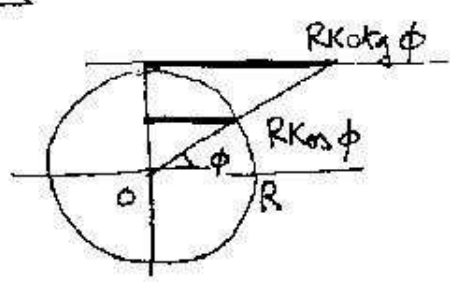
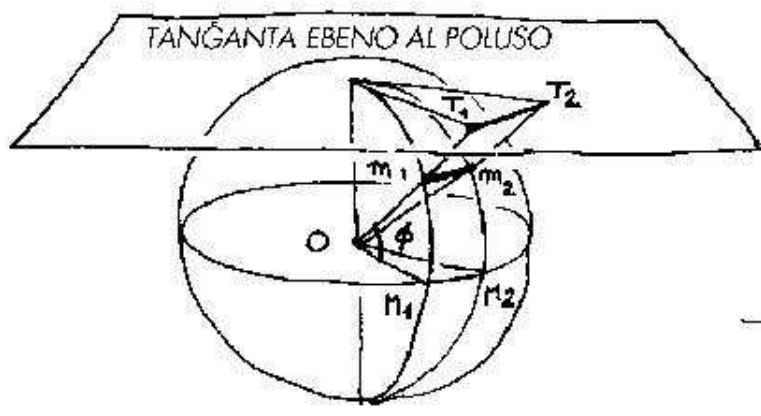
Estu $\overline{M_1 M_2} = R \theta$ delokiĝo, sensita de ripozanta observado. En la spaco de la fazoj la reala delokiĝo respondas la arkon $\overline{m_1 m_2}$, kiu projekcias sin laŭ la arko $\overline{n_1 n_2}$ en la ekvatora ebena. La segmento $\overline{O n_1} = R \cos \phi$. La arko $\overline{n_1 n_2} = \overline{O n_1} \theta$. Kiel $\cos^2 \phi + \sin^2 \phi = 1$ kaj $\sin \phi = \frac{V}{c}$ ni ricevas $\overline{m_1 m_2} = \overline{M_1 M_2} \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$, kio estas nur la fama KUNTIRIĜO DE LORENTZO. En la spaco de la fazoj la tempo ne estas libera variabla.

La PROPRA TEMPO kalkuliĝas. Ĝi proporcias kun la arko $\overline{T_1 T_2}$, projekcio de la arko $\overline{m_1 m_2}$ sur la tanĝanta ebena al poluso.



La PROPRA TEMPO kalkuliĝas. Ĝi proporcias kun la arko $\overline{T_1 T_2}$, projekcio de la arko $\overline{m_1 m_2}$ sur la tanĝanta ebena al poluso.

$$t = \frac{\overline{T_1 T_2}}{c} = \frac{R \theta \cot \phi}{c}$$



$$v = c \frac{R \cos \phi}{R \cot \phi} = c \sin \phi$$

ALDONAJO E

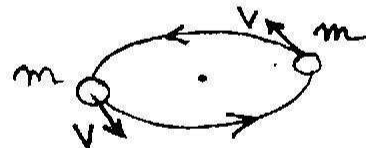
LA SUPERA RELATIVECO

- * Oni "redonas ilian liberecon" al ĉiuj "konstantoj" de la fiziko.
Ekzemple: G , konstanto de la gravito, h planka konstanto, c lumrapido, m maso de la protono au neŭtrono.
- * En la ekuacio de la ĝenerala Relativeco la EINSTEJNA konstanto $\chi = \frac{8\pi G}{c^2}$ estas ABSOLUTA KONSTANTO. Do $G \approx c^2$
(\approx signifas "varias kiel")
- * Oni supozas, ke la energio mc^2 konserviĝas laŭ la tempo, m estante la maso de la senmova partiklo.
- * Oni supozas, ke la galaksioj, la suna sistemo, la nigraj truoj, la protonoj kaj la neŭtronoj "grandiĝas" samtempe kun la Universo, kies perimetro oni prenas egala al $2\pi R$.
Ni skribu: la radiuso de la Nigra Truo (Ŝvarcŝilda Radiuso) grandiĝas kiel $R \Rightarrow \frac{Gm}{c^2} \approx R$, car $\frac{G}{c^2} = Kto \Rightarrow \boxed{m \approx R}$
kiel cetere $mc^2 = Kto$:

$$Rc^2 = Kto$$

$$\boxed{c \approx \frac{1}{\sqrt{R}}}$$

$$\boxed{G \approx \frac{1}{R}}$$



Ni prenu du stelojn kun sama maso, orbitante ĉirkaŭ de ilia gravita centro laŭ cirkla vojino kun radiuso r .

La decentra forto estas $\frac{mV^2}{r}$, la gravita reciproka altiro estas $\frac{Gm^2}{4r^2}$. Se r varias kiel R , tiam $\frac{Gm^2}{R^2} \approx \frac{mV^2}{R}$ de kie $\boxed{V \approx \frac{1}{\sqrt{R}}}$. La rilato $\beta = \frac{V}{c}$ konserviĝas laŭ la tempo, tute kiel la energio $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$. La spaca etendiĝo de la protono donita de sia Komptona longo $\frac{h}{mc} \approx R$, oni havas: $\boxed{h \approx R^{3/2}}$

La solvo de la EINSTEJNA ekuacio, supozante la universon homogenan kaj izotropan (laŭ la metriko de Robertson-Walker) venigas nin al la diferenciala ekuacion:

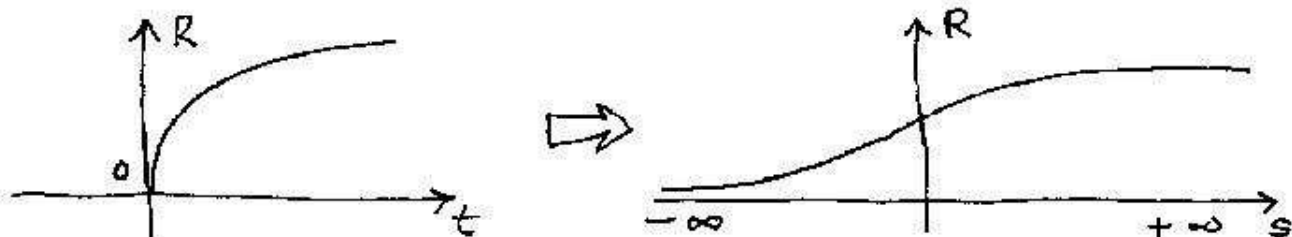
$$\frac{2R''}{R} + \frac{R'^2}{R^2} (2 + \beta^2) + \frac{kc^2}{R^2} (1 + \beta^2) = 0$$

kie $v = \beta c$ estas la rapido de galaksia agitado en tiu "kosmologia fluidajo". Serĉante solvon en speco $R = at^k$, oni vidas, ke β forblas kaj $k = -1$ donas solvon $R \approx t^{2/3}$. K estas la kurba indico. Do tiu universo havas negativan (*) kurbecon. La kosmologia horizonto difiniĝas de la integralo $H = \int_0^t c(t) d(t)$. Oni trovas $H \equiv R(t)$.

Do la universa samspececo ĉiam troviĝas pravigata.

La entropio igas $S \approx \text{Log } t$. En priskribo, kie la entropio anstataŭigas la temporan variablon la komenca malreguleco malaperas, pure kaj simple.

Ĉiuj fizikaj ekuacioj (Ŝredingera, Maksvela, Bolemana) estas nevariaj per la akiritaj transformoj.



Oni trovas, ke la RUGENŝOVIĜO proporcias kun la distanco (Leĝo de Hubble). Gis kelkaj miliardoj da lumjaroj la distancoj kalkulitaj por la fontoj estas preskaŭ identaj je la distancoj eliritaj el la klasika modelo. La fotona energio $h\nu$ oni supozas konservanta (kiel ĉiuj energioj), kiel $h \approx t \Rightarrow \nu \approx \frac{1}{t}$, la rugensoviĝo ne plu estas la sekvo de la Doplera efiko sed rezultas de la multjarcenta derivado de la Planka konstanto.

En 1988 BARTHEL K. MILEY (en *Naturo* vol. 333, majo 1988) montris, ke, ju pli la kvazaroj estas malproksime, des pli ili estas malgrandaj. Tio akordigas kun la modelo, kie la kvazaroj "grandiĝas" kun la Universo mem.

(*) Vidu "La GEOMETRIUMO"-n kaj "LA NIGRA TRUO"-n (Eldonoj Belin) 79

Ĝis nun la Anselma modelo
ne kontraŭdiras observeblan
fakton...

kaj tio funkcias eĉ pli bone
ol la klasika modelo
por la kvazaroj...

kaj via opinio, Sofio, kiu ĝi estas?

La Anselma modelo ne estas sen manko. Res-
tas aliaj konstantoj ligitaj al nukleaj procezoj kaj
necesas, ke li elpensu manieron por ilin variigi por povi
raporti pri tiuj fenomenoj, kiuj estas ankaŭ parto de
la kosmologio.

aŭ ekaperos tu kontraŭdiro.
Kaj tiam, pumlala!

Li tute certe akre
serĉas la solvon...

Ĉu?...

Nota:

Kial la entropio (en unu partiklo) varias kiel la logaritmo de la hipervolumeno kun 6 d. de la sistemo en la spaco de la fazoj

n = nombro de partikloj en volumena unuo

m = maso de unu partiklo

T = absoluta temperaturo

$$\vec{v} \begin{cases} u \\ v \\ w \end{cases}$$

v = modulo de la rapido de termika agitado

$$f = n \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} e^{-\frac{m(u^2+v^2+w^2)}{2kT}} = n \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$$

distribuo de Maksvelo-Bolemano je la termodinamika ekvilibro

difino de la entropio en unu partiklo s

$$S = -k \int_{-\infty}^{+\infty} du \int_{-\infty}^{+\infty} dv \int_{-\infty}^{+\infty} dw f \log f = -k \langle \log f \rangle$$

$\langle A \rangle$ = "stokasta" meznumero

$$\langle \log f \rangle = \log \left(\frac{m}{2\pi k} \right)^{3/2} + \log \frac{n}{T^{3/2}} - \frac{m}{2kT} \langle v^2 \rangle$$

$$\langle v^2 \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} du \int_{-\infty}^{+\infty} dv \int_{-\infty}^{+\infty} dw (u^2+v^2+w^2) \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} e^{-\frac{m(u^2+v^2+w^2)}{2kT}} = \frac{2kT}{m}$$

$$S = k \left[\frac{3}{2} \log \left(\frac{2\pi k}{m} \right) + 1 \right] + k \log \frac{T^{3/2}}{n} \approx \log \frac{T^{3/2}}{n}$$

konstanto meza rapido de termika agitado $\langle v \rangle \approx \sqrt{\langle v^2 \rangle}$

$n \approx \frac{1}{L^3}$, kie L estas la karakteriza dimensio de la spaco ekspansio

$T \approx \langle v^2 \rangle \frac{m}{2} \approx \langle v \rangle^2 L^3$ karakteriza volumeno de la sistemo en la spaco de la fazoj. Kio venas al:

La entropio en unu partiklo varias, kiel la logaritmo de la sistemo volumeno en la spaco de la fazoj, sia hipervolumeno 6 d.

La Direktorejo