

**Scienco sen landlimoj**

**La aventuroj de Anselmo Lanturlup'**

# **PRAEKSPLODO**

**Jean-Pierre Petit**



esperantigis : Roland Platteau kaj Pierre Chibleur

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

# ENKONDUKO

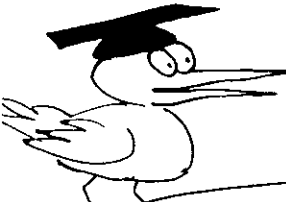


Ĉu vi scias Sofio ?  
Ofte mi demandas min  
de kie venas la umoj,  
kiel fariĝis la Universo ...

Ĉu ĉio ĉiam estis tiel ?  
Tero, la ĉielo ?

Ĉu la ĉielo ĉiam  
estis blukolora ?

Ĉu la steloj ĉiam brilis sur nigra ĉiela fon' ?



En la KOMENCO DE LA KOMENCO nia Universo  
estis eteta kaj tre varma; tre malgranda infero

Kaj ĉio knalis ?



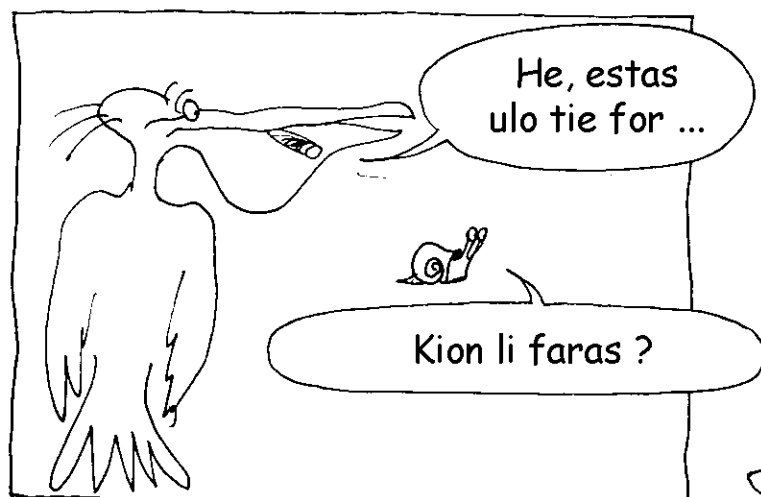
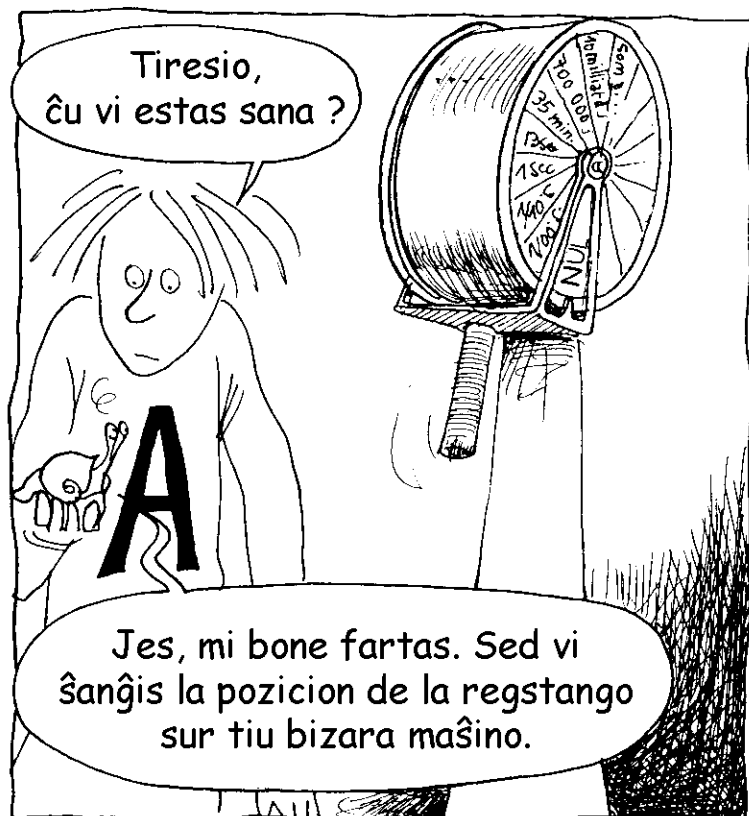
Jes, sed estas tre longa rakonto,  
kaj por diri ĝin, necesas reiri  
antaŭ tre longa tempo



Ho ! venu kaj vidu !



# LA KOMENCO DE ĈIO



Jen, tio ree  
misfunkciis !

Oni  
trompis  
min ...

Se tapiŝon vi provis muralmure instali,  
vi aĉe faris tion, kiel brakstumpulo,  
estas vere !

Ŝajnas, ke li havas  
problemojn kun sia tapiŝo,  
via kunparolanto.

Kia fuŝaĵo ....  
Estas faldoj ĉie !...

Estas normale, ke estas faldoj.  
Vi volis instali tro da materialo,  
ĝi kunpremiĝas ...

Tss...  
Se ne estus kunpremiĝo,  
ne estus energio :  
estus nur spaco

Kaj plie se estus unuforme faldita !  
Sed estas faldpaketoj, kiuj anarkie promenas,  
je rapido de po tri cent mil kilometroj en sekundo.

Tio estas kvantuma .... diablece kvantuma ...

Estas kio ?

Ne estas multaj AĴOJ !

Sed jes ja !  
Ĉi tie la AĴOJ  
estas tiuj specoj  
de promenantaj  
ondiĝoj.

La Universo ĉi tie bildigata havas nur  
du dimensiojn, estas do SURFACO, kies reliefoj figuras la partiklojn,  
la masojn, la radiadon. Se vi apartenus al tiu Universo dudimensia,  
jen al kio vi similus.

Tio ne estas beleta,  
tute ne beleta ...

En nia tridimensia mondo  
la partikloj estas ankaŭ lokaj  
variigoj de la kurbeco.

Estis pli  
bone antaŭe

Antaŭ ... kio ?

Nu ... mi nomos  
tiujn promenantajn faldojn  
FOTONOJ

Ha diablo de ĉiuj diabloj !  
Jen nun alia afero ...

Kio ?

Sed rigardu tion !  
Da ili estas ĉie !!!!

Ne nur flokiĝas, sed turbulas.  
Dio helpu !

Ili aspektas kiel etaj vorticoj,  
kiujn oni farus tiamaniere  
en littukoj.



Kuriozas - estas kelkaj,  
kiuj turniĝas laŭ unu sencumo  
kaj aliaj laŭ la mala.

Kiel viaj fotonoj, ili kuras je 300 000 km/s

Mi nomos tiujn promenantajn vorticojn  
NEŬTRINOJ kiam ili turniĝos  
tiel ĉi :

Kaj ANTINEURINOJ kiam ili turniĝos  
laŭ la mala sencumo :



Tio estas terure skuata. Sur via tapiŝo  
neniu loko estas ebena. La faldoj estas  
laŭlitere unu kontraŭ la aliaj (\*)

Tiu universo  
estas tre, tre nestabila.  
Tute fuŝita !...

Se almenaŭ estis iom da ordo en tio !  
Sed regas konfuzego. Ĉio estas hazarde dissemita !

Mi abomenas la hazardajn ludojn !

La hazardo, mia amiko,  
jen la diablo !

Ĉu ? ...

Kosmoplank  
la universala  
kun-greso

Mi eĉ ne ludas  
per ĵetkuboj ...

Ho rigardu !  
IO okazas tie for ...



(\*) Propreco de kio, oni nomas la RADIADO DE LA NIGRA KORPO  
(nur Dio scias kial ...).



Jen du promenantaj faldoj,  
kiuj iras renkonten unu de alia,  
Ili tuj kolizos.

**BLEB!**

Kia  
TOHUVABOHUO,  
amikoj miaj!

Nun aperas ŝveloj.  
Unu alsupre kaj la alia  
almalsupre.

Ili malproksimiĝas unu de la alia je rapido,  
kiu proksimas 300 000kmoj en sekundo.

Bone. Mi nomos la tuberojn MATERIO, kaj la kavojn  
ANTIMATERIO, estas KURBECO, do estas MASO.

La fotono, samtempe  
kavo kaj tubero estas sia  
propra anti-partiklo.

MATERIO kaj ANTIMATERIO,  
naskiĝitaj de la karamboloj inter fotonoj,  
aperas je relativecaj rapidoj.

Tubero, kavo, ĉio ĉi estas arbitra...

Kia estas la senco de  
tiu profunda pripenso,  
kara mia Tirezio ?  
Estas aĵoj, kiu kave aperas,  
kaj aliaj tubere. Tio ŝajnas  
al mi evidenta...

Nu ĉar ni staras je tiu ĉi flanko de la tapiŝo. Se ni starus sur la alia,  
la tuberoj iĝus kavojn kaj la kavoj tuberojn.

Sed .... mi vidas nur  
unusolan flankon !!!

Tirezio !!!

Ne eblas iom petoli ....

?...

Jen unu plia  
epistema policisto !  
(\*)

Atendu ! Tie ... kiam tubero kaj kavo renkontiĝas sufiĉe malrapide,  
tio redonas du promenantajn faldojn. Estas la inversa operacio.

Hm... simple NENIIĜADO  
de materia partiklo kaj de sia  
antipartiklo. Tio redonas  
du fotonojn.

Estas la  
TOHUVABOHUO

Hm...

(\*) de greka vorto episteme = scienco kaj policisto = policisto.

La kreoj kaj malkreoj de partikloj, el fotonparoj, sinsekvas je senbrida ritmo. En tiu ĥaosa mondo, tiu ŝanĝema mondo nenia strukturo. Nur streĉa svarmo el fotonoj, neŭtrinoj, antineŭtrinoj, kaj mulnombraj partikloj kaj antipartikloj, sendaŭraj kaj diversaj. Estas la TOHUVABOHUO (\*).

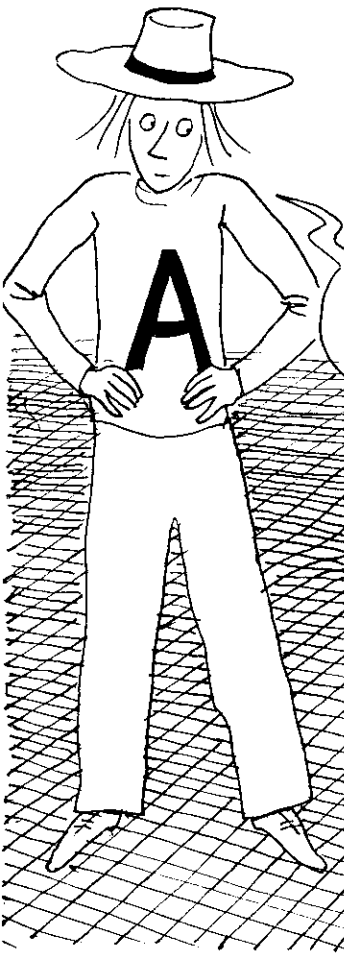


Tio pensigas min  
al la SEXONOJ

Kio estas tio, seksonoj ?



Tio estas partikloj, kiu pasigas  
sian tempon je sinreproduktado.



Ŝajnas, ke estas promenantaj faldoj kun  
tre diversaj larĝoj, same kiel estas tuberoj  
mallarĝaj kaj altaj aŭ larĝaj kaj malaltaj.

Mi nomos ONDOLONGON  $\lambda$   
tiun amplekson de la promenantaj  
faldoj, la FOTONOJ

Ni supozu, ke mi kreas  
promenantan osciladon,  
skuante tiun ŝnuron. Mi unue  
skuas ĝin milde. Mi metas en  
ĝi malmulte da energio, kaj la  
ondolongo  $\lambda$  estas granda.

Se mi nun skuas pli abrupte la ŝnuron,  
se mi donas al ĝi pli da energio, la ondolongo  $\lambda$   
estos nete pli mallonga.

Mi !

Tiel ke, ju pli ondo  
transportas da energio,  
des pli ties ondolongo estas  
malgranda.

Mi diros, ke la ENERGIO transportata  
de FOTONO, unu grajno de LUMO, INVERSE  
PROPORCIOS je sia ondolongo  $\lambda$  ,  
E varias kiel  $1/\lambda$ .

Tiel, tio taŭgos ....

# JU PLI ONI ESTAS MALGRANDA DES PLI ONI ESTAS PEZA

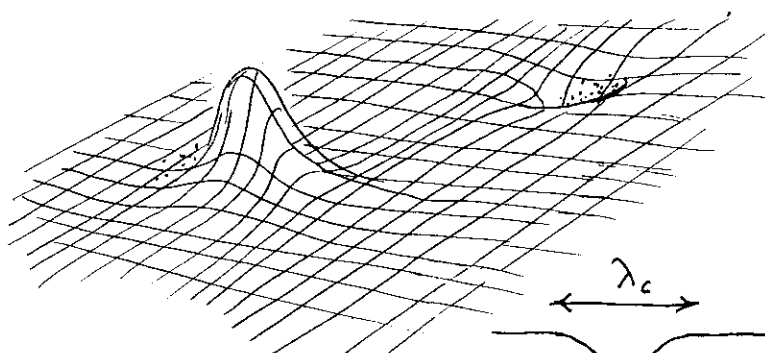
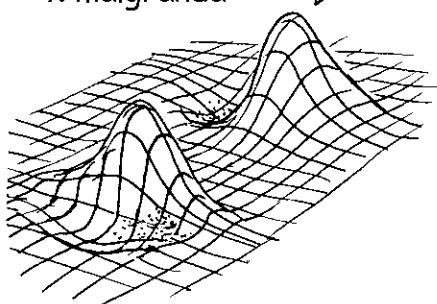
Konsentite pri tiuj promenantaj faldoj,  
kiujn vi nomas la FOTONOJN. Sed kio diferencigas  
la kavojn aŭ tuberojn mallarĝajn kaj altajn disde  
la kavoj aŭ tuberoj larĝaj kaj malaltaj ?

Mi nomos tiun larĝon de la kavoj  
kaj tuberoj la ONDOLONGO DE KOMPTON  $\lambda_c$ .  
La maso  $m$  estos INVERSE PROPORCIA al  $\hat{g}$ .  
Estu  $m$  varianta kiel  $1/\lambda_c$ .

Fotonoj plenaj je energio,  
kun mallonga ondolongo, naskos partiklojn  
(kaj antipartiklojn) kun maso  $m$  granda,  
mallarĝa kaj alta.

$\lambda$  malgranda

$\lambda_c$  malgranda : Komptona ondolongo malgranda



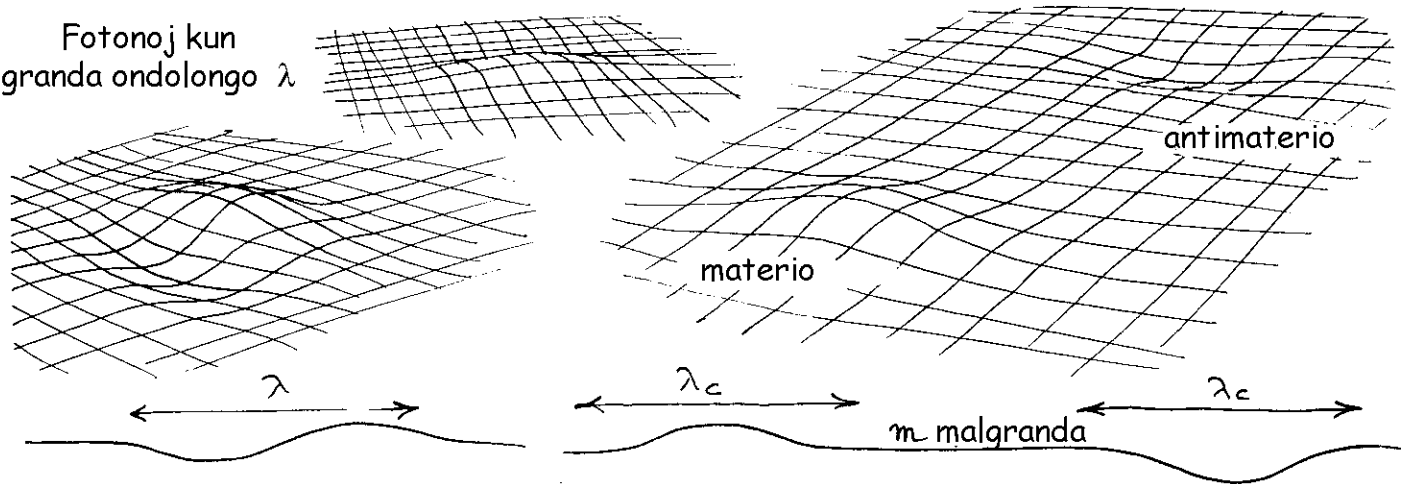
FOTONO

maso  $m$  granda

ANTIMATERIO

MATERIO

Fotonoj kun  
granda ondolongo  $\lambda$



Fotonoj kun granda ondolongo partikloj kun granda Komptona ondolongo. inverse, fotonoj relative malmulte energiaj naskos paron partiklo-antipartiklo kun granda ondolongo, tio estas kun malgranda maso :  $\lambda_c$  granda,  $m$  malgranda.

Fakte estas eĉ multe pli simple.  
Laŭ kion mi vidas  $\lambda = \lambda_c$  (\*), tio estas :  
la partikloj  $c$  (kaj la antipartikloj) estas  
samgrandaj, kun la fotonoj, kiuj kreas ilin

Do tio igas, ke kiam oni konas  
la MASON de iu ajn partiklo, oni tuj konas  
la ondolongon de la radiado, kiu kreis ĝin.



(\*) Oni rememoros, ke  $E$  (energio) =  $m$  (maso). VD. «ĈIO RELATIVAS».



He atentu !  
Estas «tubero» en tiu afero !  
Tio tute ne estas logika ...

HO PARDONU !

La PROTONO kaj la NEŬTRONO havas preskaŭ la saman mason. Ili do estas samgrandaj. Sed la elektrono pezas multe malpli. Logike ĝi devus pezi ... pli !?!

Ĝuste !  
La PROTONO kaj la NEŬTRONO pezas  $1,66 \times 10^{-27}$  kg. La elektrono pezas  $9,1 \times 10^{-31}$  kg. Ĝi estas do 1850 oble pli «granda».

Mi ...hm...  
uj ... aj ... aj...

Ĉu vi jam vidis  
protonon, ĉu ?

Hm ...  
ne.

Nu !



Aĥ la nuntempa  
genezo ne sinĝenas !

Kion vi fabrikas ?

Mi konstruas HIDROGENAN ATOMON  
pli konforman al la realo. Kun dika elektrono  
kaj eteta PROTONO konsistiganta  
ĝian KERNON (aŭ NUKLEON)

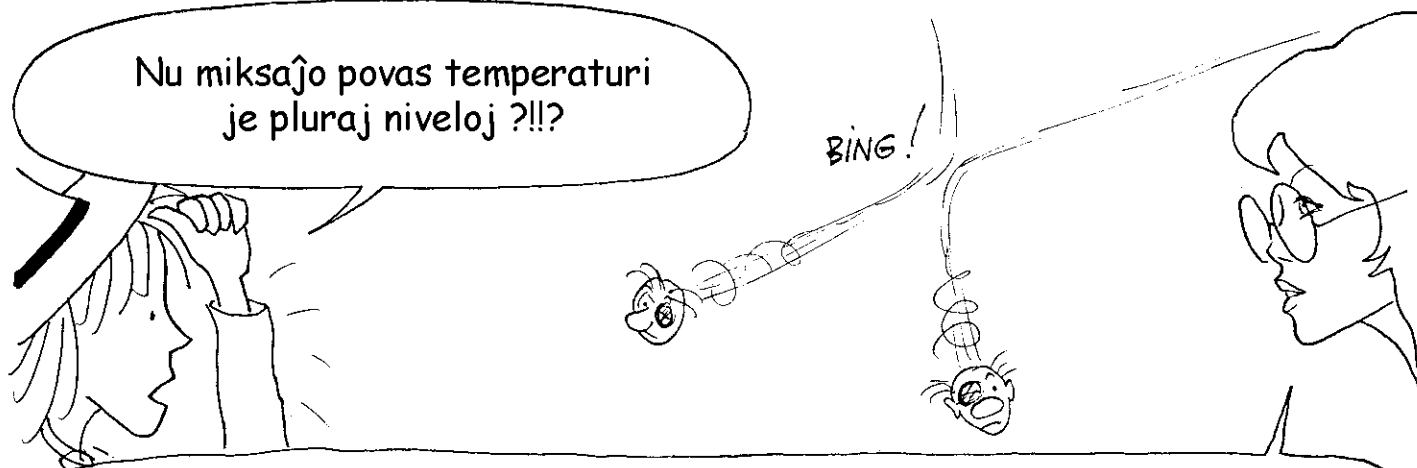
Diabloj de ĉiuj diabloj !  
Kia ĥaoso ! .... Be .... buboj ! Vi helpas al mi por  
restarigi iom da ordo en tiu miksamasaco.

# LA TEMPERATURO DE RADIADO

$T_R$



## EKVILIBRA STATO

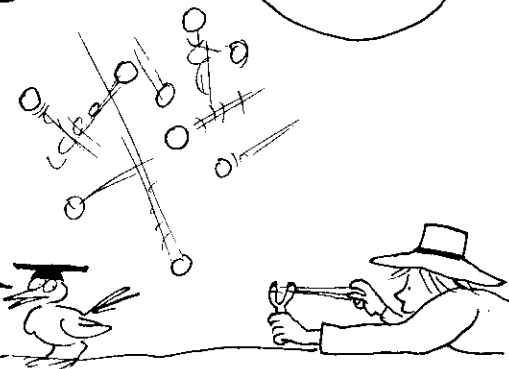


Jes, sed ni studos tion en la paĝo 46. Atendante, la partikloj interŝanĝas energion, inter ili, aŭ kun la fotonoj, tra la kolizioj. La meĥanismo strebas al unuformi la temperaturojn, IGI ILIN EGALAJ, meti la sistemon en stato de TERMODINAMIKA EKVILIBRO.

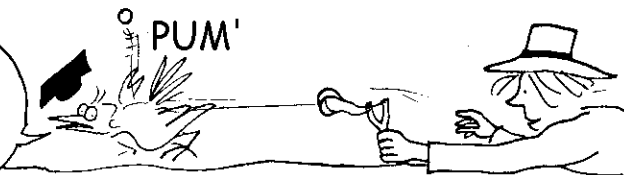
# LA TEMPERATURO DE LA MATERIO

$T_m$

Ĉiuj tiuj partikloj **MATERIAJ** havas masojn  $m$  kaj rapidojn  $V$  variajn. La kineta energio de partiklo materia estas  $\frac{1}{2} mV^2$ . Sed en tiu populacio ni povas difini mezan agitadan energion (**TERMIKAN**).



Kaj la **TEMPERATURO DE LA MATERIO**  $T_m$ , mezuros tiun **MEZAN ENERGIION DE TERMIKA AGITADO**.



## TERMODINAMIKO

Se iu partiklo enhavas troan energion, se ĝi tro rapidas, tro «varmas», kolizio kontraŭ alia partiklo malakceligos ĝin. Kaj reciproke se ĝi tro malrapidas. Se tiu fenomeno «energia kuplado» de la specoj per kolizio estas sufiĉe forta, la temperaturoj ne nur iĝos egalaj, sed restos tiaj, eĉ se vi kunpremos aŭ relasos tiun miksaĵon.



Ho mi!

Akcelu!

Ne tiel rapide!

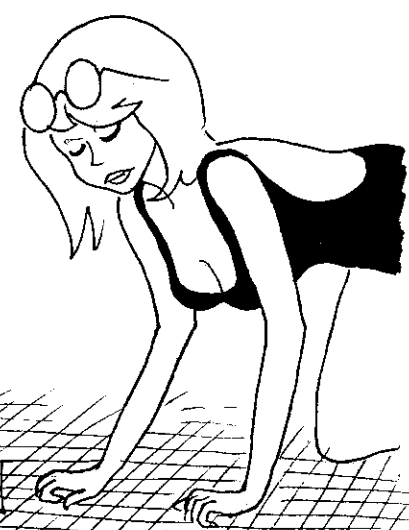
Ĉu oni pigras?



Kia agitado ! Partikloj kaj antipartikloj  
naskiĝas kaj mortas, en paroj,  
je rapidega ritmo !

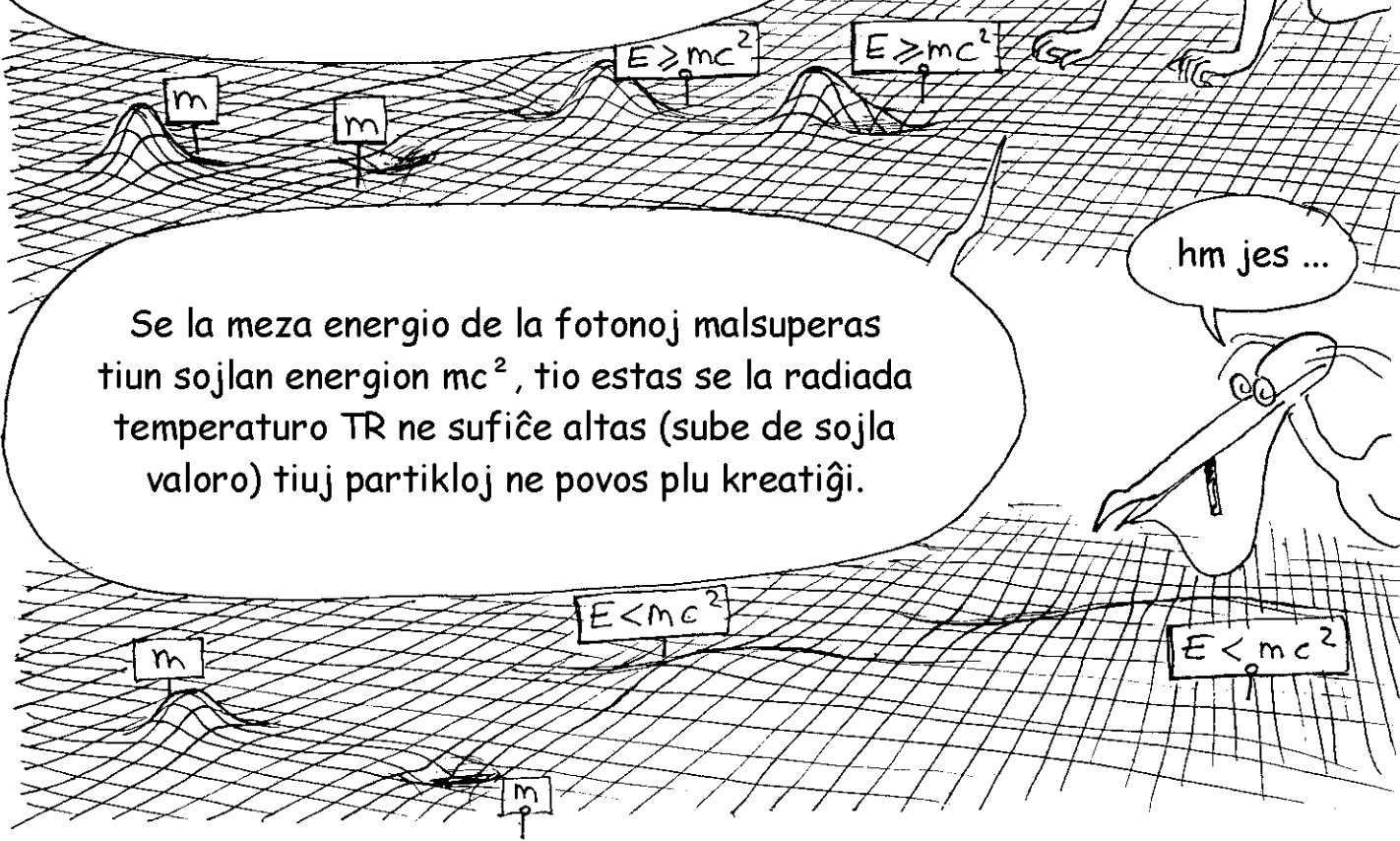
Kiaj estas  
la kondiĉoj por krei paron  
partiklo-antipartiklo ?

# LA SOJLA TEMPERATURO



Kreado PARON partiklo-antipartiklo  
kun komuna maso  $m$  necesas energion  $2mc^2$ ,  
provizata de fotona paro entenanta  
energion egalan aŭ superan.

hm jes ...



Se la meza energio de la fotonoj malsuperas  
tiun sojlan energion  $mc^2$ , tio estas se la radiada  
temperaturo  $T_R$  ne sufiĉe altas (sube de sojla  
valoro) tiuj partikloj ne povos plu kreatiĝi.

# PRI LA EVOLUO DE LA SPECIOJ

La PLUVIVO de specio ĉiam estas problema. Ĝi povas certigati per alta produktiva ritmo.



He jen !  
Seksonoj !

Kio implicas, ke la radiada temperaturo  $T_R$  estu supera je la sojla temperaturo ligita al la specio

Se la temperaturo  $T_R$  estas pli malalta, pluraj malaperigaj kaŭzoj estas prikonsidereblaj.

La plej timiga estas la neniigado kun l'antipartiklo...

PLOP

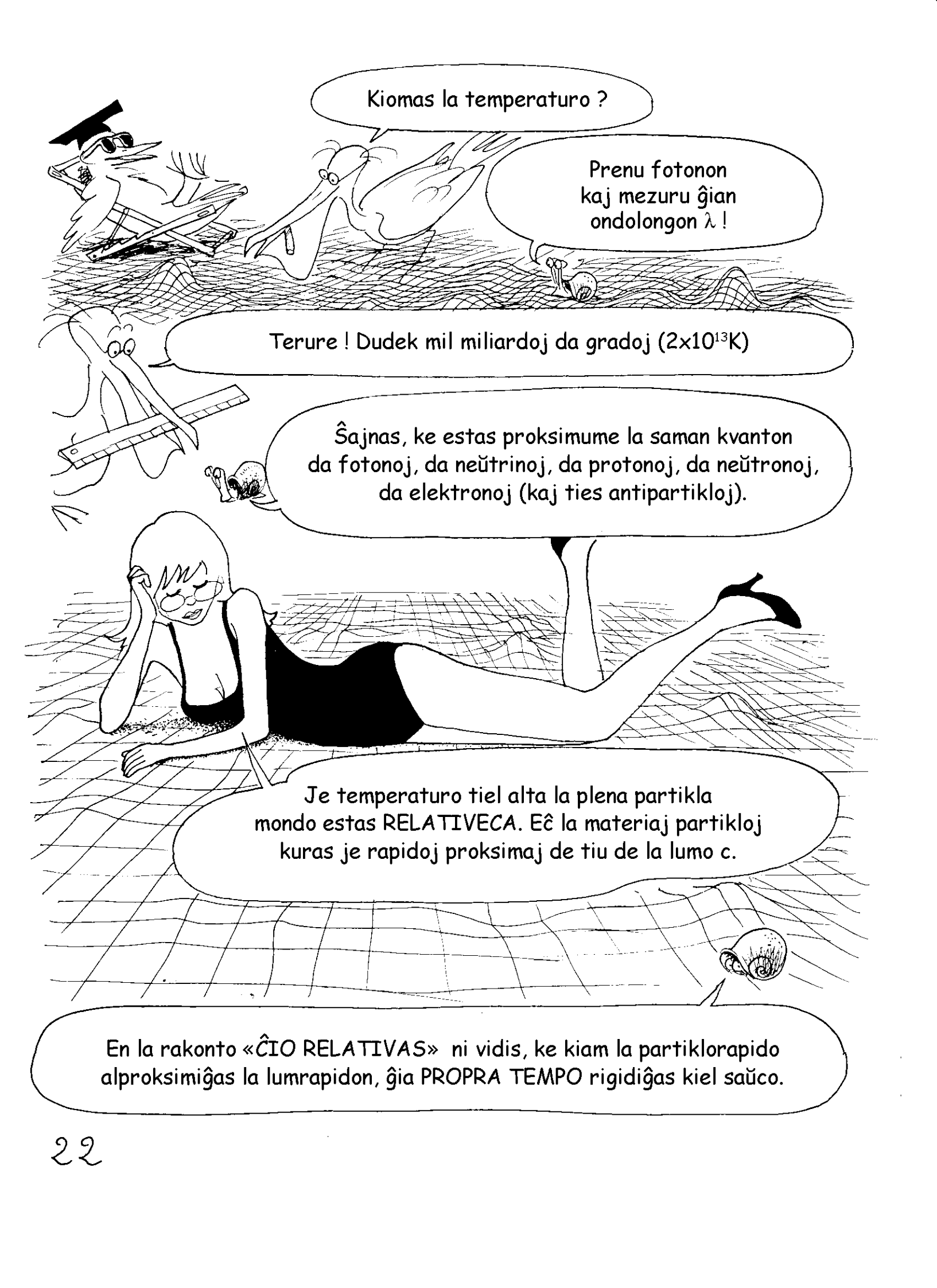
Fine la partikloj havas sian propran VIVDAURON (\*), pasigita tiu tempo ili malkombiniĝas spontane al aliaj partikloj kaj radiado.

Poste venas malbonaj renkontoj ĉiaspecaj

La kosmo estas rabmurdejo.

La problemo estas daŭri ...

(\*) ... Ilia rezervo da «KRONOL»  
Vd «ĈIO RELATIVAS»



Kiomas la temperaturo ?

Prenu fotonon  
kaj mezuru ĝian  
ondolongon  $\lambda$  !

Terure ! Dudek mil miliardoj da gradoj ( $2 \times 10^{13} \text{K}$ )

Ŝajnas, ke estas proksimume la saman kvanton  
da fotonoj, da neŭtrinoj, da protonoj, da neŭtronoj,  
da elektronoj (kaj ties antipartikloj).

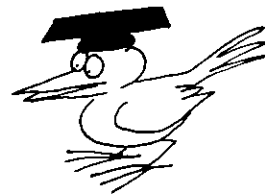
Je temperaturo tiel alta la plena partikla  
mondo estas RELATIVECA. Eĉ la materiaj partikloj  
kuras je rapidoj proksimaj de tiu de la lumo  $c$ .

En la rakonto «ĈIO RELATIVAS» ni vidis, ke kiam la partiklorapido  
alproksimiĝas la lumrapidon, ĝia PROPRA TEMPO rigidiĝas kiel saŭco.



Sed tio metas seriozan problemon...  
se ĉio promenas je la luma rapido, tiam TEMPO (\*)  
ĉesas elflui ?!!? ... neniŭ travivas ĝin.

Neniŭ iras sufiĉe malrapide,  
ke ties tempo elfluas en signifa  
maniero.



Fek !

Mondo tute SENTEMPA  
ne havus SENCON.

Eble la tempo estas luksaĵo, kiun nur  
certaj universoĵoj povas sin pagi ?

Estas diablece !

Ba - Post ĉio, kion mi  
jam vidis kaj aŭdis... SPACO,  
TEMPO, UNIVERSO, ĉio tio nur  
estas trompa pulvoro !

Ĉu estas  
tio la universala  
konsistiganto  
de ĉio ?



(\*) Kosma tempo, kiu povus konsisti en la meznombro de la PROPRAJ TEMPOJ.

# ELEMENTAJ PARTIKLOJ

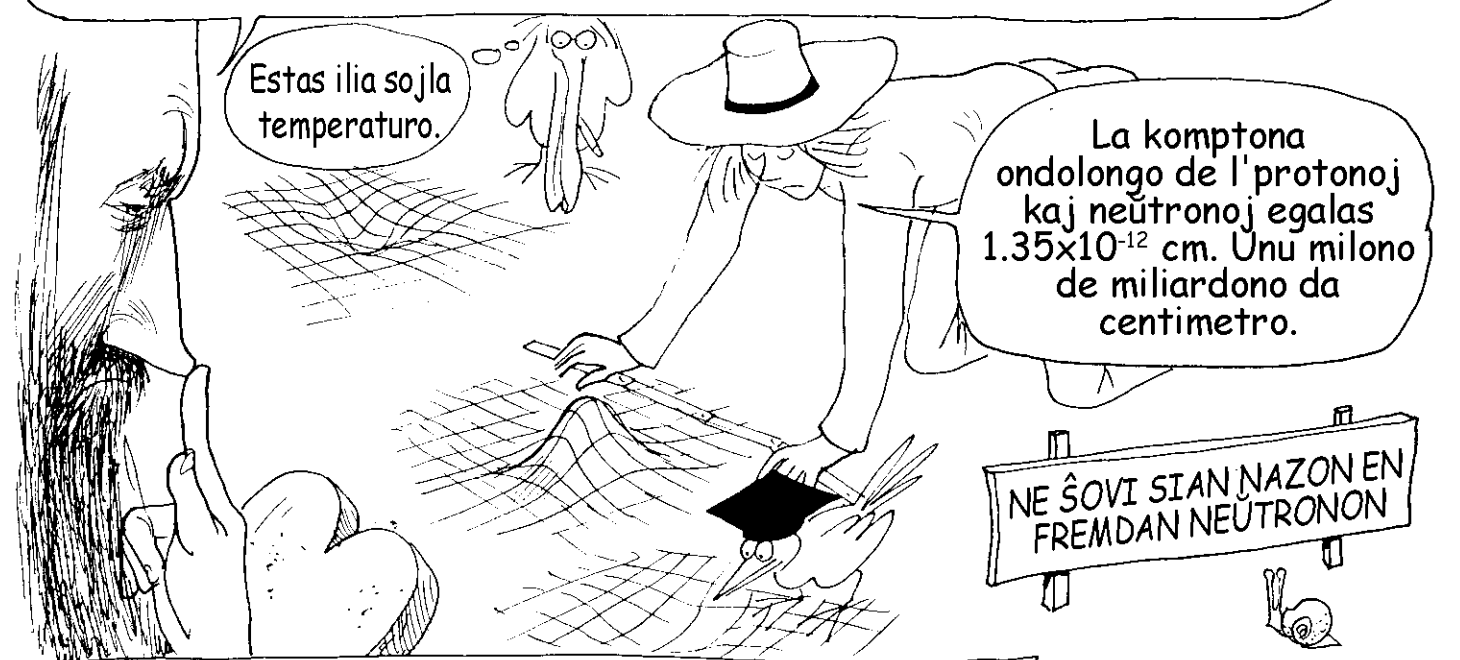
Jen, anstataŭ resti gape kun malplenaj brakoj, helpu mi do iom ordigi tiun fatrason da ELEMENTAJ PARTIKLOJ.



Tiuj ĉi havas komptonajn ondolongojn  $\lambda_c$  tre malgrandaj.

Tiuj partikloj kun tre forta maso estas HIPERONOJ (\*)

Poste vicas la HADRONOJ. La PROTONO kaj la NEŬTRONO (same la antiprotono kaj l'antineŭtrono) apartenas al tiu grupo. Ili povas kunmetiĝi en KERNOJ. Por krei tiujn partiklojn, necesas radiada temperaturo super  $10^{13}$ K, t.e. Dek mil miliardoj da gradoj



Estas ilia sojla temperaturo.

La komptona ondolongo de l'protonoj kaj neŭtronoj egalas  $1.35 \times 10^{-12}$  cm. Unu milono de miliardono da centimetro.

NE ŜOVI SIAN NAZON EN  
FREMDAN NEŬTRONON

(\*) Hipotezaj, en la estanta konostato.



HADRONO devenas  
el HADROS, kio signifas  
forta en la greka.

Tirezio, ĉu vi  
scipovas la grekan?

Kompreneble estas  
tiom da ANTIHADRONOJ  
ol da HADRONOJ.

Fine, jen la LEPTONOJ (\*)

LEPTONO

ANTILEPTONO

Por krei ilin, radiada temperaturo je  
6 miliardoj da gradoj (SOJLA temperaturo) sufiĉas.

La plej fama LEPTONO estas l'elektrono, kaj ties antia ĝemelo  
la POZITRONO. Oni rimarkos, ke la sojla temperaturo ebliganta  
la kreon de elektronoj estas 1850-oble malpli alta ol la sojla  
temperaturo de la protono kaj de la neŭtrono.

Normalas, tial ke necesas  
1850-oble malpli da energio por  
krei elektranon ol protonon.

(\*) de la greka LEPTOS, maldika

# Ĉio iras FOR



La situacio estis terure kronogena (tempo tiom emis je aperi).  
La kronotrono ekrulis, kaj tio estis la unua OKAZAĴO, la unua TEMPERO.



Kie vi estas ?  
Kio okazas ?

Estas la EKSPANSIO, la disrompiĝo,  
l'Universo malstreĉiĝas. senkulpigu min .

Mi foriras  
en l'aliloko.

Ŝanĝon, mi ne eltenas !

Hej !

Vi vidos, post kelke da tempo,  
tio iom kvietiĝos.

Jen, li forlasas  
nin tute senhelpe !

Adiaŭ,

bonan eksplodon.

Dnove fuŝita

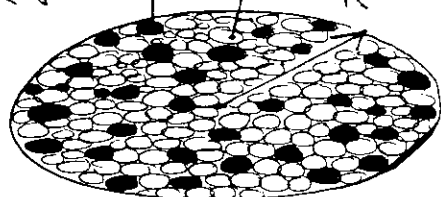
Kien li iris ? ...

Aspektas kvazaŭ kloakoplato.  
Ĉu tio estas la katakomboj de l'Universo ?

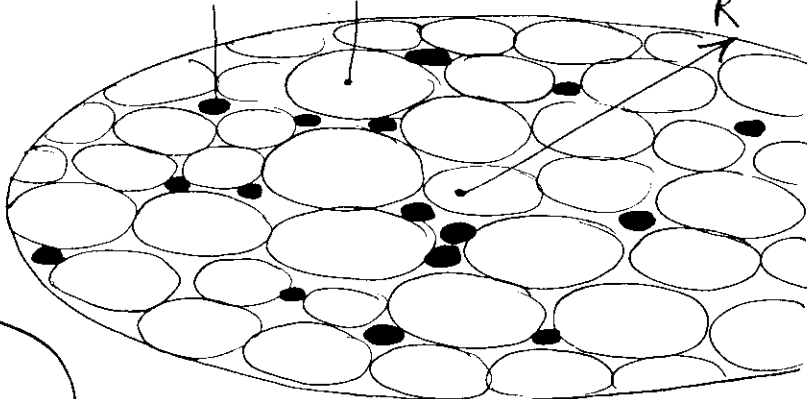
# KONSERVADO DE LA MASO

Rigardu, kio okazas. La fotonoj dilatiĝas.  
Sed la materiaj partikloj ne dilatiĝas.

materio fotono

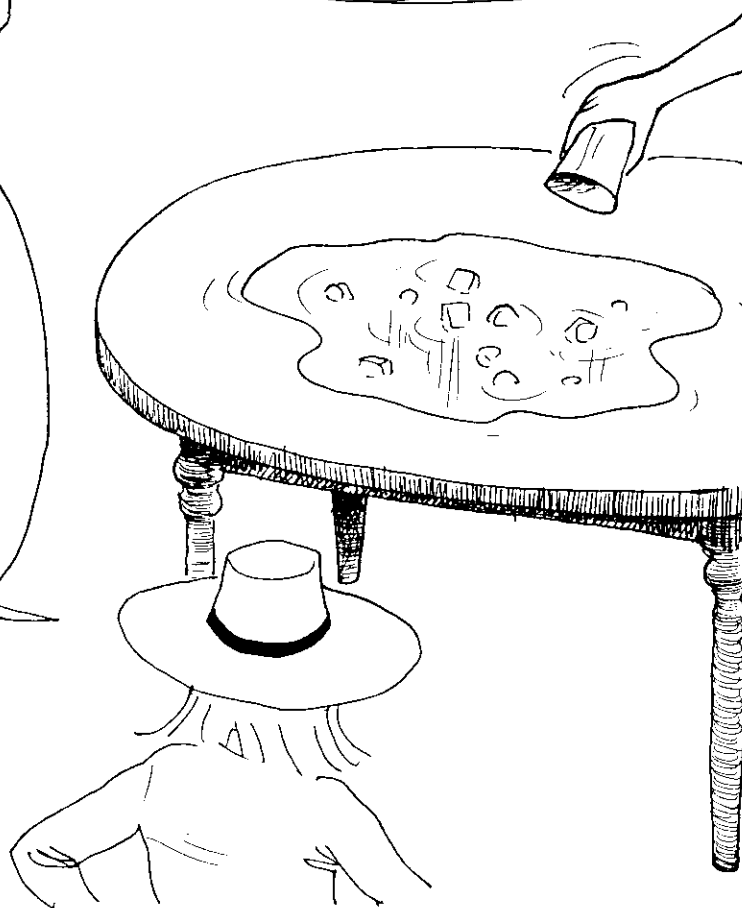


materio fotono



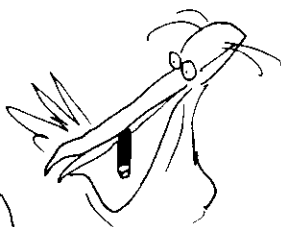
Materio estas  
spaco frostita.

Tio pensigas al tio,  
kio okazas, kiam oni renversas  
sur tablo glason plena je akvo  
kaj glacikuboj. La akvo etendiĝas.  
La glacikuboj sekvas tiun  
ekspansion, sed konservas  
sian dimension.

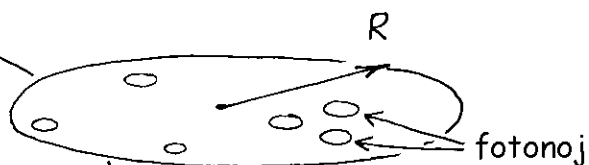


Ĉar la dimensio de la materiaj partikloj ligatas je ties maso,  
mi deduktas ke la MASO KONSERVIĜAS.

Male, la aro de fotonoj (kiuj dilatiĝas)  
perdas ENERGIION.



Se  $R$  estas la radiuso de l'Universo,  
dum la ondolongo  $\lambda$  de la fotonoj sekvas la  
ekspansion ( $\lambda$  varias kiel  $R$ ), mi deduktas,  
ke la radiada temperaturo, kiu varias kiel  $1/\lambda$ ,  
malgrandiĝas kiel  $1/R$ .



Ĉio okazas kvazaŭ  
la universo kreas sian propran  
spacon, sian KOSMOTOPO (\*),  
sekreciante ... vakuon...

Materio kaj lumo estas nur du malsamaj formoj  
de sama ento : la ENERGI-MATERIO. La fotonoj  
konservas sian rapidon de 300 000 km/sec  
sed perdas sian energion.

(\*) de cosmos : KOSMO kaj topas : LOKO  
(la loko kie troviĝas la Universo.)

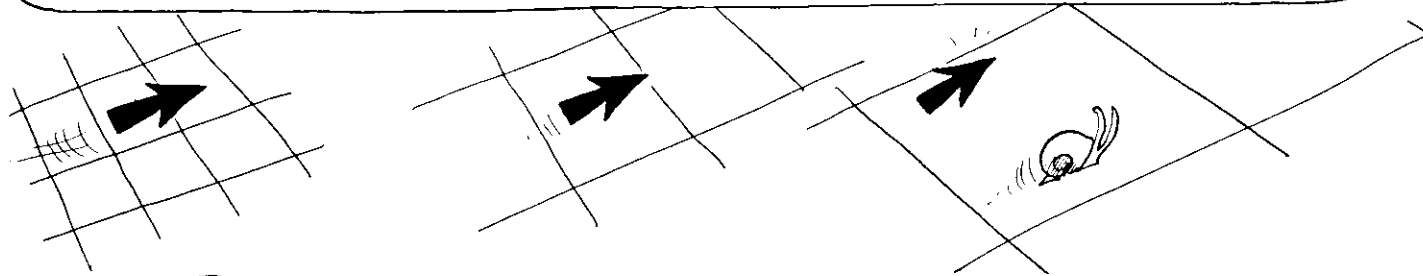


Jen bildo, kiu bone montras la etendiĝon de l'fotono kaj la perdo da energio, kiu rezultas el tio.



Sed kiel materio kondutas en tiu ekspansio ?

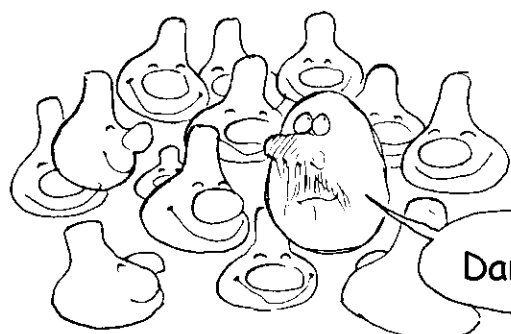
La Universo sekrecias spacon kiel konko. Ju pli la tempo pasas, des pli la partikloj havas vojon por trairi. Kiam la grandeco de la Universo duobliĝas, tiam la agitadrapido de la materiaj partikloj duoniĝas. Ilia kineta energio do kvaroniĝas : la agitadrapido varias kiel  $1/R$  dum la temperaturo  $T_m$  de la materio varias kiel  $1/R^2$ .



Sed ni vidis antaŭ momento, ke la radiadtemperaturo  $T_R$  varias kiel  $1/R$ . Ĉu la materio emas malvarmiĝi pli rapide ?



Prave. Sed la kolizioj inter fotonoj kaj materio varmigas ĝin.  
Tre oftaj ili pluigas la termodinamikan staton. ( $T_R = T_m$ ),  
dum iom da tempo.



Dankon amikoj.

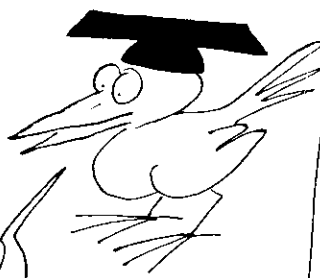
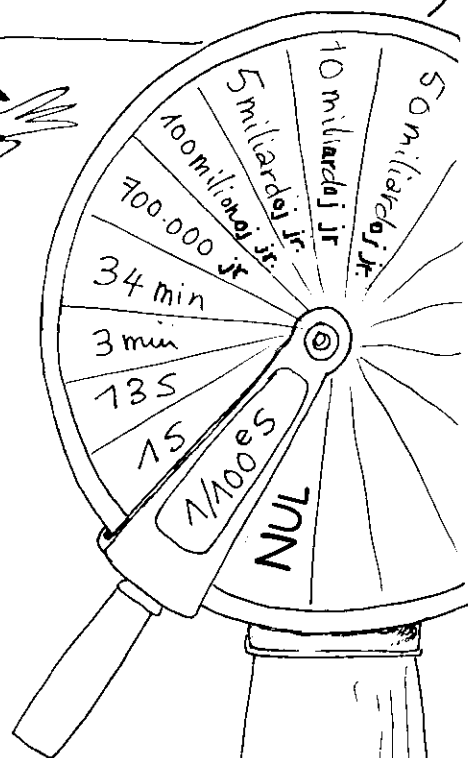
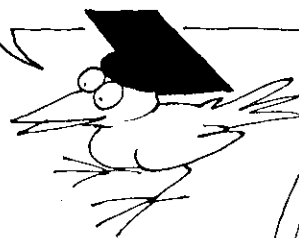
Unu centono da sekundo



La protonoj, neŭtronoj,  
antiprotonoj kaj antineŭtronoj iras  
nur je la dekonono de la lumrapido  $c$ .



La temperaturo ( $T_R = T_m$ ) malgrandiĝis ĝis  
cent miliardoj da gradoj, t.e. Ja sube de ilia sojla  
temperaturo, kiu estas dek mil miliardoj da gradoj.  
Ili neniiĝis po paro je freneza rapido kaj restas  
nur unu en unu MILIARDO





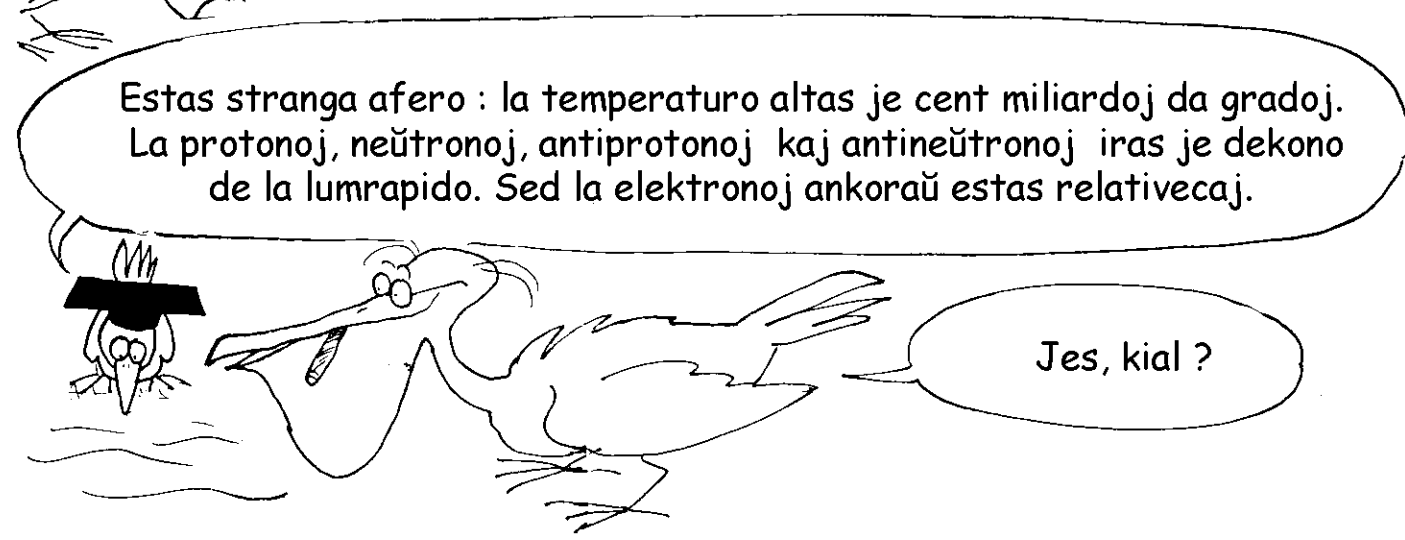
Sofio, la plimulto de la protonoj, neŭtronoj, antiprotonoj kaj antineŭtronoj malaperis. Sed kial restas ĉiam tiom da elektronoj kaj da pozitronoj (anti-elektronoj) ?

La sojla temperaturo de la elektronoj altas je nur ses miliardoj da gradoj.



Nur ses miliardoj da gradoj ... ĉu vi aŭdas ?

Ŝajnas, ke malvarmiĝas.



Estas stranga afero : la temperaturo altas je cent miliardoj da gradoj. La protonoj, neŭtronoj, antiprotonoj kaj antineŭtronoj iras je dekono de la lumrapido. Sed la elektronoj ankoraŭ estas relativecaj.

Jes, kial ?



La medio plu estas en stato de TERMODINAMIKA EKVILIBRIO :  
la kuplado inter ĉiuj specio kaj radiado plu estas forta. La kinetaj  
energioj de la materiaj partikloj averaĝe egalas : :

$$\frac{1}{2} M_{\text{protona}} (V_{\text{protona}})^2 = \frac{1}{2} M_{\text{elektrona}} (V_{\text{elektrona}})^2$$



Nu ... ĉar la elektrona maso  
'stas 1850-oble malplia ol la protona,  
do necesas kompense, je difinita temperaturo  
l'agitada rapido de elektrono estas  
multe pli alta.

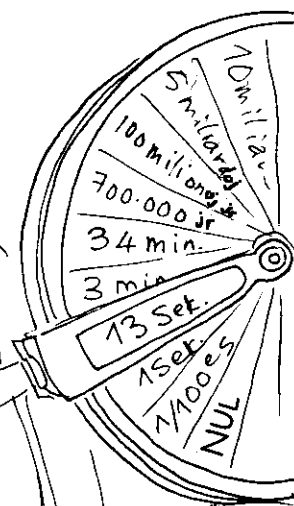
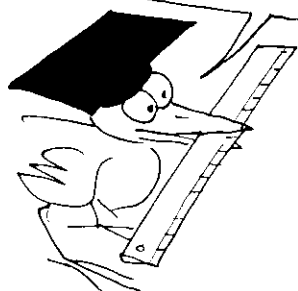
Fakte ĉar la sojla energio por kreado  
partiklon de maso  $m$  estas tutsimple  $mc^2$ ,  
tial ekde la agitada rapido  $V$  iĝas signife  
malplia ol  $c$ , la kreadoj de tiuj partikloj  
ĉesas, kaj ilia kvanto draste  
malkreskas.

Alidirite :  
ekde iu populacio da  
materiaj partikloj ĉesas  
esti reletiveca, ĝi estas  
falĉata de la morto.



Dektri sekundoj.

La temperaturo sinkis  
je tri miliardoj da gradoj.



Ho, rigardu elektronoj kaj  
antielektronoj. Kia ekstermo !

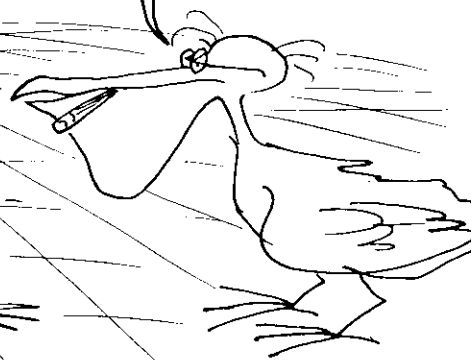
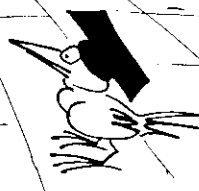


He ! La temperaturo ne altas  
ĝis ilia sojla temperaturo.

Vera kosmologia hekatombo !

Ankaŭ tiukaze,  
restos nur po unu  
en MILIARDO !

Kia malŝparo ...



Apenaŭ ne restis NENIO ... nur fotonoj.  
Bonŝanco, se mi bone komprenas ...

Eble estas  
aliaj universoj kiuj  
malprosperas, aliloke ...

Unu el la plej grandaj misteroj  
en kosmologio kuŝas en tio, ke ni ne povas  
klarigi KIAL materio kaj antimaterio  
ne neniigis sin reciproke.

En tiu momento de la rakonto,  
ĉiam estas la sama : momento venas kiam oni  
forkaŝas la problemon de ANTIMATERIO.  
Antimaterio malaperis ! Kiel Gerda !

Tirezio mi memorigas  
al vi niajn konvenciojn. Nur FAKTOJ !  
Neniaj FANTAZIOJ. (\*)

Mi abomenas  
policistojn.

suksuker' !

(\*) albumo estas aparte dediĉita al la fantazioj «La KARNAVALO DE SCIENCO :  
antologio de la ideoj ontaj».

# LA RADiADA ERAO

Partikloj  
ja ne estas  
AMASE.

Restas nun ne multaj aĵoj  
en tiu universo, krom lumo.

La ENERGI-MATERIO,  
kiu estis egalparte en formo  
de materio, fotonoj kaj neŭtrinoj, sin trovas nun preskaŭ ekskluzive  
en formo de fotonoj kaj neŭtrinoj, tio estas radiado. Cetere  
ĉiufoje kiam la grando de l'Universo iĝas duobla, la materia  
denseco malkreskas. Diluo !

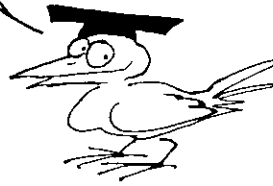
Sur tiu tapiŝo, kiam  $R$  duobliĝas,  
la denseco kvaroniĝas  $2 \times 2 = 4$   
En nia tridimensia universo, fakte,  
tiu denseco iĝas okoble malplia  
 $2 \times 2 \times 2 = 8$

La materia denseco varias kiel la inverso de la kubo  
de la «grando», de la «radiuso»  $R$  de l'Universo.

Sed por ni, fotonoj, estas pli dramece.  
Ekspansio malplenigas al ni nian tutan energion.  
La kvanto de energi-materio, kiun ni veturigas  
malkreskas kiel la inverso de la radiuso  $R$   
de Universo

Kio estigas, ke la energi-materia denseco,  
sub formo de fotonoj, varias kiel la inverso de la kvara potenco de  $R$ .

Ĝis kiam materio estas kuplata je la fotonoj, tiuj daŭre varmigas ĝin. Kaj tio okazas ĝis kiam ilia temperaturo komuna ( $T_R = T_m$ ) malkreskas je 3000 kelvinaj gradoj, t.e. dum 700 000 jaroj.

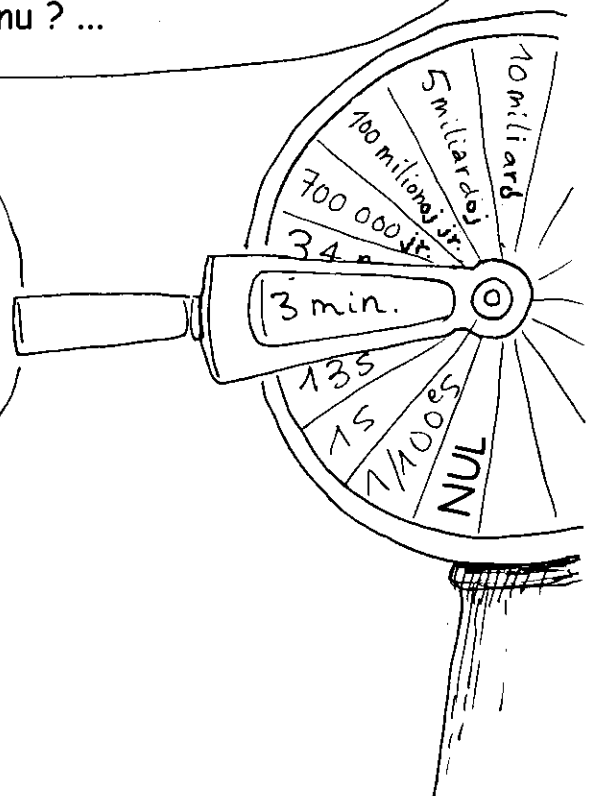
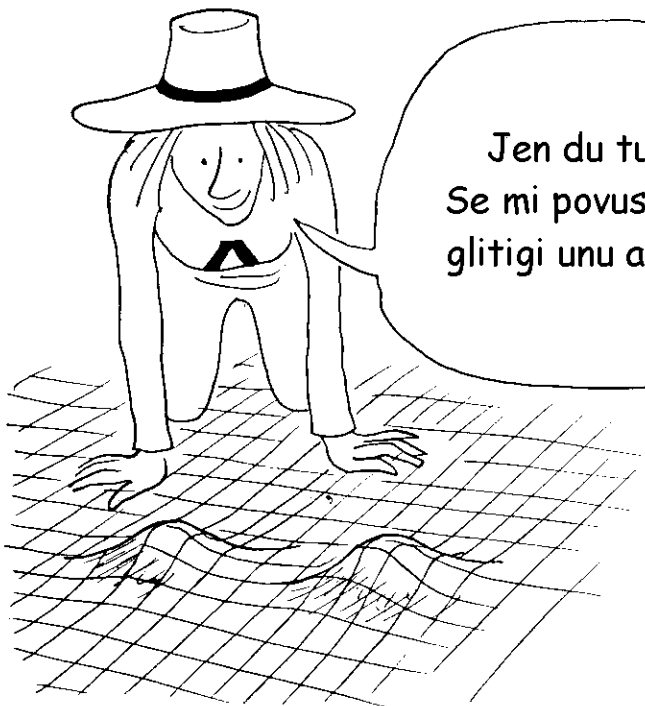


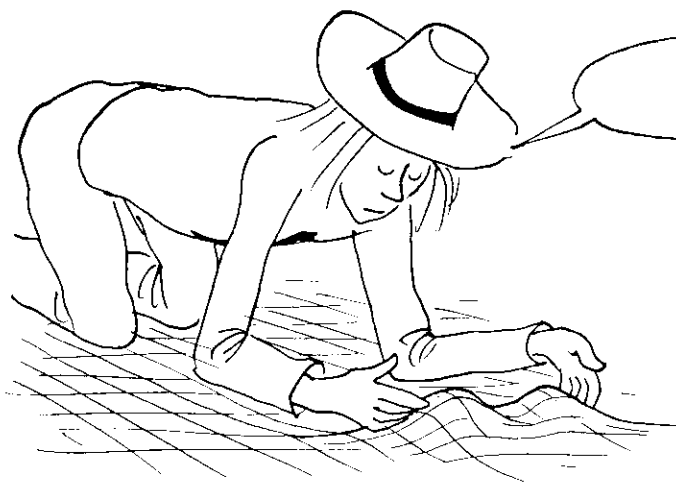
# LA NUKLEONSINTEZO

Tri minutoj

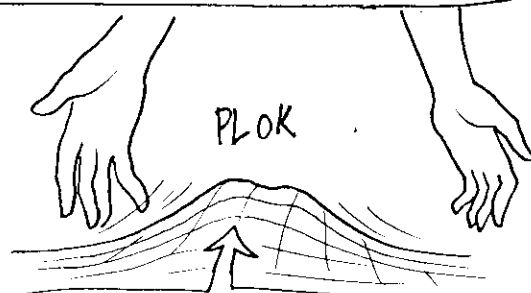
Nu bone ... kompare kun la stato priskribita en paĝo 31, dum la unua sekundcentono la vasteco de Universo R centobliĝis kaj temperaturo ( $T_R = T_m$ ) falis je unu miliardo da gradoj. Retas nenio. Kaj nu ? ...

Jen du tuberoj.  
Se mi povus puŝi ilin,  
glitigi unu al la alia ?



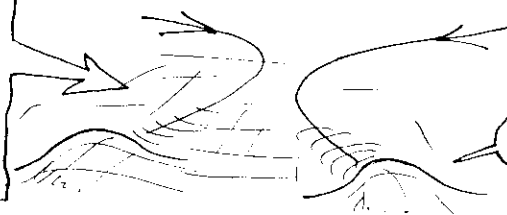


En la komenco ili repuŝiĝas.



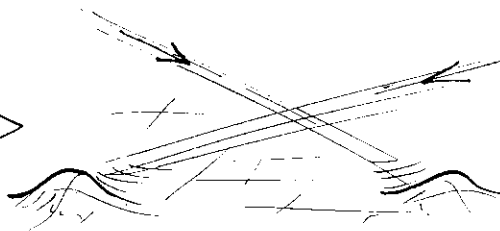
Poste ili altiras sin,  
ĝis formi ununuran objekton.

Kiam du tuberoj kolizias,  
tri kazoj eblas: se ili moviĝas  
malrapide, ili resaltas unu  
kontraŭ la alia.



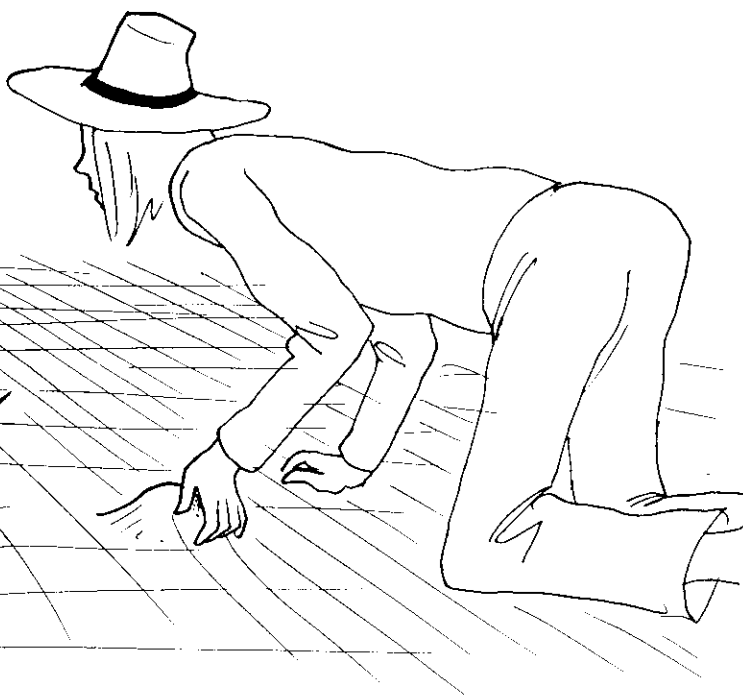
Ho, pardonu ...

Kiam la tuberoj iras tre  
rapide, ili interkruciĝas  
tiom rapide, ke ili ne havas  
la tempon por interagi.



?...

Ili do povas kuniĝi nur en  
certa intervalo de rapido kaj  
agitado, do de temperaturo.



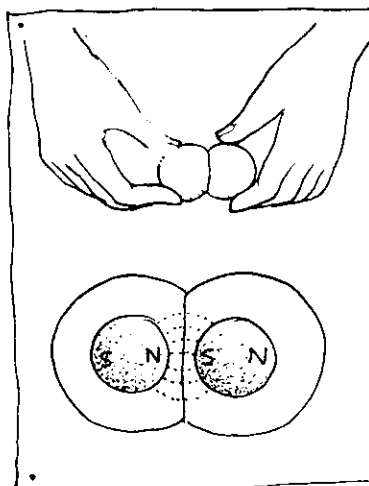
Kaj forta kolizio kun tria  
ero disrompas la strukturojn  
tiel formitajn.



Tiuj kunfandiĝoj, FUZIO,  
naskas la unuajn ATOMAJN  
KERNOJN. Tiu MORFOGENEZO  
aperigos la unuajn FORMOJN,  
la unuajn STRUKTUROJN  
de la Universo.

Estas tre amuza tiu afero.  
Necesas forto altira kaj forto repuŝa. Je longa distanco,  
la repuŝa superas, kaj je mallonga estas la malo.

Mi prenos magnetojn, kiuj mi enmetos  
en sferoj el ŝaŭma materialo.



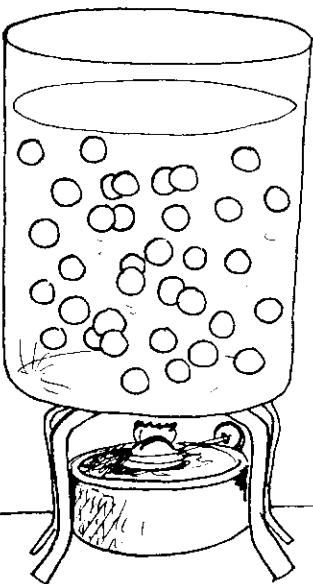
La ŝaŭmaĵo facile  
kunpremiĝas :  
se mi puŝas la du  
globetojn unu kontraŭ la  
alia, ili tiam kungluiĝas.

Mi nun metos tiujn globojn  
en granda ujo plena je akvo ...

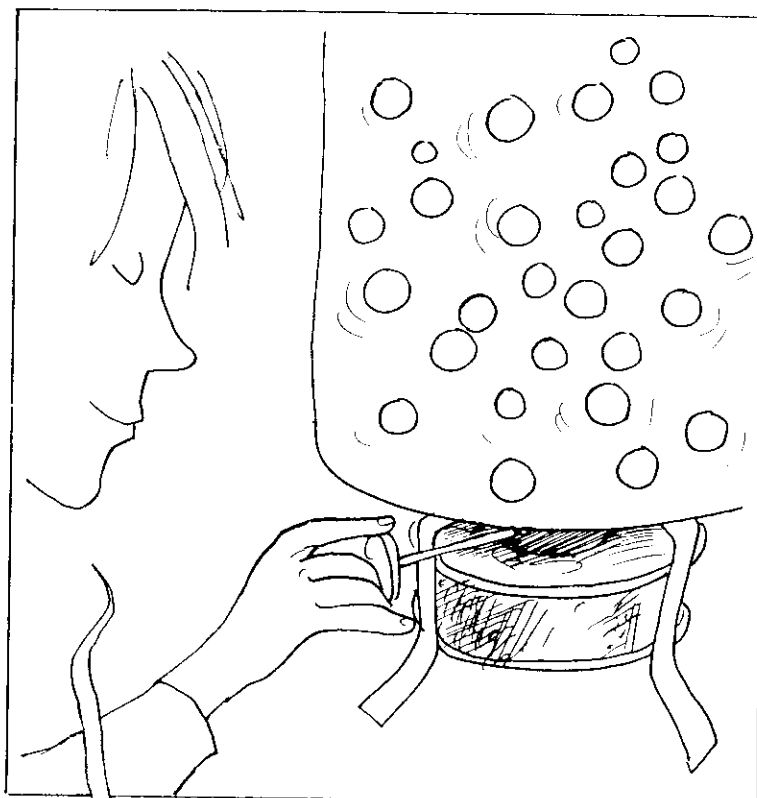
... por ke ili povu moviĝi.

Du fortoj agas. Unu estas altira : la magnetoj, la alia repuŝa : la ŝaŭmaĵo, kiam ĝi estas premata. Ekde kiam la globoj intertuŝas, tiu lasta forto efikas. La efikpovo de la forto magneta estas ĉi tie tia, ke necesas ke la ŝaŭmaĵo estu sufiĉe premata, por ke ĝi efike rolu. Ekzistas kazo kie tiuj fortoj ekvilibras inter si.

La ŝaŭmaĵo donas al la globoj densecon praktike egala je tiu de akvo. Nun mi estigas agitadan movon per varmigo.



Kiam la temperaturo estas malalta, la globoj resaltas milde unu kontraŭ la alia, kaj nenio okazas. Kiam ili kolizias, ne estas sufiĉe da energio por kunpremi la ŝaŭmaĵon, kaj ebligi al la elektromagneta forto, kiu efikas je mallonga distanco, ke ĝi agu.



Nu, mi akcelos la hejtadon.



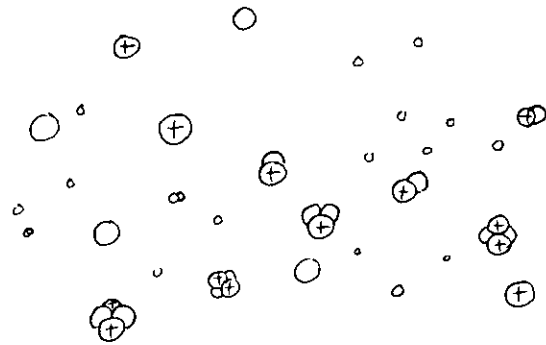
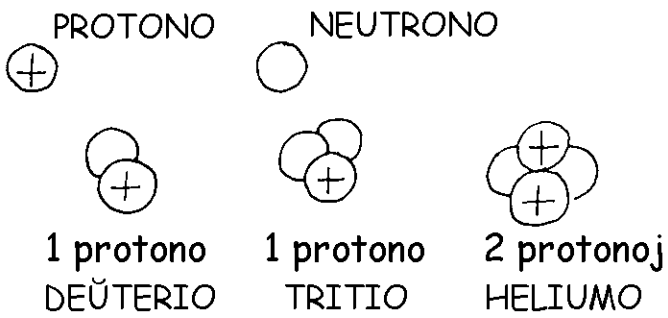




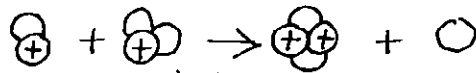
Anselmo lasas la akvon malvarmiĝi.  
La TURBULO malkreskas.  
Je certa momento, kelkaj globoj pariĝas.  
Sed la temperaturo plu malkreskas,  
tiu NUKLEOSINTEZO ĉesas.



La sama afero okazas, kiam la temperaturo de la Universo malsupreniras sub 1 MILIARDO DA GRADOJ. Tio estas post kelkaj MINUTOJ. Tiam strukturoj kun du, tri aŭ kvar «globoj» formiĝas.



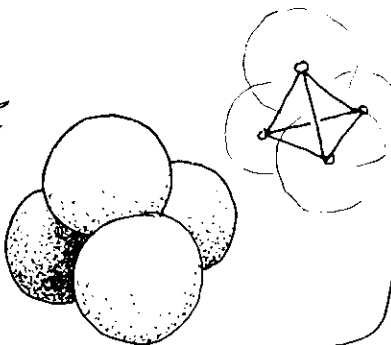
Sed la DEŬTERIO kaj TRITIO ĵusformitaj, tuj kombiniĝos laŭ NUKLEA REAKCIO :



deŭterio + tritio donas heliumo + neŭtrono  
Je tiu etapo Universo estas  
HIDROGENA BOMBO



Nu, ĉio transformiĝos al heliumo ?



La helioma nukleo estas tre simetria, kompakta kaj solida. Se la temperaturo pludaŭrus, la plena materio aliformiĝus en heliumon. Sed post 34 minutoj, temperaturo falas al 300 milionoj da gradoj, kaj tiu nukleosintezo haltos.

La nukleonoj ne plu havas sufiĉe da forto por superi la

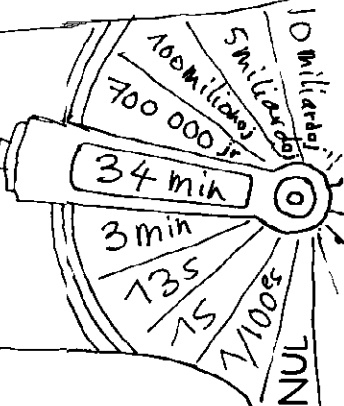
elektrostatikan repuŝon (+ repuŝas +). La tuta loto estos tirita.

La lastaj liberaj neŭtronoj diseriĝis. Ili estas nature malstabilaj, kaj aliformiĝas, en la tempo de 109 sekundoj, en paro PROTONO-ELEKTRONO.



De post la komenco,  
34 minutoj pasis.

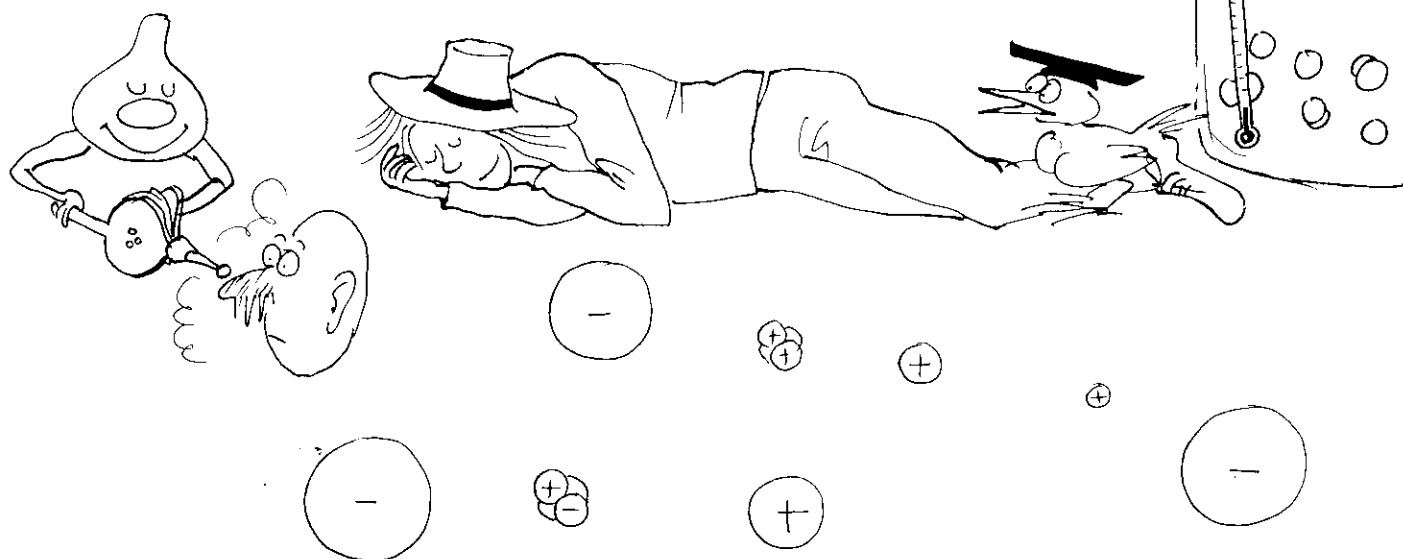
Kaj nun ?



Post tiu fazo oni ricevas praan «supon» konsistantan el FOTONOJ, NEŬTRONOJ, PROTONOJ, ELEKTRONOJ kaj HELIUMAJ NUKLEOJ. La materio peze distribuiĝas tiel : 25% da HELIUMO fronte al 75% da HIDROGEMO (liberaj protonoj).

HUPS !

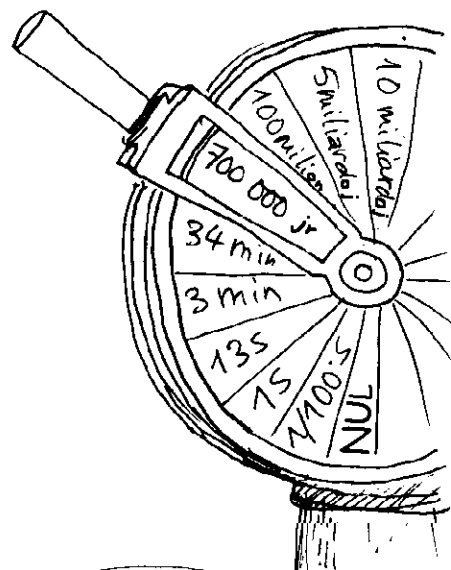
Dum 700 000 jaroj okazas NENIO ajn. La Universo daŭrigas la ekspansion, kaj la fotonoj kunekun ĝi. La gaso el fotonoj plu liveras varmon al materio, ke ambaŭ temperaturoj  $T_R$  kaj  $T_m$  restu egalaj (termodinamika ekvilibro)



Kaj temperaturo malleviĝis je 3000 Kelvinaj gradoj

# LA TRAVIDEBLA UNIVERSO

Alia MORFOGENEZA meĥanismo ekrolas. La elektraĵ fortoj emas ligi la elektronojn al la nukleoj por formi atomojn. Termika agitado sufiĉe malkreskis, ke tiuj strukturoj ne plu estu rompataj, tuj post la formado, per kolizioj kontraŭ alia atomo aŭ kontraŭ aliaj komponantoj de la miksaĵo.



Iom post iom ĉiuj LIBERAJ elektronoj estas kaptitaj de la nukleoj.

Mi ne kutimiĝas je tiuj strangaj atomoj ... kun iliaj enormaj elektronoj!

Kaj la Universo iĝas TRAVIDEBLA.

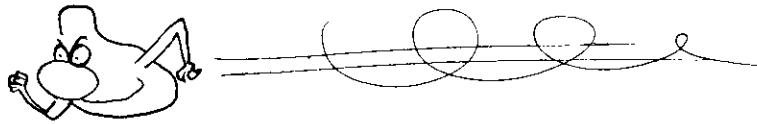
Kion vi celas diri per tiu vorto «travidebla»? Ĉu antaŭe ĝi estis maltravidebla?

Antaŭe la fotonoj ineteragadis konstante kun materio. Neniu fotono sukcesis trabori al si vojon en tia medio.

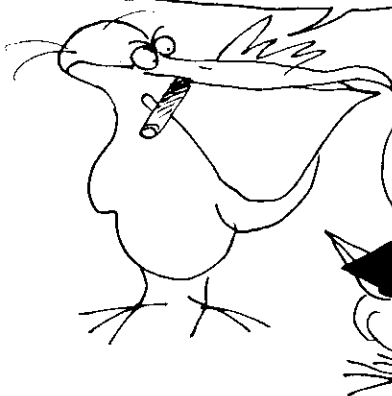
Pfu!

# KAJ LA MALKUPLADO

Nun estas finite, la fotonoj povas trakuri la tutan Universon ne vidante, ke materio ekzistas : estas MALKUPLADO. Pro du kialoj. Unue estas pli da loko. Due la fotonoj malpli interagas kun la neŭtra materio (atomoj).



Sed, hmm, teleskopoj sendas al ni bildojn, kiuj iel venas al ni «rekte el la pasinteco ...»



Jes, sed eĉ per teleskopoj treege pova, oni neniam povos observi fenomenon okazintan en epoko kiam Universo aĝis malpli ol 700 000 jaroj.



La pasinteco, la tre fora pasinteco de Universo restos nepre malneta, nebula.

Jes neblas psikoanalizi la Universon.



Kiam la materio kaj fotonoj ĉesis interagi, interŝanĝi energion, la TERMODINAMIKA EKVILIBRIO ROMPIĜIS, kaj la materia temperaturo  $T_m$  komencas fali pli rapide (kiel la inverso de la kvadrato de la universa radiuso), ol la temperaturo  $T_r$  de la fotonoj, radiada temperaturo, kiu malkreskas nur kiel la inverso de tiu radiuso  $R$ .

Saluton!

Nun, estas ĉiu por si mem.

He! Kio okazas?  
Ŝajnas, ke eknoktas.  
Kaj ege malvarmas  
subite ...

La Universo spertas nun iaspecan krepuskon.  
Ĝi daŭre malvarmiĝas. La ĉielo transiras de violkolora al malhelruĝa, poste nokto falas kiel malvarma kovrilo. Estas plu unu miliardo da praaj fotonoj por ĉiu heliuma aŭ hidrogena atomo. Sed tiuj fotonoj, disstreĉitaj de ekspansio, iĝis sensangaj.

'Stas fino de la PRAEKSPLODO. La prezentado estis bela spektaklo. Apenaŭ ne restis nenio ajn (po 1 partiklo inter miliardo). Malhelas kiel en tunelo.



Bru ! Kia bestas  
malvarmo !

La ondolongo de la fotonoj  
estas 0,15 mm, kio respondas  
al radiada temperaturo  
 $T_R = -173^{\circ}\text{C}$

La atomoj promenas  
je 150 m/s, kio donas  
materian temperaturon  
de  $-267^{\circ}\text{C}$

Bone, mi opinias, ke mi preskaŭ  
tute komprenis kel funkcias la Universo.

Sed restas grava demando :  
por kio tio utilas ?

Jes Anselmo pravas,  
kio estas la temo ?

Ĉu estis  
ja utile ?

Ni vidu, komence  
estis IO AJN en la plej  
granda malordo.

La  
TOHUVABOHUO

kaj poste la Universo  
ekfabrikis pli kaj pli  
KOMPLEKSAJN STRUKTUROJN,  
nukleojn, atomojn ...

Mi eltrovis la kosmologian  
bazan principon.

Jes ... kaj  
tio estas ?

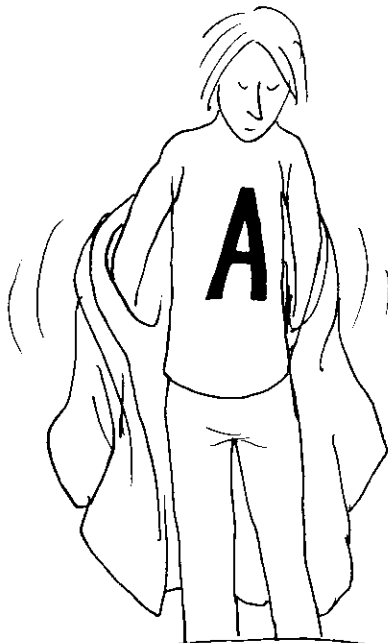
KIAL FARI SIMPLE KIAM  
ONI POVAS FARI MALSIMPLE ?

Jep ... ne tro aĉa  
via fabeleto. Sed tio estas  
spekulativaĵo, fantazioj  
de teoriisto. Kio pravas,  
ke ĉio reale okazis tiel ?





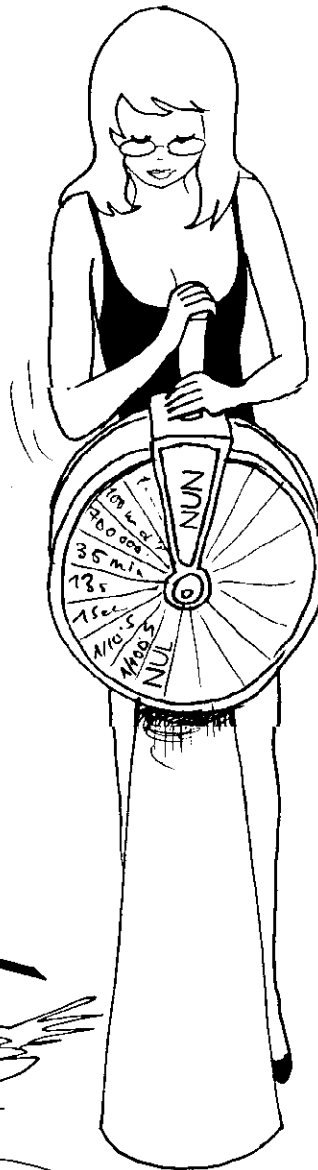
Por respondi la demandon de Leon',  
ni forlasu tiun tapiŝan Universon kaj  
ni relokiĝu en la nuntempo.



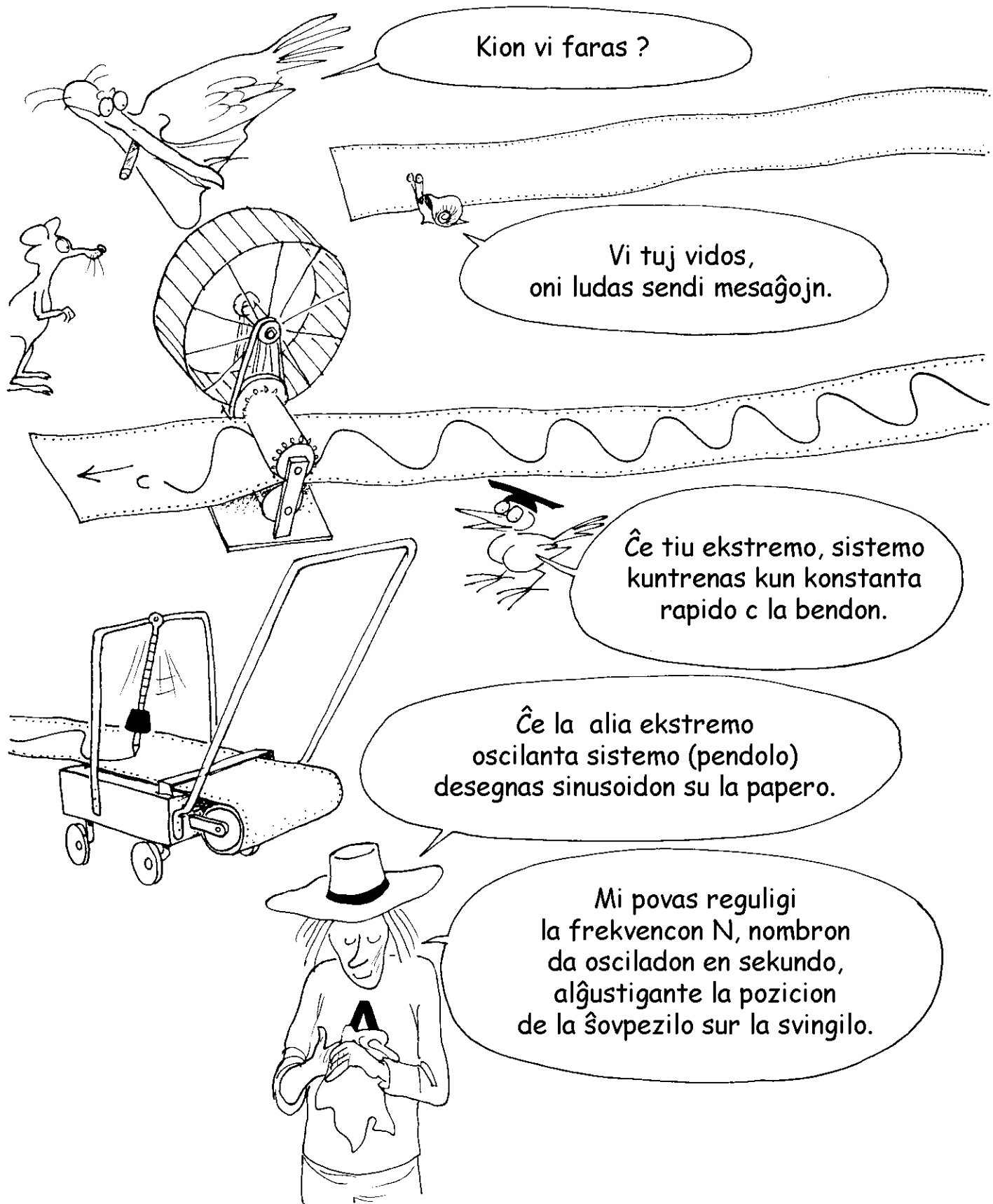
Kaj ĉio kio sekvas ?  
La stela, galaksia formado... ?  
Ĉu ni forlasas ?



Ne, ĉio estos rakontata  
en «MIL SUNOJ».



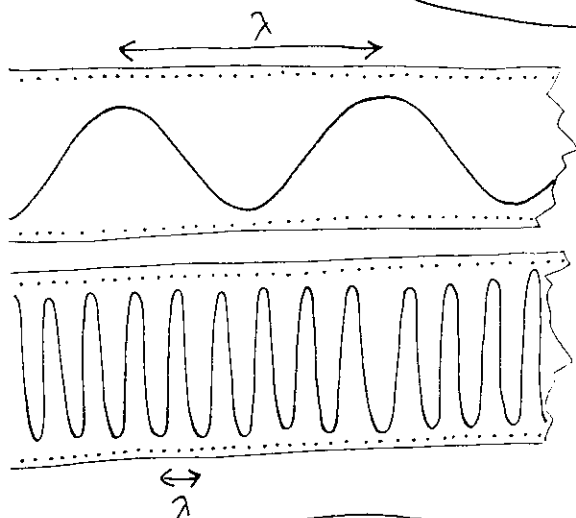
# LA DOPLERA EFIKO



Konsentite. Kaj mi povas mezuri la odolongon ĉe la ricevo.



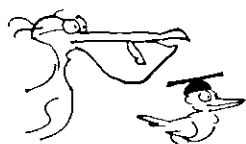
Estas  $N$  osciladojn en sekundo.  
Do ĉiu iro-reiro de la pendolo bezonas unu  $N^{\text{non}}$   
da sekundo : tio estas la PERIODO de la ondo.  
Dum tiu tempo, la bendo antaŭeniras de  $\lambda = c / N$   
(ondolongo).



Malalta frekvenco,  
longa periodo kaj ondolongo.  
Alta frekvenco, mallonga  
periodo kaj ondolongo.

Tio ebligas  
komuniki.

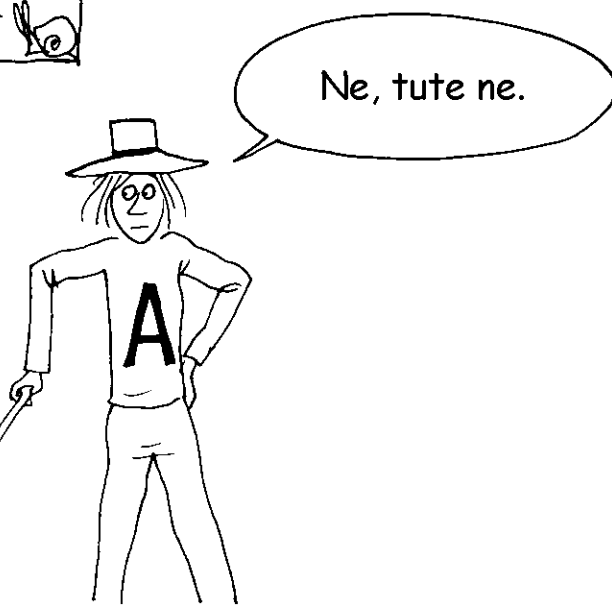
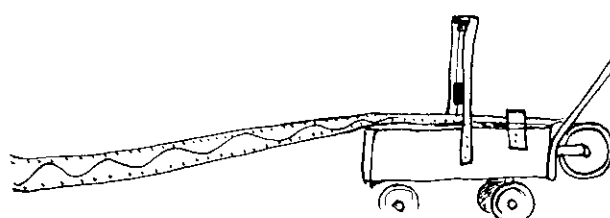
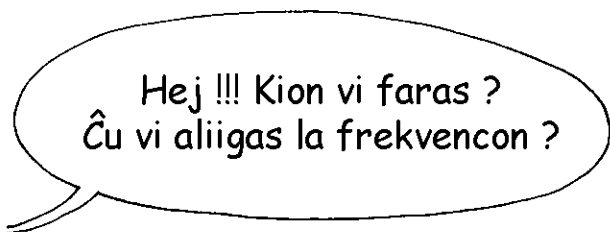
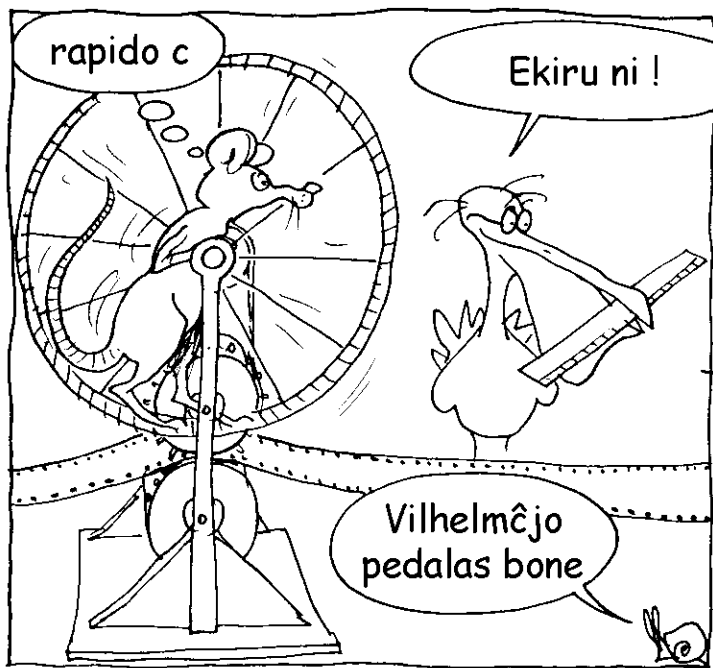
La komunikado  
ja gravas.



Bone. Mi nun provos transmisii  
al pli granda distanco.



pretaj ?



!!!

Vilĉjo, vi pedalu aŭ peĉ !

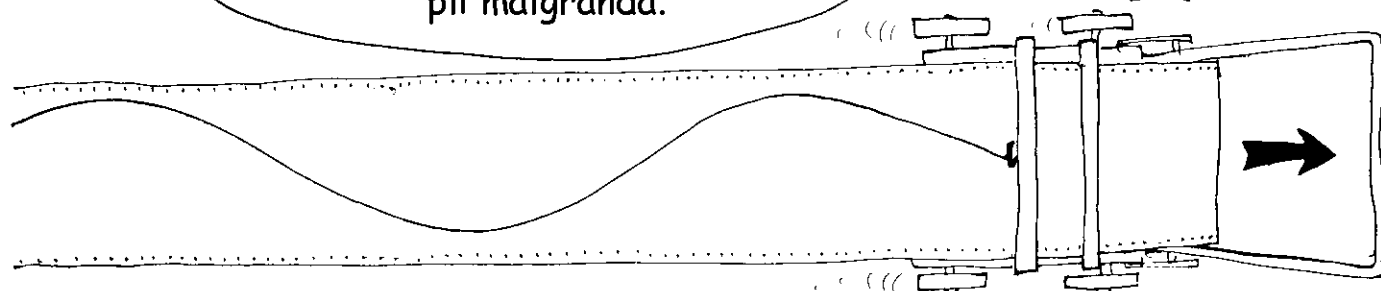
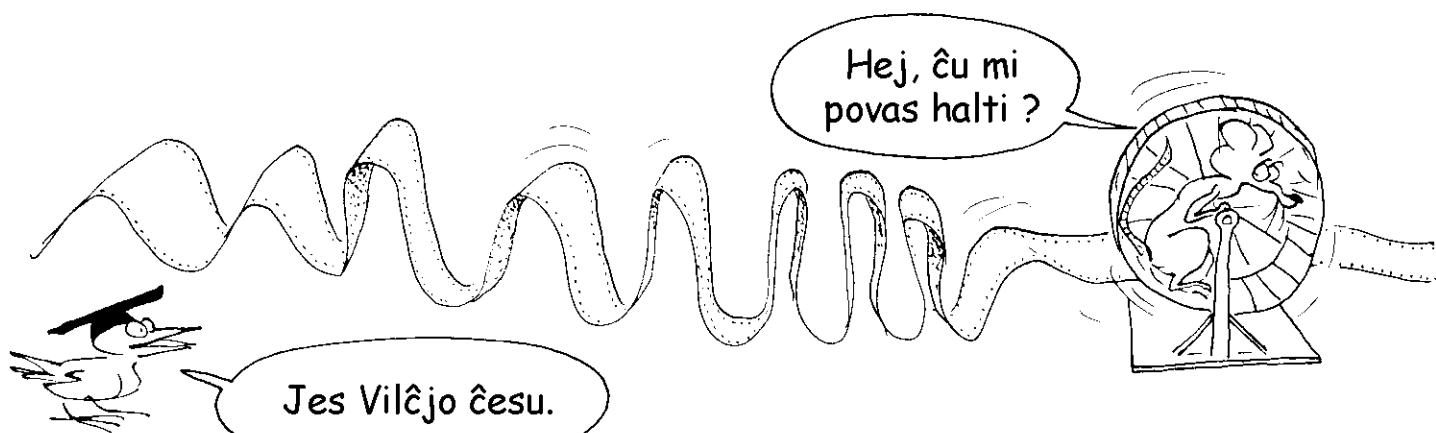
Sed MI ja pedalas !

Se vi ne estas kontentaj,  
vi ja nur faru tion je mia loko

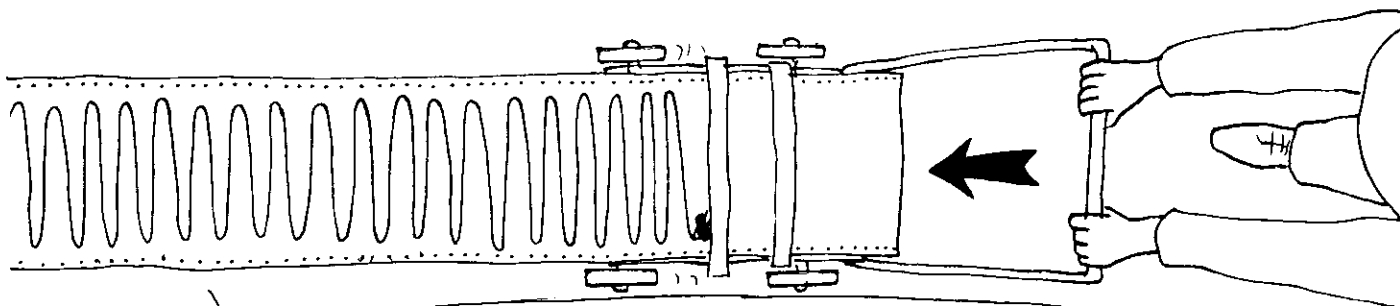
Nu homoj, klarigu  
vian problemon al mi.

?

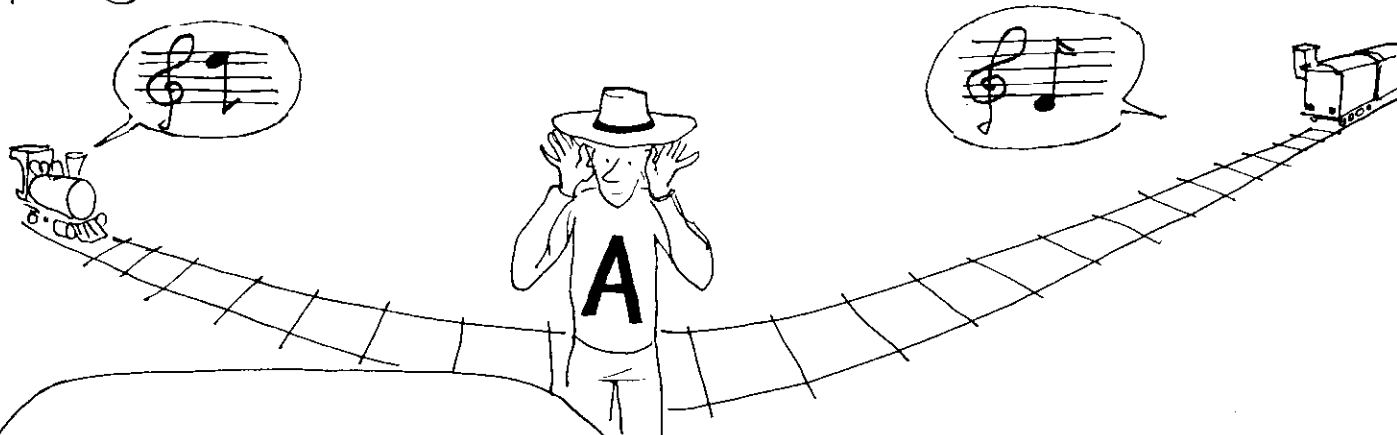
Nun ĉio estas normala.  
Sed antaŭe estis plilongigo de la ondolongo  
(A), t. e. ŝajna malaltiĝo de la frekvenco ĉe la  
ricevo. Poste normala interspaco (B), kaj oni suferis  
pligrandiĝon de la frekvenco ĉe la ricevo t.e. Mallongiĝo de  
la ondolongo  $\lambda$ .



Kiam la ĉaro proksimiĝas, antaŭeniras sur la bendo,  
la sinusoido estas kuntirata, kaj la frekvenco ŝajnas pli alta.



Jen ekzakte kio okazas, kiam vi aŭdas  
la fajfilon de vagonaro pasantan apud vi.  
Kiam ĝi proksimiĝas, la sono ŝajnas pli alta.  
Kiam ĝi malproksimiĝas la sono pli basas.



Nu, per tia sistemo,  
kiam mi apriorie konas la ondolongon  
de la signalo elsendata de senmova  
fonto, mi povas kalkuli la proksimiĝan  
aŭ malproksimiĝan rapidon.

Kaj kio validas por la sono,  
tiom bone validas por la lumo.  
La objektoj, kiuj malproksimiĝas  
ŝajnas pli ruĝaj, kaj tiuj, kiuj  
alproksimiĝas pli bluaj.

Bone, ni denove eksperimentu pri la elsendo al distanco.

Vilĉjo, ek al !

sed, li ŝanĝis la frekvencon !?

Aŭ li malproksimiĝas.

Jen tio rekomencas  
kiel antaŭe.

Jes, certe !  
Li denove malproksimiĝas.

Sed ne, stultuloj,  
mi ne malproksimiĝas,  
ĉar mi estas ĈI TIE ! ...

Kaj la oscilanta  
aparato restis tie for.



# FUĜO DE LA GALAKSIOJ

Sed nu !?!

Tio signifus ...

ke la spaco  
moviĝas.

Kia angoro !!!

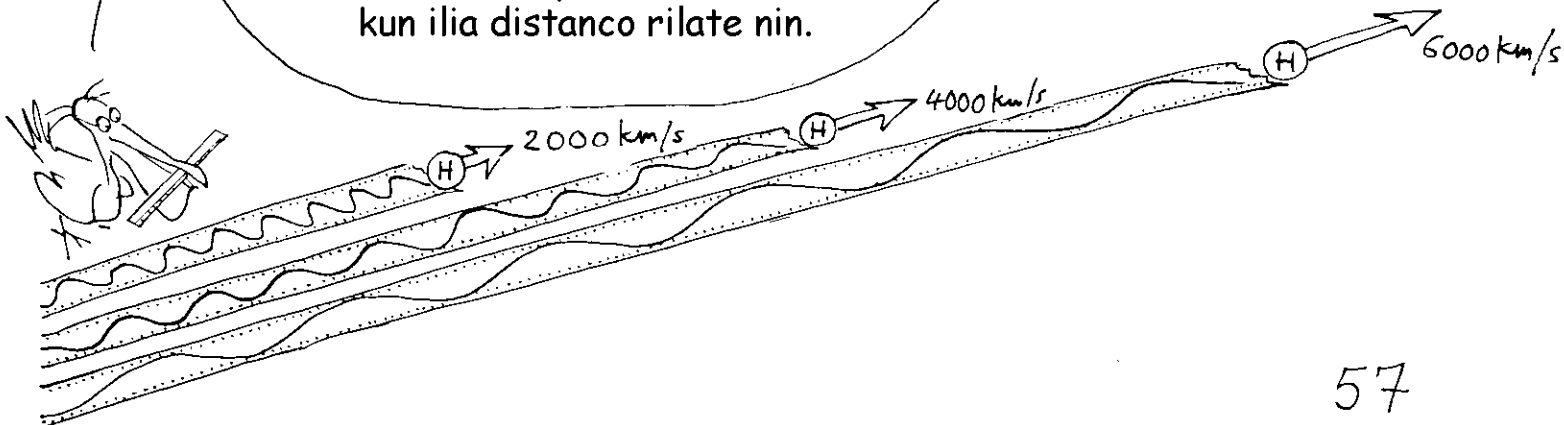
Ĉio iras for ! ..

Estas tiu rakonto pri  
tapiŝo, kiu ekspansias ...

He jes, estis tiamaniere, ke en 1930,  
Edwin Hubble malkovris la UNIVERSAN  
EKSPANSION, konstatante, ke la malproksimaj  
galaksioj fuĝas de ni : pro la efiko DOPPLER-FIZEAU  
ili aspektas pli kaj pli ruĝaj laŭ ilia malproksimiĝo.

La hidrogenaj atomoj  
elsendas en ondolongo de 21 cm,  
teorie. La doplera efiko indikas  
al mi fuĝrapidojn de 2000,  
4000, 6000 km/s.

Hublo povis taksi la  
distancon disigantan nin de tiuj  
galaksioj, bazante sin sur ilia ŝajna lumeco.  
Kaj li deduktis, ke tiu fuĝrapido  
estas tutsimple PROPORCIA  
kun ilia distanco rilate nin.



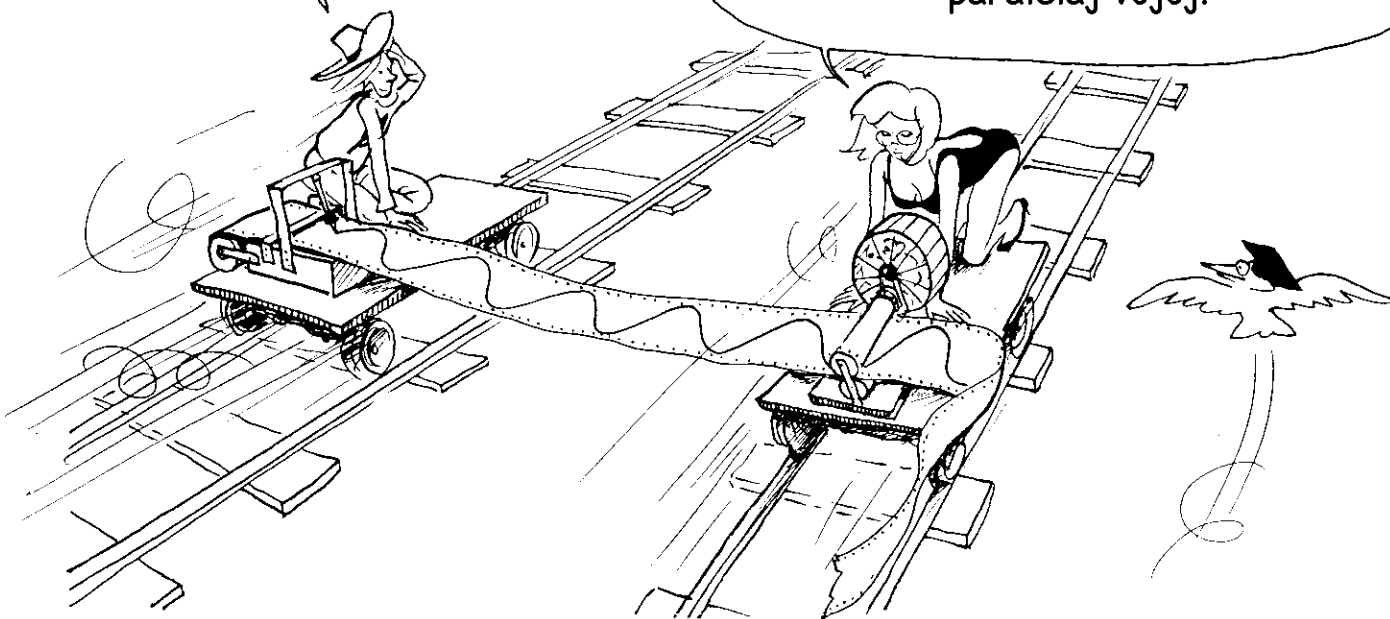
Atendu ! Kion tio signifas ?  
La objektoj akcelas, kiam ili  
malproksimiĝas de ni ?

Ne ekzakte. La tapiŝo dilatiĝas  
al ĉiuj direktoj. Imagu punkton A,  
kiu je la tempo  $t=0$  distancas je  
1 metro de vi. Post unu sekundo,  
ĝi staras je 1,20 m. Ĝia fuĝrapido  
estas 20 cm/sv

En la sama tempopeco,  
punkto B, kiu komence staras je 2 m  
de vi, troviĝos je 2m40 (ĉe B') kaj  
ties fuĝrapido RILATE AL VI  
estas 40 cm/sek.

La DOPLERA efiko montras  
la relativajn rapidojn.

Ne estas ŝanĝo de ondolongo,  
kiam la elsendanto kaj la ricevanto  
iras laŭ la sama rapido sur  
paralelaj vojoj.





Nu do, nia tuta universo  
estas ekspansianta ?

Atendu, mi havas alian ideon.  
Ni supozu, ke la tempo ...  
plirapidiĝas.



Sed tio ...  
nenion signifas !?!



La osciloj de la atomoj, kiel ekzemple hidrogenaj, estas iel la «pulso»  
de l'Universo. Imagu al vi Universon kies pulso plirapidiĝas. Ju pli oni  
maljuniĝas, des pli tiu «pulso» batas rapide. La bildoj de la pasinteco  
trafas nin kiel filmo lentmove. Kaj la Dopplera efiko  
estas nenio ol iluzio.



Jes ja, Tirezio, oni povas imagi ĉion, kaj tion,  
kion vi diris, implicas diri, ke la leĝoj de fiziko evoluas  
laŭ la tempopaso, tion elpensis Fred Hoyle.

# LA ĈIELFONO MALVARMAS



Sed ekzistas alia argumento  
favore al la ekspansio kaj ĝia  
korolaro, la PRAEKSPLODO.

Be !

Antaŭ momento ni vidis, ke po unu fotono  
inter unu miliardo povis transformiĝi en materion.



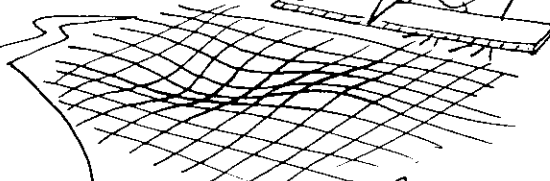
Kaj antimaterion !



Devus do resti granda kvanto de tiuj praaj fotonoj,  
proksimume 500 en kuba centimetro (kaj tiom  
da neŭtrinoj, kies eltrovado ne estas  
glata afero).



Ilia ondolongo devus  
esti kvin milimetroj, kio respondu  
al radiada temperaturo de 3 gradoj  
absolutaj (Kelvin), tio estas  
 $-270^{\circ}\text{C}$ .



Tiujn fotonojn, kun ege malforta  
energio, Penzias kaj Wilson eltrovis  
en 1964. Ili estas la vera cindro de la  
PRAEKSPLODO, kaj konsistigas konkretan  
pruvon de tiu granda kosma danco.



Mi !!!



Hej vi ...

# LA KOSMOLOGIA HORIZONTO

Sofio, laŭ la HUBLA LEĜO,  
la fuĝrapido de la objektoj grandiĝas  
laŭ la distanco ...

Do, logike, devas ekzisti  
objektoj, kiuj malproksimiĝas de  
ni kun rapidoj egalaj aŭ eĉ superaj  
je la lumrapido !?

Nu, oni ne  
povas plu ricevi  
tiun lumon ?!

Kial ? Se aviadilo  
malproksimiĝas de mi je supersona  
rapido, mi tamen povas aŭdi la  
bruon, kiun ĝi faras, ĉu ?



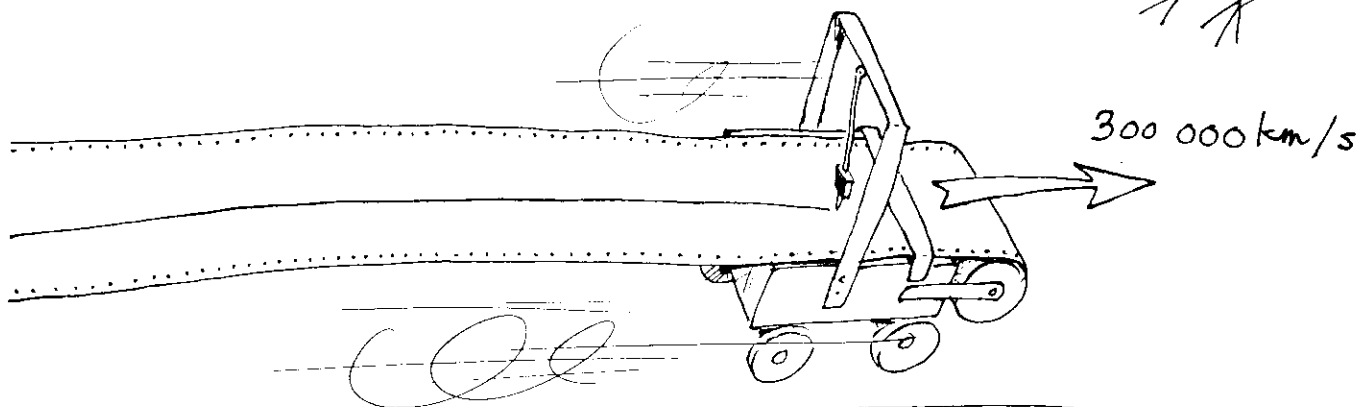
Karaj miaj  
bestetoj, ne tiel  
oni konsideru la  
aferojn.



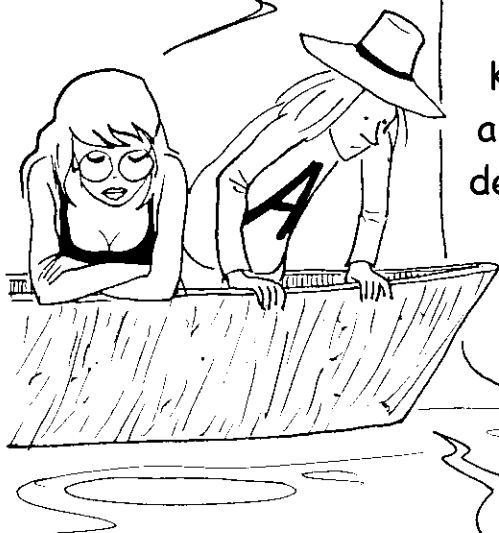
Kiam oni delokiĝas, la TEMPO (\*) ŝanĝas. Objekto, kiu delokiĝas je rapideco alproksimiĝanta 300,000 km/s, la lumrapido, troviĝas, rilate nin, observantojn, en malsama «tempujo». Ni perceptas ĝian mesaĝon, kiel specon de lentmova filmo.



Kaj se tiu objekto moviĝas rilate al ni kun la lumrapido, la tempa glito iĝas totala. Ĝia tempo ŝajnas malfluidiĝi kiel saŭco.



Pro tiu deglito de tempoj unu rilate la alian, la frekvenco de ondoj, ĉe la ricevo, malaltiĝas. Kaj tiu fenomeno, relativeca, venas supermeti sin, aldoni sin al la DOPLERA EFIKO. Kiam la fuĝrapido de la elsendanto, rilate al ni, atingas  $c$ , la frekvenco de la ricevitaĵoj falas ĝis nul. Neniu energio plu, neniu ondoj plu, nenio mesaĝo plu.



Ondoj kun nula frekvenco, ne plu estas ondoj!

(\*) vidu «ĈIO RELATIVAS», sama aŭtoro, eldonis BELIN

Pri la objektoj, kiuj kuŝas ĉirkaŭ ni, relativan rapidon egalan je 300 000 km/sec oni atingas sur sfero nomata HORIZONTO.

Tio ne estas la limo de la EKZISTANTAĴOJ, sed tiu DE LA NIAJ EBLAJ KONOJ. La atingela Universo povas esti nur porcio de Universo pli vasta. Tiu horizonto situigas je deko da miliardoj da lumjaroj. La trafpo de la plej potenca tera teleskopo nuna, la PALOMARA, estas unu miliardo da lumjaroj.

La Administrejo.

Sed, kio signifis, antaŭmomente, tiu radiuso  $R$  de l'Universo ?

La rakonto komenciĝis, kiam la Universo aĝis unu sekundan centonon. Imagu al vi, ke je tiu momento, oni desegnis cirklojn, aŭ pli trafe sferon, kun radiuso  $R$ , kaj ke oni atentis pri la ekspansio de tiu referenca sfero laŭ la tempo. Jen ĉio ...

Tion farante, oni ne antaŭjuĝas pri la demando ĉu la spaco estas finia aŭ senfina (\*).

Ŝi havas ravajn okulojn ...

Hej vi duope !

Tiu bildstrio ne finiĝis !

Hi-hi-hi

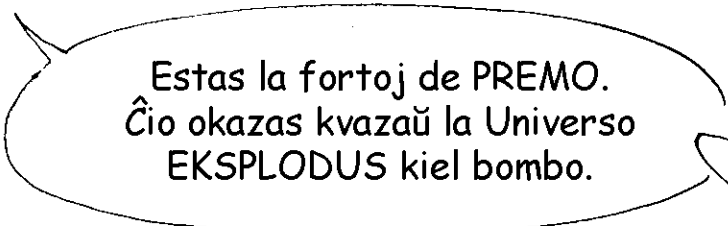
Oni ankoraŭ bezonas vin.

(\*) Pri tiu temo vidu «LA GEOMETRIUMO» sama aŭtoro, eldonis BELIN

# LA FRIDMANAJ MODELOJ



Sofio, kio okazigas la universan ekspansion ?



Estas la fortoj de PREMO. Ĉio okazas kvazaŭ la Universo EKSPLODUS kiel bombo.



Kaj nenio kontraŭ staras tiun dilatiĝon ?



La gravitaj fortoj strebas al koncentrigi la Universon, igi ĝin **IMPLODI**.



Ĉu oni ne povas koncepti kie tiuj fortoj, premigaj kaj gravitaj, ekvilibrus sin ?



Oni povas montri, ke la ekvilibro estas neebila. Plej eta devio rilate al la ekvilibro kondukus tiun «statikan» universon al eksplodo aŭ implodo.

**EKSPLODO**



**IMPLODO**



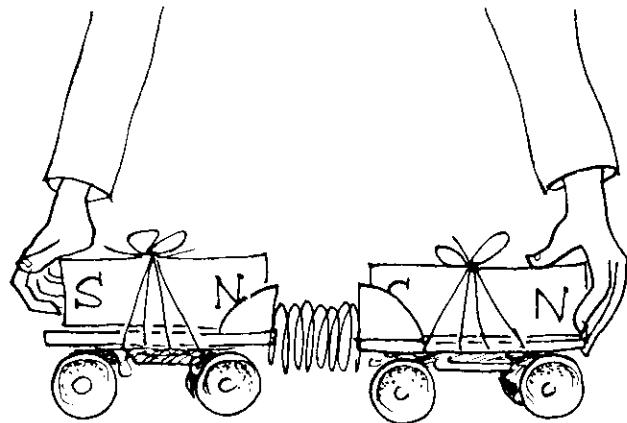
Sed nu, diru al mi :  
ĉu nia Universo povis ...  
impoldi anstataŭ  
ol eksplodi ?

En ia senco  
estis ŝanco....

Kiu ne dirus al vi,  
tiukaze, ke la tempo ...  
ne retroirus

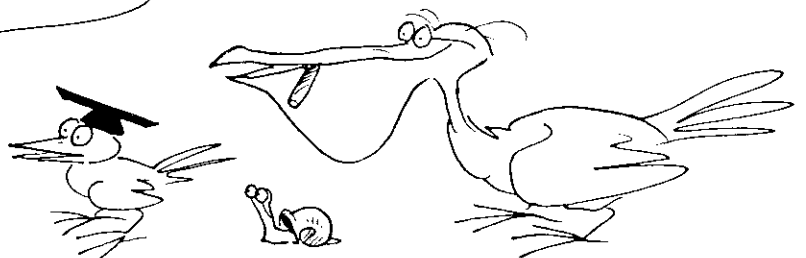
Tsss !..

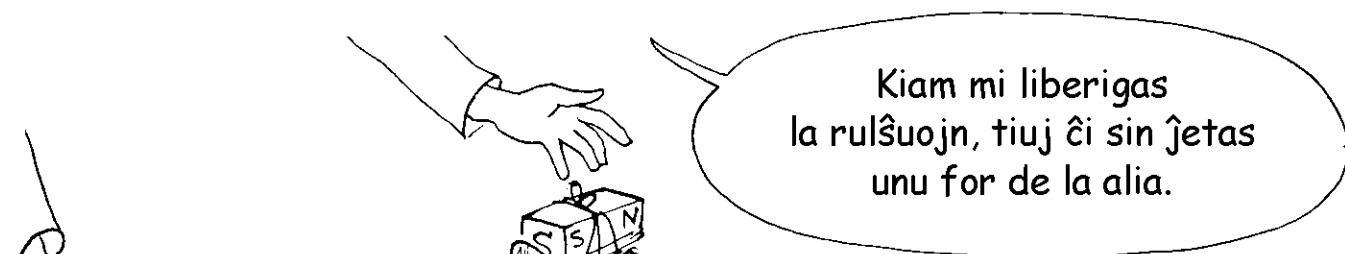
Denove kion  
vi fabrikas ?



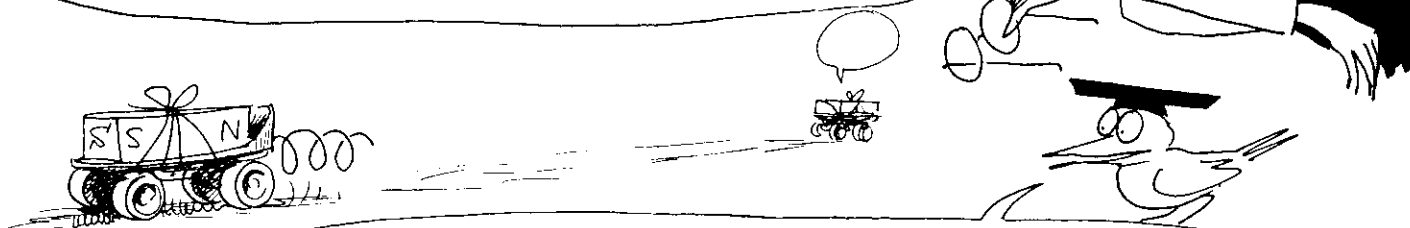
Anselmo ligas du magnetojn sur rulŝuoj.  
Ili altiras sin. Sed kunpremata risorto  
strebas disŝovi la ŝuojn unu for de la alia.

Vi vidas, ke la magnetoj  
bildigas la gravitajn fortojn,  
altiraj, koheremaj. La risorto  
montras la fortojn de premo.





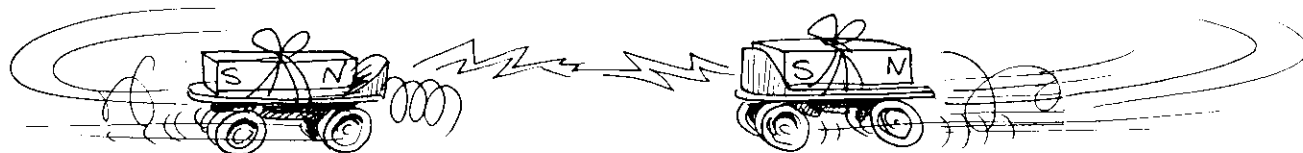
Estas du eblaj kazoj :  
Ĉu la impulso liverita al la rulŝuoj  
estas sufiĉe forta, kaj ili malproksimiĝas  
unu de la alia senfine. Ju pli ili malproksimiĝas,  
des malpli la altira forto, kiu varias kiel la inverso  
de la kvadrato de la distanco, efikos.



Se la frotoj ne ekzistus, la rulŝuoj  
fine akirus KONSTANTAN RAPIDON

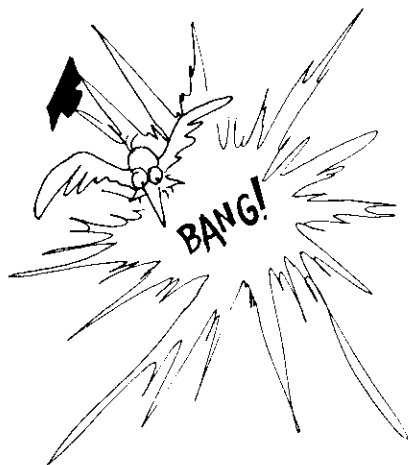


Ĉu la impulso donita de la risorto  
estas tro malforta, aŭ la magnetoj tro fortaj :  
la rulŝuoj tiam revenos, «falos» unu al la alia,  
kun plirapidanta rapido.

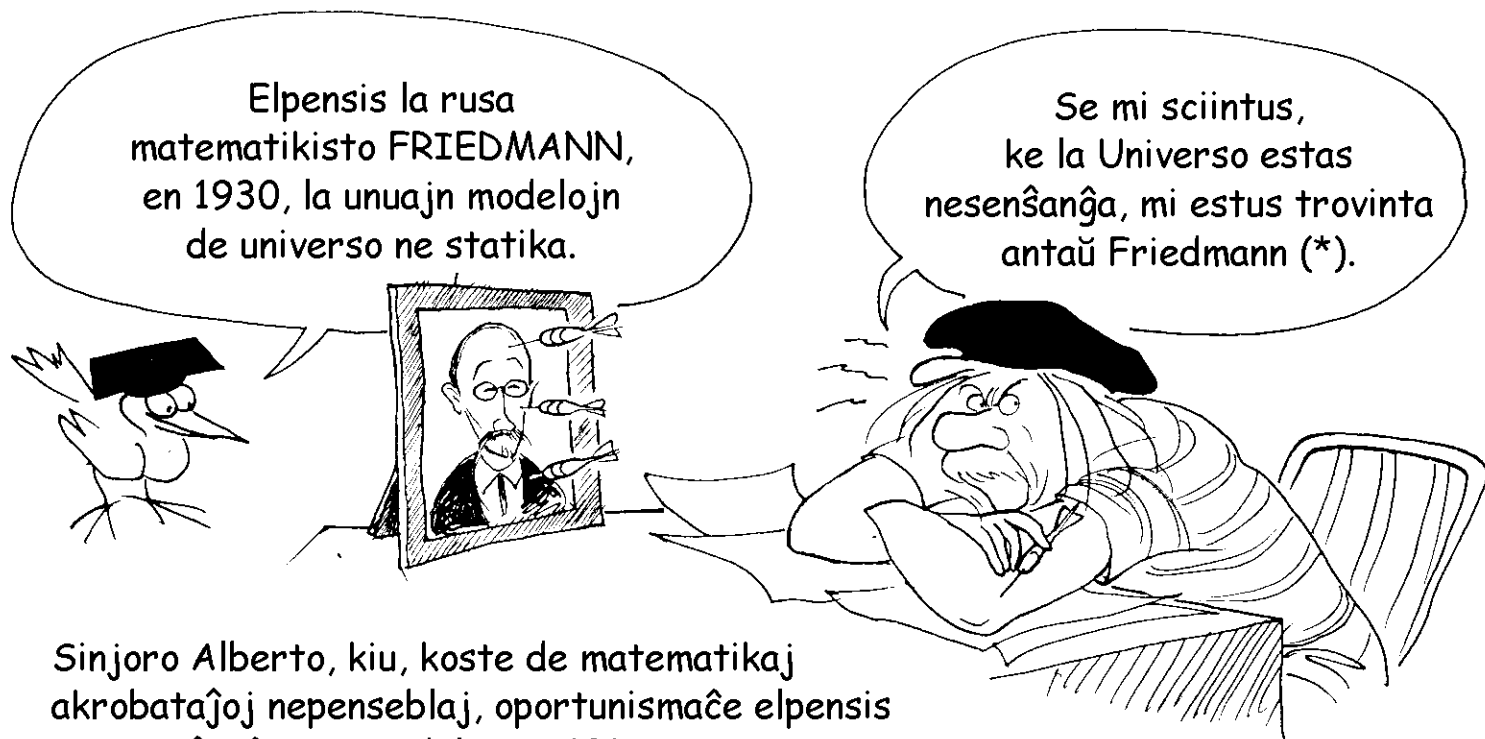


Tio ĉi elvokas du tipojn de eblaj Universoj :

Unua scenaro : la ekspansio daŭras senfine.  
Kiam la lastaj steloj estingiĝos, estos nokto, absoluta malvarmo,  
la TERMIKA MORTO.



Dua scenaro : la gravitaj fortoj fine gajnas. Post stato de maksimuma etendiĝo, la Universo «refalas sur si mem». Ĉiuj la strukturoj, galaksioj, steloj, ruiniĝas. Eĉ la atomoj rompiĝas. Kaj la Praeksplodo estas spertata kvazaŭ retroire, ĝis nova resalto de la Universo, nova fazo ekspansia.



Elpensis la rusa matematikisto FRIEDMANN, en 1930, la unuajn modelojn de universo ne statika.

Se mi sciintus, ke la Universo estas nesensanĝa, mi estus trovinta antaŭ Friedmann (\*).

Sinjoro Alberto, kiu, koste de matematikaj akrobataĵoj nepenseblaj, oportunismaĉe elpensis sian sensanĝeman modelon en 1917, estis tute spinita pro tio. Friedmann estis ŝtelinta de li la venkon. Li tiam pripaŭtis ĝeneralan relativecon dum longaj jaroj.



Laŭ la Fridmanaj modeloj, la Universo estas en senfina ekspansio se la (nuna) materia denseco malsuperas  $5 \times 10^{-30}$  gramoj en kuba centimetro. Tiu universo krome havus volumenon, spacan amplekson, senfina.

(\*) Aŭtenta rimarko de Ejnŝtejno. (j)

# ~~LA~~ UNIVERSA(J) GEOMETRIO(J)

La Universo estas laŭ ni, hipersurfaco kun kvar dimensioj, kie miksiĝas spaco kaj tempo. La ideoj elvokitaj en la antaŭaj paĝoj respondas, ĉiu, al unu malsama prezento de tiu UNIVERSA ENTO kiu estas la SPACO-TEMPO.

La Universo ...  
kia estas  
ĝia formo ?

aj aj aj ....

Oni rememorigas, ke la nombro da spacaj dimensioj estas la nombro da kvantoj, kiun oni devas doni al si, por difini la pozicion de unu punkto.

Rendevuo (1) marde je la dekdua horo ĉe la angulo de la (2) sesa avenuo kaj de la (3) kvina strato sur la (4) tria etaĝo : kvar kvantoj.

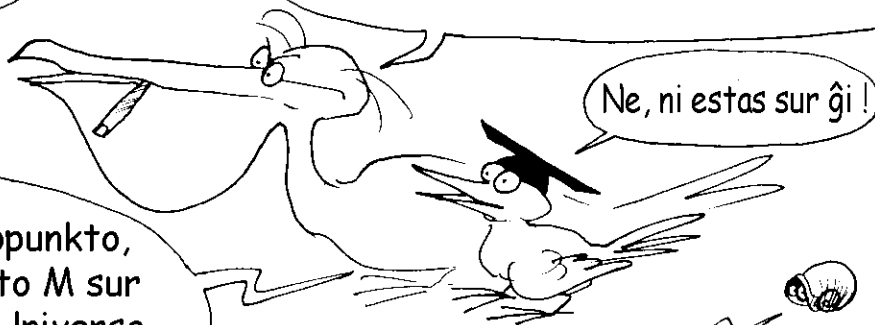
En desegnoj, oni povas prezenti nur spacojn DUDIMENSI AJN, t. e. SURFACOJN. Ni do studos spaco-tempojn dudimensiajn, unu estas la pozicio, kaj la alia le tempo.

tempo  
pozicion



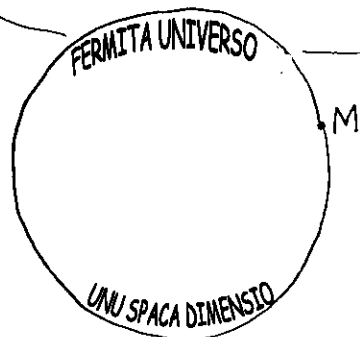
Tiel la unuan modelon de fermita Universo, la statika modelo de Ejnŝtejno, oni povas bildigi per cilindro.

Atendu, se mi bone komprenas, ĉu ni estas interne de tiu cilindro ?



Ne, ni estas sur ĝi !

Ĉe determinita tempopunkto, objekto estas tiu punkto M sur la surfaco, kaj la tuta Universo estas tiu cirklo.

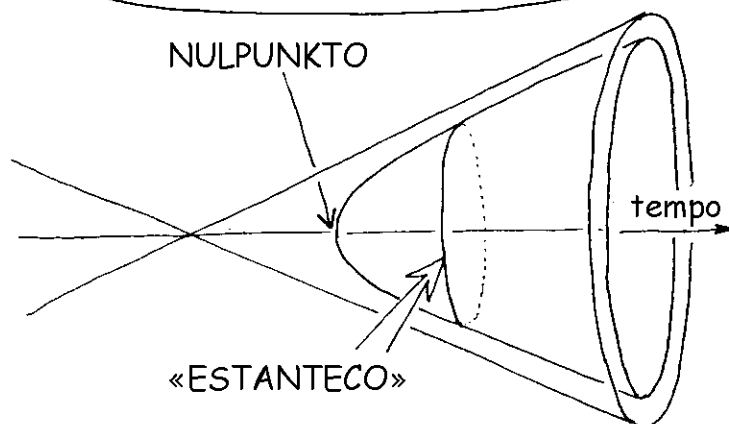


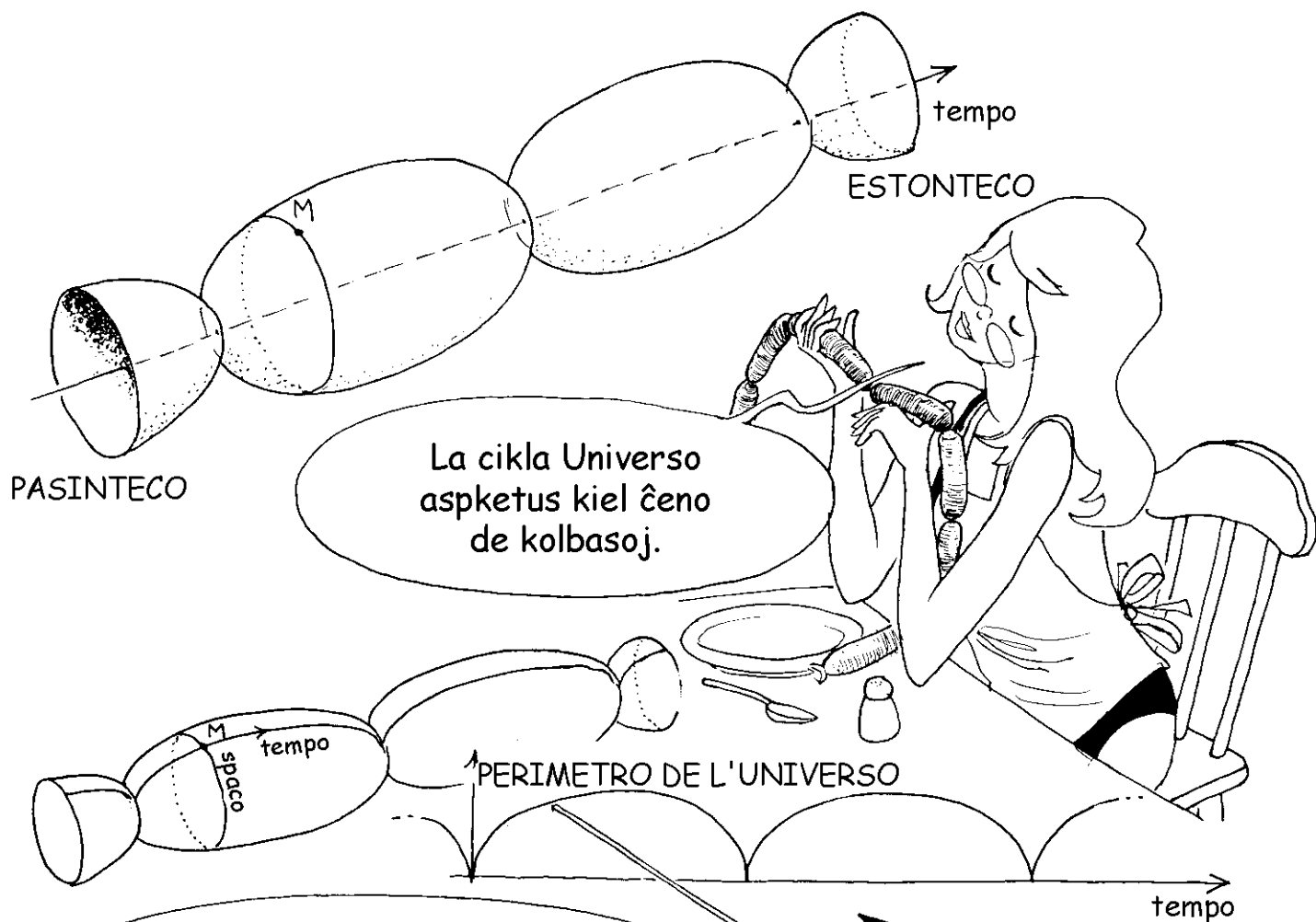
Kiam objekto senmovas, ĝi desegnas unu generan linion de l' cilindro, laŭ la tempo.



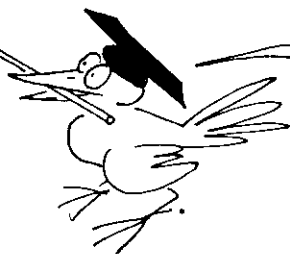
Estas facile sin bildigi la dilatiĝon de tiu fermita universo laŭ la tempo, kiu donas modelon de universo nesenŝanĝa.

Jen ekzemple la bildo sur du dimensioj de iu spaco-tempo en nefinia ekspansio.

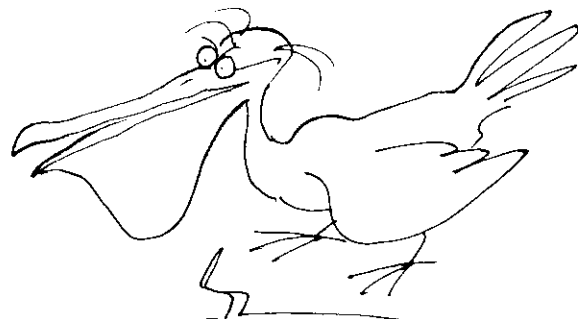
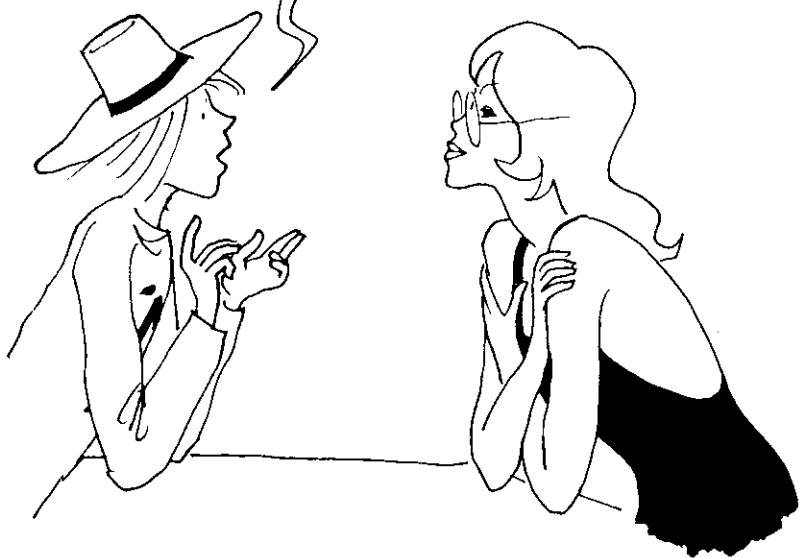




Sed fakte kial la tempo necese estus «MALFERMITA», t.e. Senfina samtempe al la estonteco kaj al la pasinteco ?



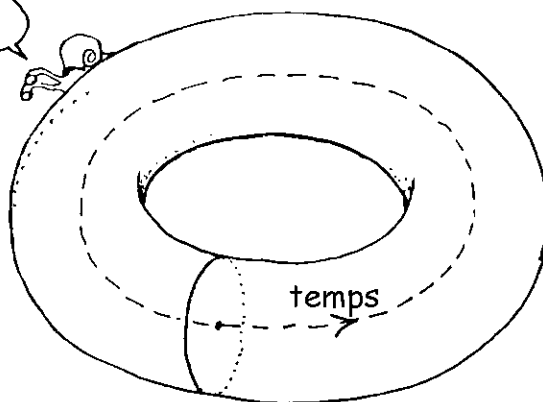
Mi starus tie ĉi.



Ĉu tio signifas, ke oni povus .... fermi la tempon per ĝi mem ?!?

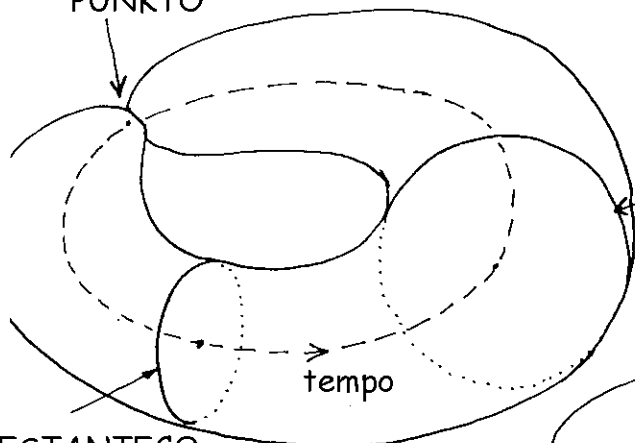
Nenia problemo ...  
se oni fermus per ĝi mem la  
ejnŝtejnman modelon, oni  
ricevus ... TORON

Ree ! ...



En tiu SPACO-TEMPO plene fermita, la samaj  
okazaĵoj reokazas idente post tempo  $\tau$  kiu estas  
la PERIODO de tiu stranga universo.

PRAEKSPLODA  
PUNKTO



Oni ankaŭ povas fermi  
sur ĝi mem ciklan universon.

STATO DE  
MAKSIMUMA  
EKSPANSIO

Tio iĝas kolbasoĉeno ciklante  
sur ĝi mem kun ununura kolbaso !

Ho rigardu Leonon !!!

Li ne eltenis.  
Tio estis  
antaŭvidebla ...



# EPILOGO

Jen kio oni scias  
pri la komenco de l'Universo.



Nu ... tio,  
kion oni KREDAS SCII.  
Tio ŝanĝiĝis tiom multe da  
fojoj de 5000 jaroj !

« Sed tiu klopodo konsentita  
por kompreni la Universon estas  
unu el la malmultaj aferoj, kiuj levas la  
homan vivon super la farso, donante per  
ĝi iom da digneco en tiu tragedio».

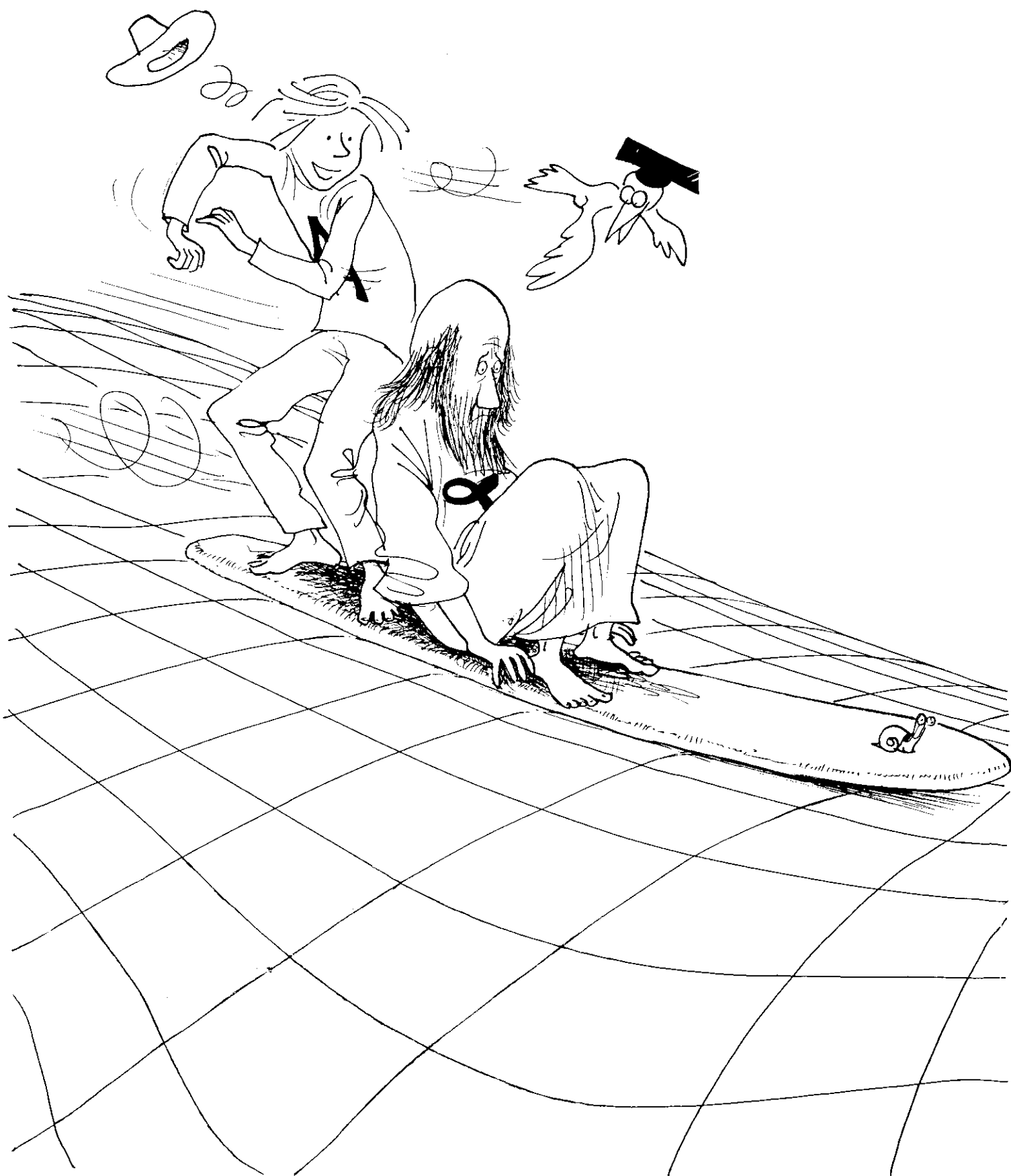
Steven Weinberg



La sekvon de la PRAEKSPLODO  
(formiĝo de galaksioj, steloj, ktp ...)  
oni trovos en «MIL SUNOJ»

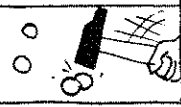
# FINO





# LA KOSMODRAMO



| TEMPO                               | TEMPERATURO                                    | DENSECO                                                                             | FENOMENOJ                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ANTAŬ ...                           | $T \geq 10^{12}$ gradoj                        |                                                                                     | ?                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1/1000 <sup>ono</sup><br>da sekundo | 3000 miliardo<br>da gradoj                     |    | Sendiferenchava supo el fotonoj, neŭtrinoj, antineŭtrinoj (la fotono estas sia antipartiklo mem), protonoj, antiprotonoj, elektronoj kaj antielektronoj (pozitronoj)                                                                                                                      |
| 1/100 <sup>ono</sup><br>da sekundo  | 100 miliardo<br>da gradoj                      | 4 miliardoj<br>da g/cm <sup>3</sup>                                                 | Amasbuĉado de hadronoj (protonoj, antiprotonoj, neŭtronoj, antineŭtronoj). Da ili restos nur po unu en miliardo. La cetero neniigis kun la ĉeestantaj anti-hadronoj, donante fotonojn.                                                                                                    |
| 1/10 <sup>ono</sup><br>da sekundo   | 30 miliardo<br>da gradoj                       |    | Nenio notinda. Trovarme por ke atomnukleoformiĝu.                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1 sekundo                           | 10 miliardoj<br>da gradoj                      | 380 000<br>g/cm <sup>3</sup>                                                        | Neŭtrinoj «vivas sian vivon». Ili ĉesas interagi kun materio.                                                                                                                                                                                                                             |
| 13 sekundo                          | 3 miliardoj<br>da gradoj                       |  | Amasbuĉado de elektonoj-antielektronoj. Ankaŭ tiam plurestos nur unu en miliardo.                                                                                                                                                                                                         |
| 3 minutoj                           | 1 miliardo<br>da gradoj                        |                                                                                     | Nukleosintezo : formiĝo de heliumaj nukleoj. Malapero de l'liberaj neŭtronoj (vivdaŭro: 109 sekundoj).                                                                                                                                                                                    |
| 35 minutoj                          | 300 milionoj<br>da gradoj                      | 1 gm/cm <sup>3</sup>                                                                | Nukleosintezo elfiniĝis : 25% da heliumo, 75% da hidrogeno.                                                                                                                                                                                                                               |
| 700 000<br>jaroj                    | 3000 gradoj                                    |  | Post neniigo de preskaŭ la plena materio kaj antimaterio, la Universo travivas eraon radiadan, kiam la energi-materio precipas en formo de radiado. Kiam temperaturo malleviĝas sub 3000°, neŭtraj atomoj formiĝas, kaj la fotonoj ĉesas interagi kun la materio : Universo «travidebla». |
| 100 milionoj<br>da jaroj            | $T_R = -173^\circ C$<br>$T_M = -276^\circ C$   |                                                                                     | Ne plu varmigitaj de l'fotonoj, la neŭtraj atomoj hidrogenaj kaj heliumaj suferis drastan malleviĝon de siaj temperaturoj. Formiĝo de l'galaksioj, unuaj steloj.                                                                                                                          |
| 5 miliardoj<br>da jaroj             |                                                |                                                                                     | Formiĝo de l'Tero                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10 miliardoj<br>da jaroj            | $T_R = -270^\circ C$<br>t.e. 3 kelvinaj gradoj | 10 <sup>-30</sup> g/cm <sup>3</sup>                                                 | Apero de l'vivo                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| hodiaŭ                              |                                                |                                                                                     | Eltrovo de la atombombo ...                                                                                                                                                                                                                                                               |