

Savoir sans Frontieres

Wielki Wybuch


JEAN-PIERRE PETIT



**Tłumaczenie:
Karolina Kunicka-Guérin**

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

PROLOG



Wiesz, Sophie, zastanawiam się często skąd pochodzą rzeczy, jak powstał Wszechświat...

Czy **WSZYSTKO** zawsze było takie jak teraz? Ziemia i niebo?


Czy niebo zawsze było niebieskie?

A gwiazdy zawsze świeciły na tle czarnego nieba?

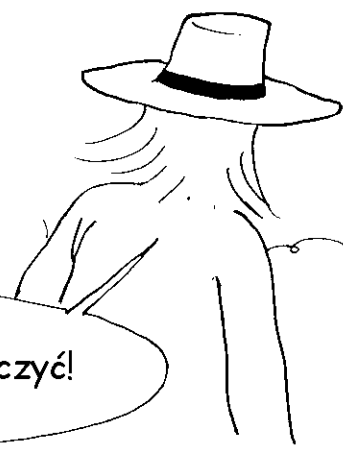


Na **SAMYM POCZĄTKU** nasz Wszechświat był bardzo mały i bardzo gorący: miniaturowe piekło.

I wszystko wybuchło?



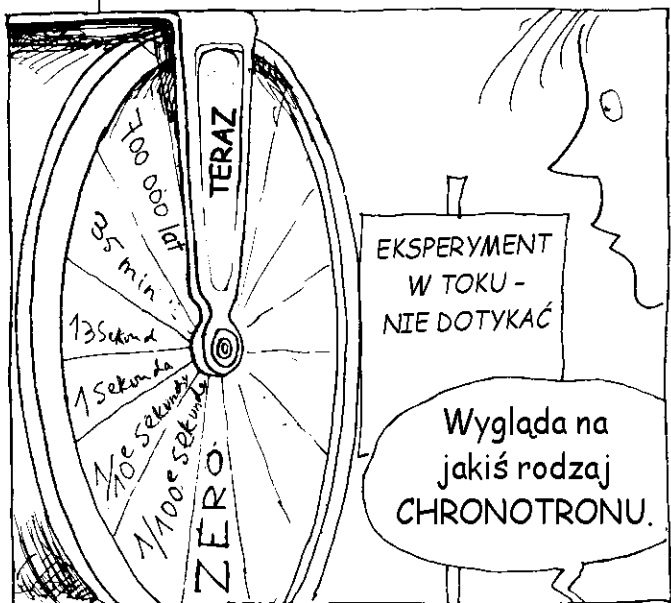
Tak, ale to bardzo długa historia i żeby ją opowiedzieć trzeba zacząć bardzo dawno temu.



Chodźcie zobaczyć!



Co to za dziwadło?



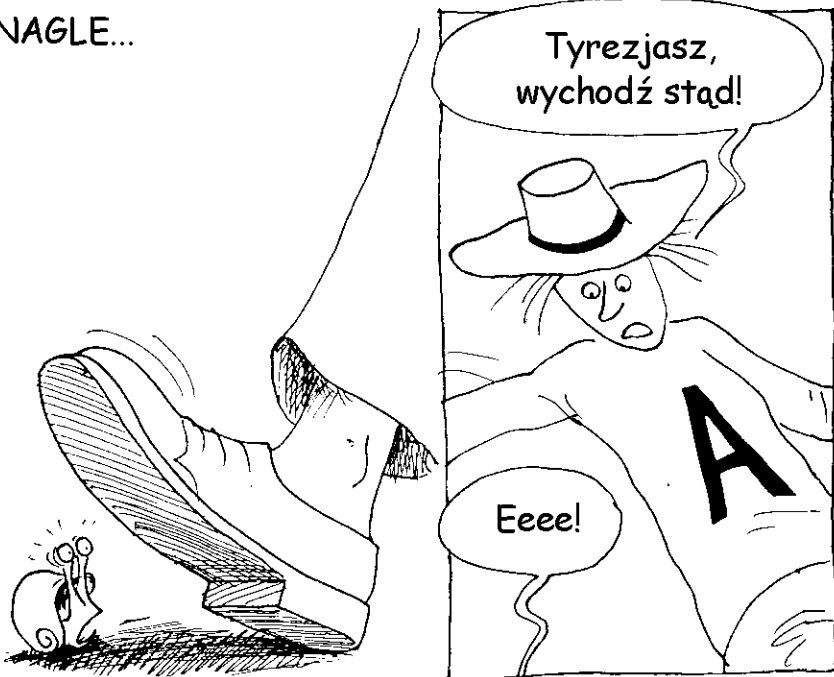
EKSPERYMENT
W TOKU -
NIE DOTYKAĆ

Wygląda na
jakiś rodzaj
CHRONOTRONU.



Ta skala...
wygląda jakos
dziwnie.

NAGLE...



Ty rezjasz,
wychodź stąd!

Eeee!



KLONG!



No nie, znowu się nie udało!

Dałem się zrobić...



Jeśli próbujesz rozłożyć dywan, zabierasz się za to bez ładu i składu, to fakt!

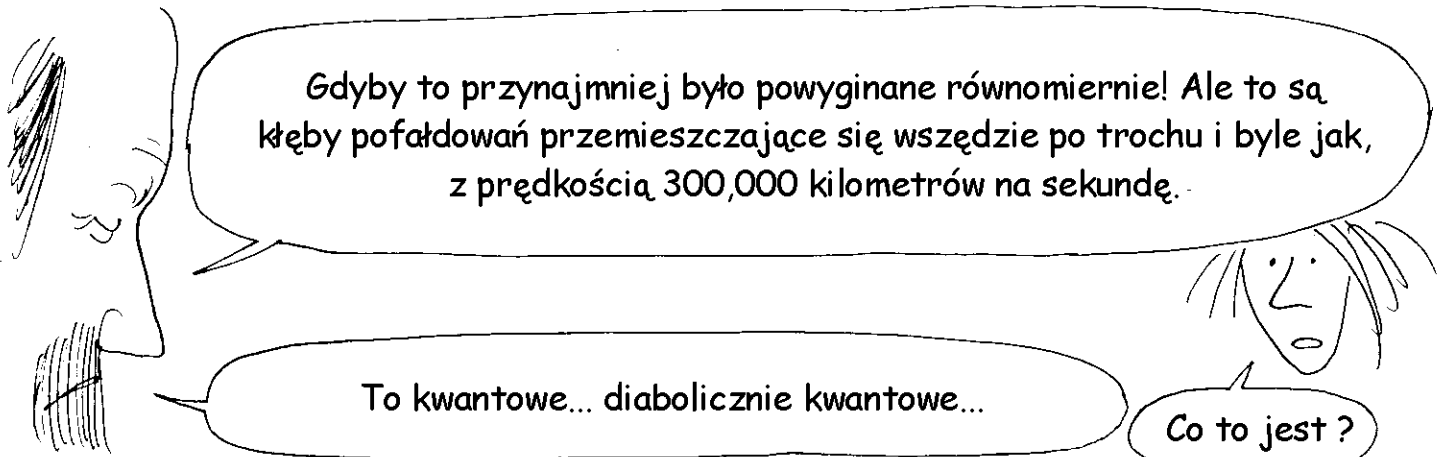
Zdaje się, że twój kolega ma problemy z dywanem.



Katastrofa... całe pofałdowane!

To normalne, że są fałdy. Chciałeś ułożyć za dużo naraz. Dywan jest ściśnięty...

Tsss... bez ściśnięcia nie byłoby energii. Byłaby tylko przestrzeń.



Gdyby to przynajmniej było powyginane równomiernie! Ale to są kłęby pofałdowań przemieszczające się wszędzie po trochu i byle jak, z prędkością 300,000 kilometrów na sekundę.

To kwantowe... diabolicznie kwantowe...

Co to jest?



W tym wszechświecie nie ma zbyt wielu RZECZY!

Ależ tak!
Tutaj RZECZY są rodzajem przemieszczających się falowań.

Ten konkretny Wszechświat ma tylko dwa wymiary, a więc to POWIERZCHNIA, której wypukłości przedstawiają cząsteczki, masy i promieniowanie. Gdybyś należał do tego dwuwymiarowego Wszechświata, oto jakbyś wyglądał.



To nieładne, wcale nieładne...

W naszym trójwymiarowym świecie, cząsteczki są także lokalnymi wahaniami krzywizny.

Przedtem było lepiej.

Przed czym?

No cóż... nazwałbym te wędrujące pofałdowania FOTONAMI.

O Boże, o mój Boże!
Jakby nam tego było mało...

Co?

Popatrz na to!
Są wszędzie!!!

Nie dość, że się zbija w bryły,
to na dodatek wiruje. Nieźle!

Jak skłębiona pościel.
Albo małe wiry wodne.

Co ciekawe jedne kręcą się w jednym
kierunku, a inne - w przeciwnym.

Tak jak fotony, poruszają się
z prędkością 300 000 km/sekundę.

Nazwałbym te wędrujące wiry NEUTRINO,
kiedy kręcą się w ten
sposób:

I ANTYNEUTRINO, kiedy kręcą się w
przeciwnym kierunku.

Trzęsie się jak galareta. Na całym dywanie
nie ma ani jednego płaskiego miejsce. Garby
tłoczą się dosłownie jeden na drugim (*).

Ten Wszechświat jest
bardzo, bardzo niestabilny.
Kompletna porażka!

Gdyby chociaż był w tym wszystkim jakiś porządek!
Ale to totalny bałagan. Wszystko jest rozłożone losowo!

A ja nie cierpię gier losowych!

Los, mój przyjacielu,
to diabeł!


Ach...

Cosmosol,
uniwersalna
wykładzina

Nie gram
nawet w kości...

Oh, patrzcie! Tam COŚ się dzieje...

(*) Właściwość tego, co nazywamy PROMIENIOWANIEM
CIAŁA CZARNEGO (diabeł wie, dlaczego...)




Oto dwie wędrujące fałdy,
które idą sobie na spotkanie.
Wpadną na siebie.




BUM!

Co za chaos,
przyjaciele!



Teraz się tworzą pęcherze.
Jeden w górę, drugi w dół.



Oddalają się od siebie z prędkością
bliską 300 000 km/sekundę.

Dobrze. Nazwę garby MATERIA, a wklęsłości ANTYMATERIA.
Skoro jest KRZYWIZNA, jest i MASA.

Foton, wklęsłość i garb
wszystkie naraz, to jego
własna antycząsteczka.

MATERIA i ANTYMATERIA, zrodzone
ze zderzenia pomiędzy fotonami, ukazują się ze
względnyimi prędkościami.

Garb, wklęsłość -
to wszystko jest dowolne.

Jaki jest sens tej
głębokiej refleksji, mój drogi
Tyrezjaszu? Jedne rzeczy
ukazują się jako wklęsłości,
a inne jako garby. Wydaje
mi się to oczywiste.

To dlatego, że jesteśmy z tej strony dywanu. Gdybyśmy byli z drugiej,
garby stałyby się wklęsłościami,
a wklęsłości garbami.

Ale... ja widzę
tylko jedną stronę!!!

Tyrezjasz!!!

Już trochę
pożartować nie można...

?...

Kolejny
epistogliniarz (*)

Popatrz! Tam...kiedy garb spotyka się z wklęsłością dość wolno,
daje to z powrotem dwie wędrujące fałdy. To odwrotny proces.

Hmm...
zwyczajna ANIHILACJA
cząsteczki materii i jej
antycząsteczki. Daje to z
powrotem dwa fotony.

Totalny chaos.

Hmm...

(*) od epistemologia: wiedza i gliniarz : policjant

Tworzenie i niweczenie cząsteczek, na bazie par fotonów, powtarza się w nieokreślonym rytmie. W tym chaotycznym świecie ciągłej zmiany nie ma struktur. Tylko stłoczone kłębowisko fotonów, neutrin, antyneutrin oraz mnóstwa cząsteczek i antycząsteczek, nietrwałych i różnorodnych. To CHAOS. (*)

Przypomina
mi to SEXONY.

Co to są sexony?

Cząsteczki, które cały
czas zajmują się rozmnażaniem.

Wygląda na to, że wędrujące fałdy mają
bardzo różne szerokości, podobnie jak garby - bywają
wąskie i wysokie albo szerokie i płaskie.

Nazwałbym tę rozpiętość
wędrujących fali - FOTONÓW
- DŁUGOŚCIĄ FALI λ

Przypuśćmy, że tworzę
przemieszczające się drganie
potrząsając tym sznurem.
Najpierw potrząsam nim delikatnie,
stosuję niewiele energii i długość
fali λ jest duża.

Jeśli teraz mocniej pociągnę sznur,
jeżeli przekażę mu więcej ENERGII,
długość fali λ będzie o wiele krótsza.

Aj!

W ten sposób, że im więcej
fala przenosi energii, tym
mniejsza jest jej długość.

Powiedziałbym, że energia przenoszona przez
FOTON, cząstkę ŚWIATŁA, będzie ODWROTNIE
PROPORCJONALNA do jej DŁUGOŚCI FALI λ :
 E zmienia się jako $1/\lambda$

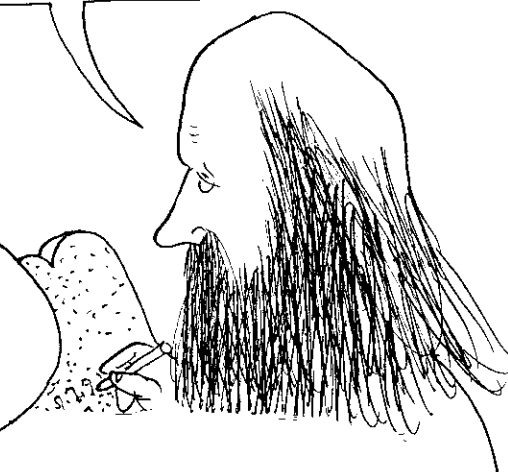
Niech tak będzie...

IM MNIEJSZY, TYM CIĘŻSZY



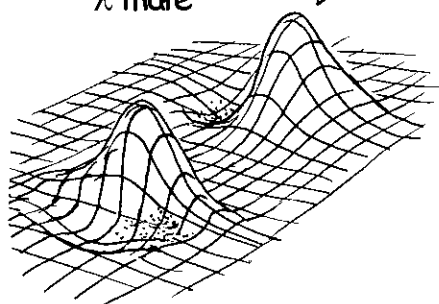
Zgoda, jeśli chodzi o te wędrujące fałdy, które nazywasz FOTONAMI. Ale co odróżnia wąskie i wysokie wklęsłości i garby od szerokich i płaskich?

Nazwę tę szerokość wklęsłości i garbów DŁUGOŚCIĄ FALI COMPTONA λ_c ; MASA m jest do niej ODWROTNIE PROPORCJONALNA. Więc m zmienia się jak $1/\lambda_c$.



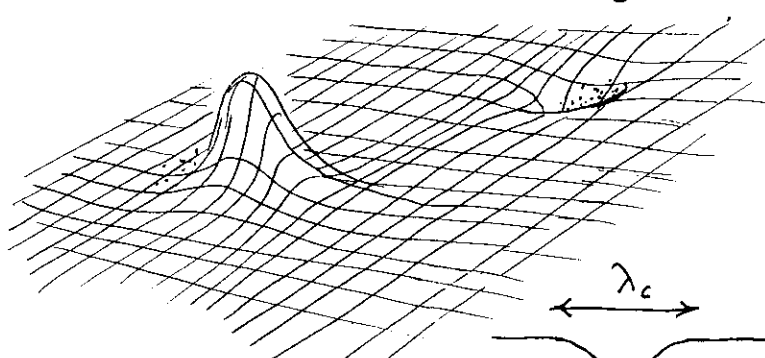
Wysokoenergetyczne fotony, o krótkiej długości fal, tworzą cząsteczki (i przeciwcząsteczki) o dużej masie m , wąskie i wysokie.

λ małe



FOTONAMI

λ_c małe: mała długość fali Comptona



duża masa m

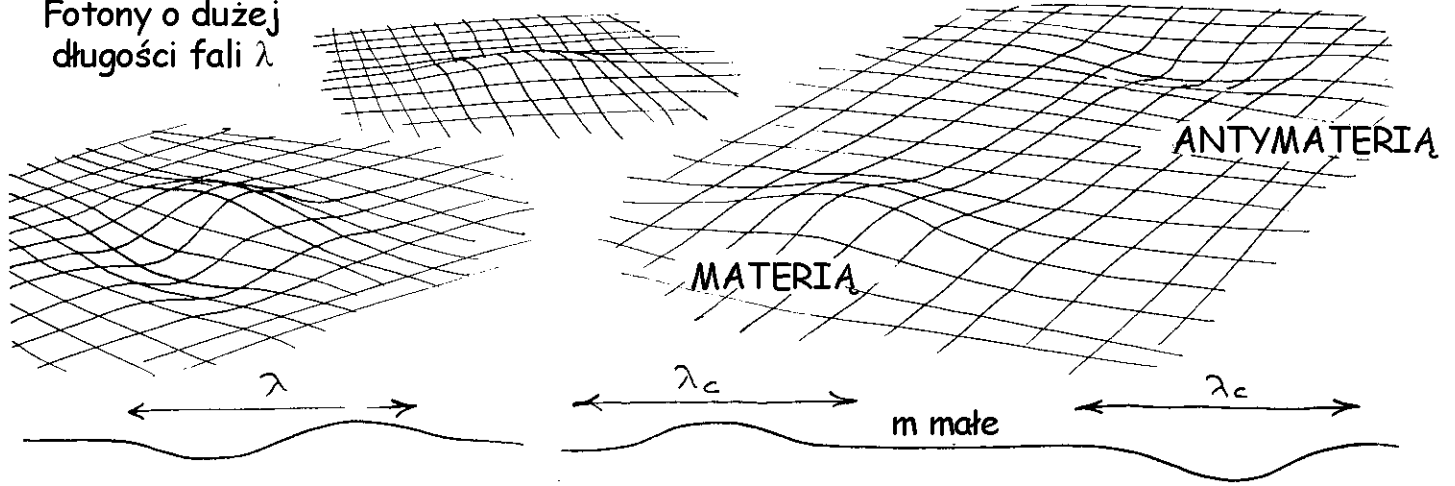
ANTYMATERIA

MATERIA

λ_c

λ_c

Fotony o dużej
długości fali λ




Fotony o dużej długości fali → cząsteczki o dużej długości fali Comptona.
Odwrotnie, fotony o względnie niskiej energii, tworzą parę
cząsteczka-antycząsteczka o dużej długości fali, tj.
o niskiej masie: λc duże, m małe.

W rzeczywistości to jeszcze o wiele prostsze.
Z tego, co widzimy $\lambda = \lambda c$ (*), tj. cząsteczki
(i antycząsteczki) są tego samego « rozmiaru »,
co fotony, które je tworzą.

To znaczy, że kiedy znamy MASE
jakejkolwiek cząsteczki, znamy od razu
długość fali promieniowania, które ją stworzyło.

(*) Pamiętajmy, że $E(\text{energia}) = m(\text{masa})$. Patrz WSZYSTKO JEST WZGLĘDNE.

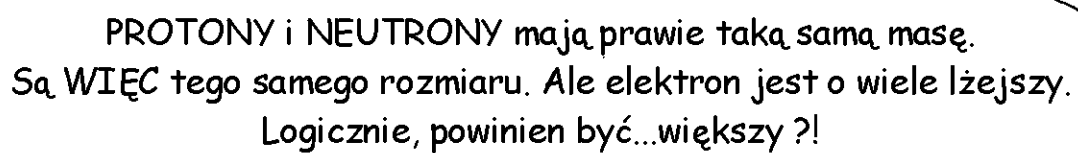


Poczekaj! Coś tu kuleje
w tej całej historii! To w ogóle nie gra...

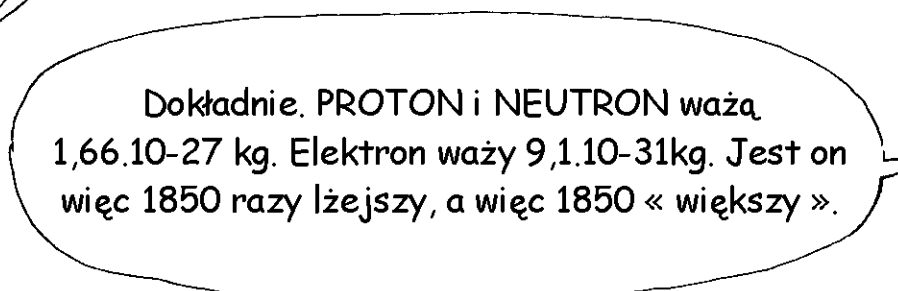
BING

O, PRZEPRASZAM!


!!!



PROTONY i NEUTRONY mają prawie taką samą masę.
Są WIĘC tego samego rozmiaru. Ale elektron jest o wiele lżejszy.
Logicznie, powinien być...większy ?!




Dokładnie. PROTON i NEUTRON waży
 $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg. Elektron waży $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. Jest on
więc 1850 razy lżejszy, a więc 1850 « większy ».



Ja...ee...
oj oj oj...

Widziałeś
kiedyś proton?

Ee...
NIE...



No więc!

Ach, piękna jest ta
dzisiejsza księga rodzaju!

Co tam tworzysz?

ATOM WODOROWY
bardziej zgodny z rzeczywistością,
Z dużym elektronem i małym **PROTONEM**
stanowiącym jego **JĄDRO**.

O Boże, o mój Boże!
Co za chaos...Moi drodzy, pomóżcie mi trochę
uporządkować tę gmatwaninę.

TEMPERATURA PROMIENIOWANIA

T_R

O rety...

Wszystkie te fotony mają różne długości fal i energie. Ale ogólnie mogę zdefiniować średnią długość fali i średnią energię świetlną.

TEMPERATURA PROMIENIOWANIA T_R będzie miarą tej średniej energii fotonów.

Co za katastrofa...

STAN RÓWNOWAGI

Czy mieszanka może mieć różne temperatury?!

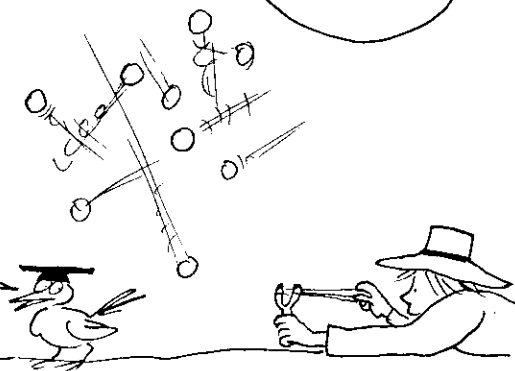
BING!

Tak, ale to zobaczymy na stronie 46. W międzyczasie cząsteczki wymieniają się energią pomiędzy sobą lub z fotonami, poprzez zderzenia. Ten mechanizm ma tendencję do ujednoczenia temperatur, ZRÓWNUJĄC je, a więc wprowadzając system w stan RÓWNOWAGI TERMODYNAMICZNEJ.

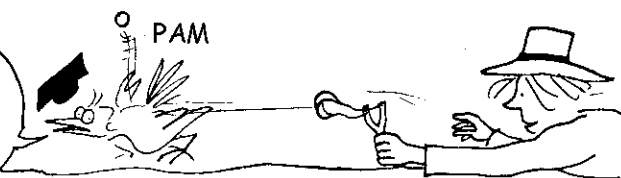
TEMPERATURA MATERII

T_m

Wszystkie te MATERIALNE cząsteczki mają zmienne masy m i prędkości V . ENERGIA KINETYCZNA cząsteczki materialnej wynosi $\frac{1}{2} MV^2$. Ale w tej grupie mogą zdefiniować średnią energię ruchu (TERMICZNA).




I TEMPERATURA MATERII T_m będzie miarą tej ŚREDNIEJ ENERGII RUCHU TERMICZNEGO.



TERMODYNAMIKA

Jeśli cząsteczka ma zbyt dużo energii, jeśli jest zbyt szybka, zbyt « gorąca », wówczas spowolni ją zderzenie z inną cząsteczką. I odwrotnie, jeśli jest ona zbyt powolna. Jeśli to zjawisko sprzężenia energii poprzez zderzenia jest dość intensywne, wtedy nie tylko temperatury będą równe, ale też zostaną takie, kiedy rozszerzysz lub sprężysz mieszanę.

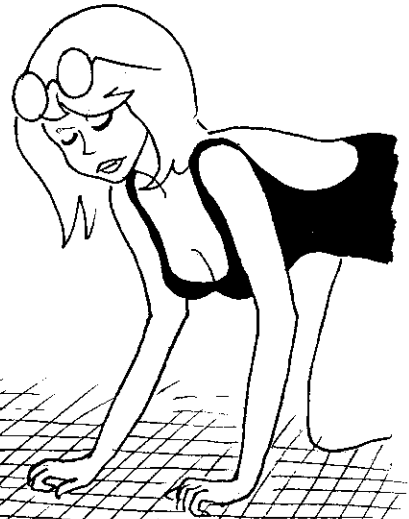




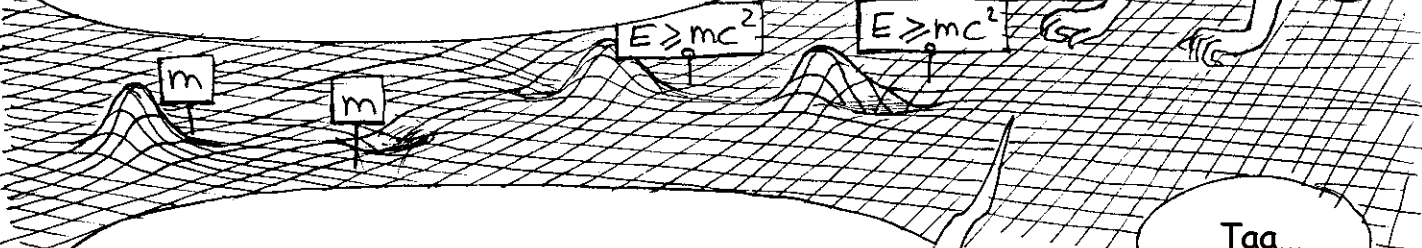
Co za zamieszanie!
Cząsteczki i antycząsteczki rodzą się i umierają w parach w piekielnym tempie.

Jakie są warunki
do stworzenia pary cząsteczka -
antycząsteczka?

TEMPERATURA GRANICZNA



Żeby stworzyć PARĘ
cząsteczka - antycząsteczka, o wspólnej
masie m , potrzeba energii $2mc^2$, która j
est dostarczona przez parę fotonów
o wyższej lub równej energii.



Jeśli średnia energia fotonów będzie niższa
od energii granicznej mc^2 , tj. jeśli temperatura
promieniowania T_R będzie zbyt niska (poniżej wartości
granicznej), wówczas te cząsteczki materialne nie
będą już mogły powstawać.

Taa...

O EWOLUCJI GATUNKÓW

Przetrwanie gatunku jest zawsze problematyczne. Może być ono zapewnione poprzez podwyższony rytm produkcji.



Co zakłada, że temperatura promieniowania T_R jest wyższa od temperatury granicznej związanej z tym gatunkiem.

Patrz, sexony!

Jeśli temperatura T_R jest niższa, bierze się pod uwagę kilka przyczyn wyginięcia.

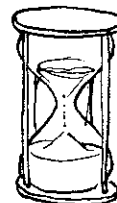
Najbardziej niebezpieczne jest wyniszczenie przez antycząsteczkę.



Następnie różnego rodzaju niedobre spotkania.

Kosmos jest polem walki.

Na dodatek cząsteczki mają swoją własną DŁUGOŚĆ ŻYCIA (*). Przekroczywszy ten okres, rozkładają się one spontanicznie, zamieniając się w inne cząsteczki i w promieniowanie.



Problem w tym, żeby przetrwać...

(*) ...ich zapas CHRONOLU.
Patrz WSZYSTKO JEST WZGLĘDNE.



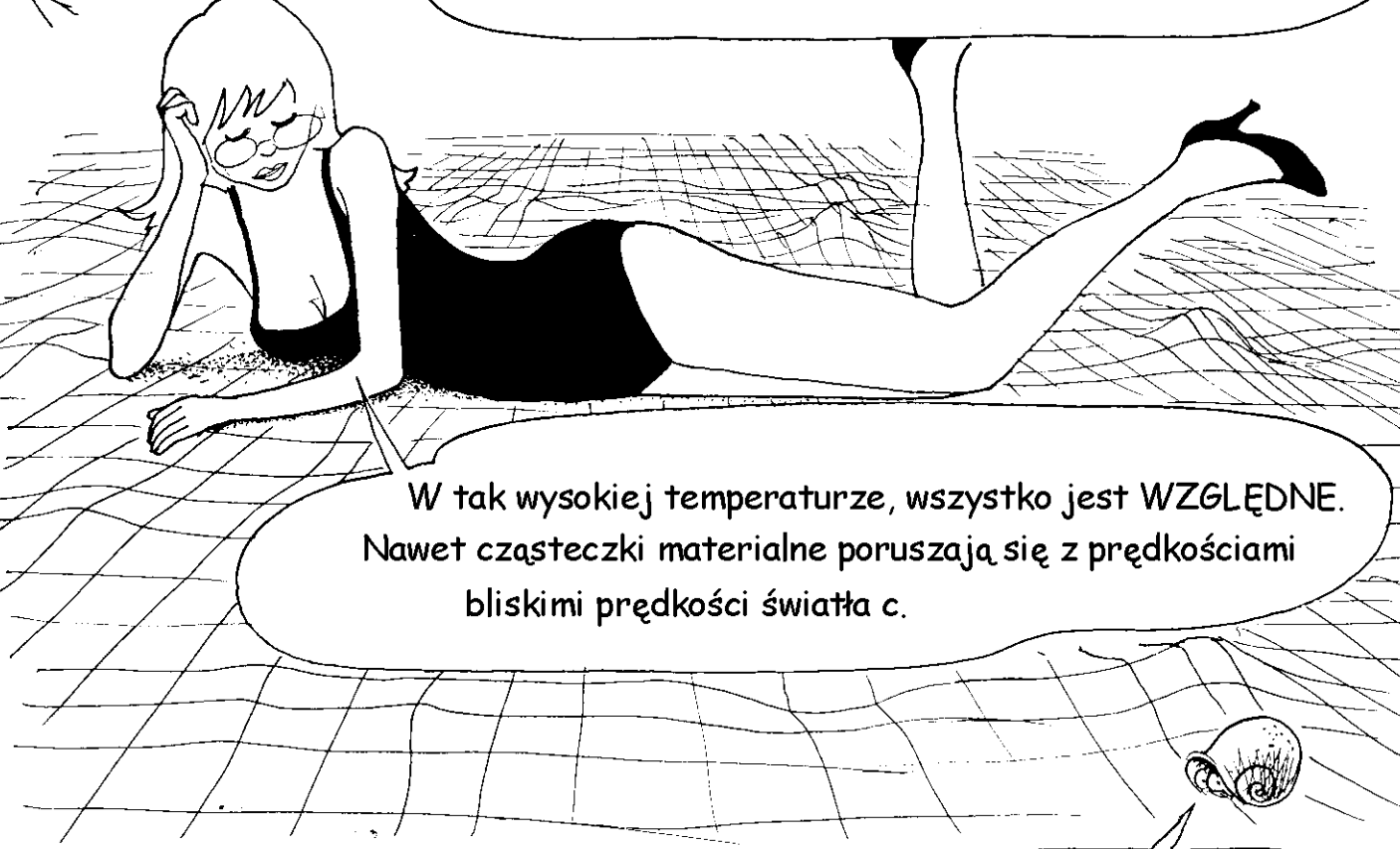
Jaka jest temperatura?

Złap fotona i zmierz jego długość fali λ !



Diabelskie nasienie ! Dwadzieścia tysięcy stopni ($2 \cdot 10^{13}$ K).

Wygląda na to, że jest mniej więcej tyle samo fotonów, neutrinów, protonów, neutronów i elektronów (oraz ich antycząstek).



W tak wysokiej temperaturze, wszystko jest WZGLĘDNE. Nawet cząsteczki materialne poruszają się z prędkościami bliskimi prędkości światła c .

W opowieści WSZYSTKO JEST WZGLĘDNE zobaczyliśmy, że kiedy prędkość cząsteczki zbliża się do prędkości światła, jej WŁASNY CZAS zastyga jak galareta.



Ale to stwarza spory problem... Jeśli wszystko porusza się z prędkością światła, wtedy CZAS (*) przestaje biec?! Nikt w nim nie żyje...

A

Nikt nie porusza się na tyle powoli, żeby czas uciekał mu w znaczący sposób.

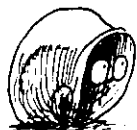


Och!

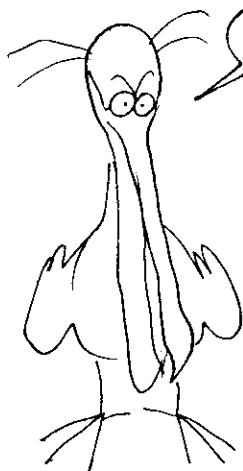
Świat zupełnie BEZCZASOWY byłby pozbawiony SENSU.



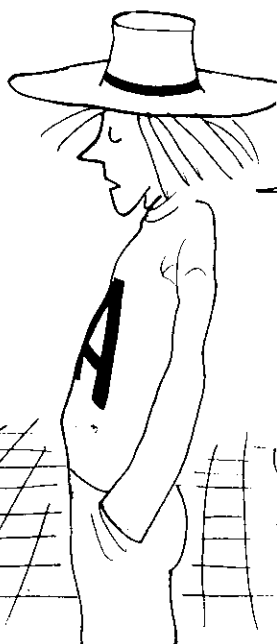
Czas jest być może luksusem, na który mogą sobie pozwolić jedynie niektóre wszechświaty?



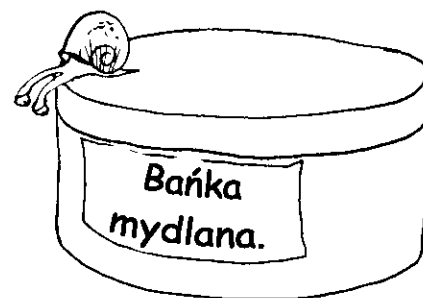
To diaboliczne!



Pff, po tym wszystkim, co już widziałem i usłyszałem... PRZESTRZEŃ, CZAS, WSZECHŚWIAT - to wszystko mydlenie oczu



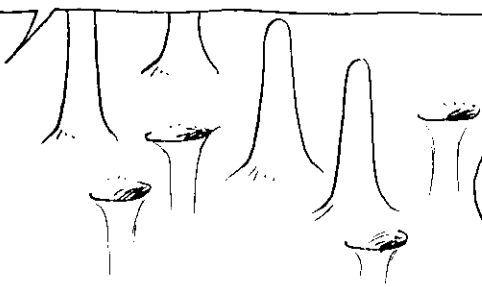
Uniwersalny składnik wszystkiego?



(*) czas kosmiczny, który mógłby być średnią CZASÓW WŁASNYCH.

CZĄSTECZKI ELEMENTARNE

Hej, wy - zamiast siedzieć z założonymi rękami, pomóżcie mi uporządkować nieco to kłębowisko CZĄSTECZEK ELEMENTARNYCH.



Te tutaj mają bardzo małe długości fali Comptona λ_c .

Te bardzo masywne cząsteczki są HIPERONAMI (*).

Potem idą HADRONY. PROTONY i NEUTRONY (podobnie jak antyprotony i antyneutrony) są wśród nich. Mają tendencję do układania się w JADRA. Żeby stworzyć te cząsteczki, potrzeba temperatury promieniowania wyższej niż 10^{13} K, tj. dziesięciu tysięcy miliardów stopni.

To ich temperatura graniczna.

Długość fali Comptona protonów i neutronów wynosi $1,35 \cdot 10^{-12}$ cm. Jedna tysięczna miliardowej centymetra.

ZAKAZ WSADZANIA
NOSA W NEUTRONY

(*) Hipotetycznie, wg aktualnego stanu wiedzy.

HADRON pochodzi od HADROS,
co po grecku oznacza silny.

Tyrezjasz,
mówisz po grecku?

Oczywiście jest tyle samo
ANTYHADRONÓW, co HADRONÓW.

A oto LEPTONY (*).

LEPTON

ANTYLEPTON

Żeby je stworzyć, wystarczy temperatura promieniowania
6 miliardów stopni (ich temperatura GRANICZNA).

Najbardziej znanym LEPTONEM jest elektron i jego bliźniak
anty-elektron lub POZYTRON. Zwróćmy uwagę, że temperatura graniczna
tworzenia elektronów jest 1850 razy niższa od temperatury granicznej
odpowiadającej protonowi i neutronowi.

To normalne, skoro do stworzenia
elektronu potrzeba 1850 razy mniej
energii niż dla protona.

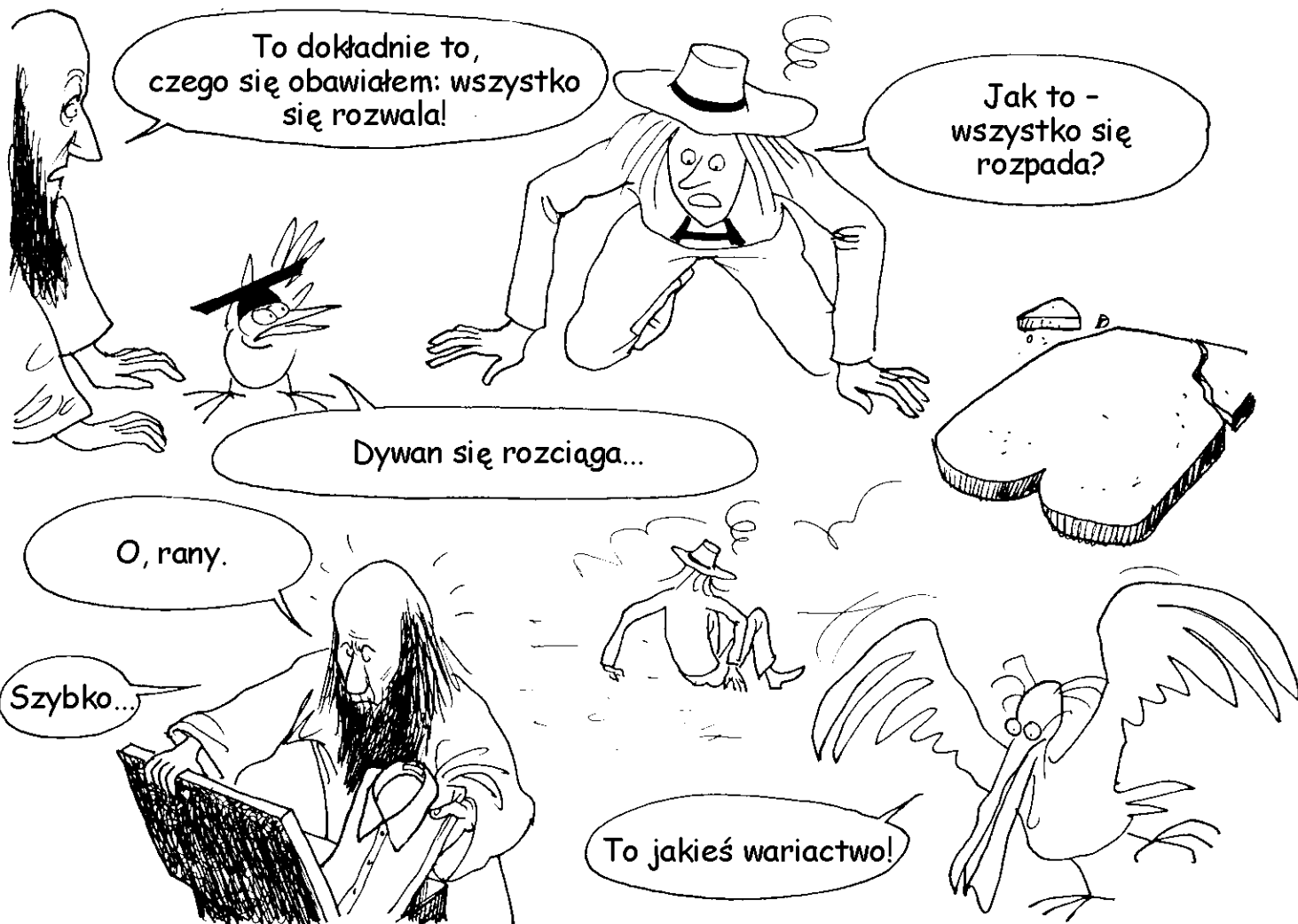
(*) z greckiego LEPTOS, chudy


WSZYSTKO SIĘ ROZWAŁA




Sytuacja była okropnie chronogeniczna (czas prosił się o pojawienie).

Chronotron ponownie się włączył i to było pierwsze WYDARZENIE, pierwszy MOMENT.





Gdzie jesteś?
Co się dzieje?




To ROZCIĄGANIE, to jest porażka...
Wrzechświat się rozciąga. Przepraszam...

Idę gdzie indziej.


Nie znoszę zmian!



Eh!




Zobaczysz, za jakiś
czas trochę się uspokoi.



On nas zupełnie zostawia
samym sobie, daje słowo.

Żegnaj,


wspaniała ciągłości.



Znowu się
nie udało!



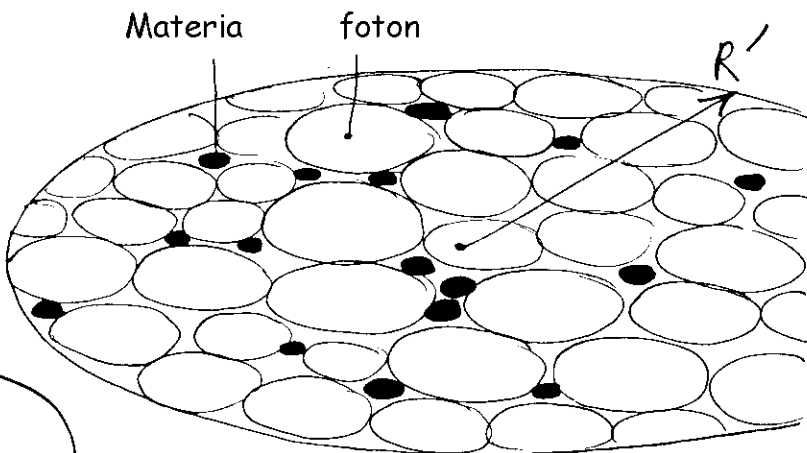
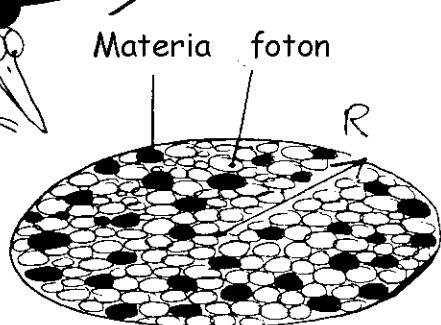
Gdzie on poszedł?



Wygląda jak bajoro ścieków.
Czy to katakumby Wszechświata?

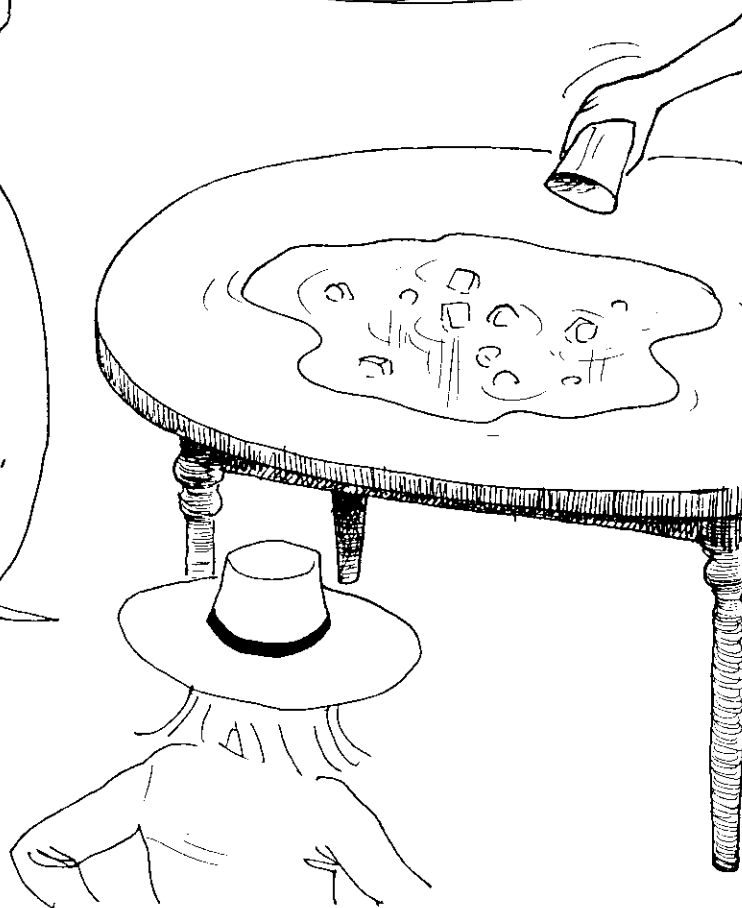
ZACHOWANIE MASY

Proszę popatrzeć, co się dzieje: fotony się rozciągają,
Cząsteczki materialne - nie.



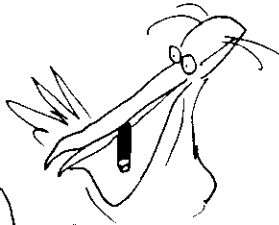
Materia to
zamrożona przestrzeń.

To przypomina to, co się dzieje,
kiedy na stół wyleje się szklanka
napęczniona wodą i kostkami lodu.
Masa wody się rozszerza, rozrasta.
Kostki lodu podążają za tym wzrostem,
ale zachowują swoje wymiary.

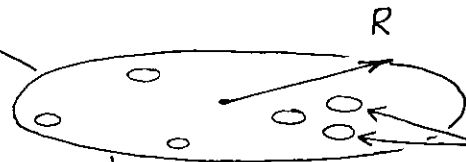


Ponieważ rozmiary cząsteczek materialnych są związane z ich masą, dedukuję na tej podstawie, że **MASA JEST ZACHOWYWANA**.

Z drugiej strony, zestaw fotonów (które się rozszerzają) traci **ENERGIĘ**.



Jeśli R jest promieniem Wszechświata i skoro długość fali λ fotonów podąża za ekspansją (λ jest zmienne jak R), dedukuję stąd, że temperatura promieniowania, która zmienia się jak $1/\lambda$, maleje jak $1/R$.



Wszystko dzieje się jakby wszechświat tworzył swoją własną przestrzeń, swój **KOSMOTOP (*)** wydzielając... próżnię...

Materia i światło są tylko dwoma różnymi formami tej samej istoty : **ENERGO-MATERII**. Fotony utrzymują swoją prędkość 300 000 km/s, ale tracą energię.

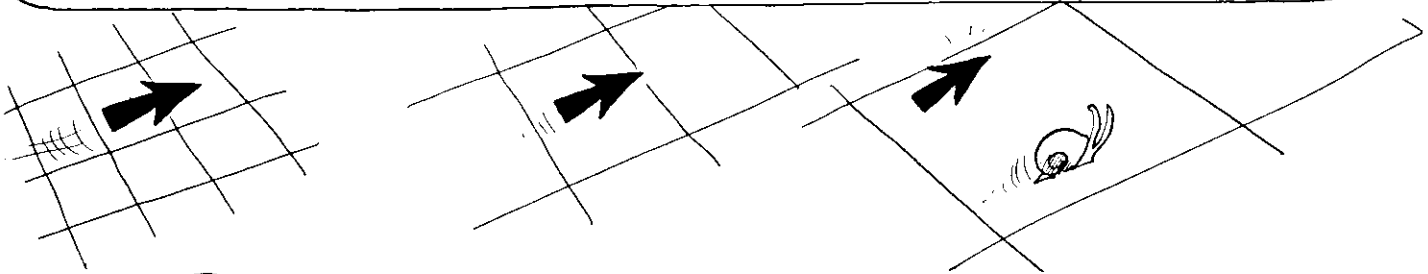
(*) od cosmos : KOSMOS i topos : MIEJSCE (miejsce, w którym znajduje się Wszechświat)

Oto dobra ilustracja sposobu, w jaki rozciąga się foton oraz wynikającej stąd utraty energii.



Ale jak zachowuje się materia podczas tej ekspansji?

Wszechświat wydziela przestrzeń jak skorupę. Im więcej czasu upływa, tym dłuższą drogę mają do przebycia cząsteczki. Kiedy wielkość Wszechświata podwaja się, prędkość ruchu cząsteczek materialnych zmniejsza się o połowę. Ich energia kinetyczna dzieli się więc przez 4: prędkość ruchu zmienia się odwrotnie do promienia R Wszechświata, podczas gdy temperatura T_m materii zmienia się jako $1/R^2$.

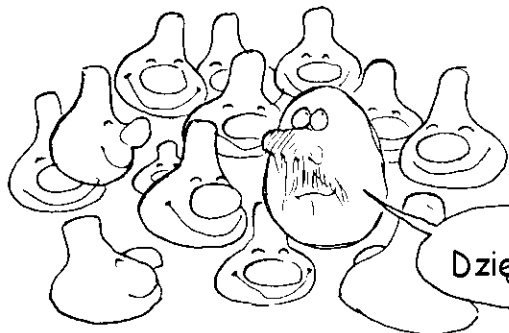


Ale... przed chwilą zobaczyliśmy, że temperatura promieniowania T_R zmieniała się jako $1/R$. Materia ma więc tendencję do szybszego ochładzania?



Uf, wykańcza mnie to...

Rzeczywiście. Ale kolizje fotony-materia ją rozgrzewają. Są one bardzo częste, utrzymują więc stan równowagi termodynamicznej ($T_R = T_m$) przez pewien czas.



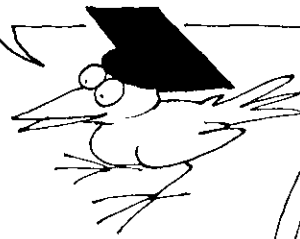
Dzięki, przyjaciele!

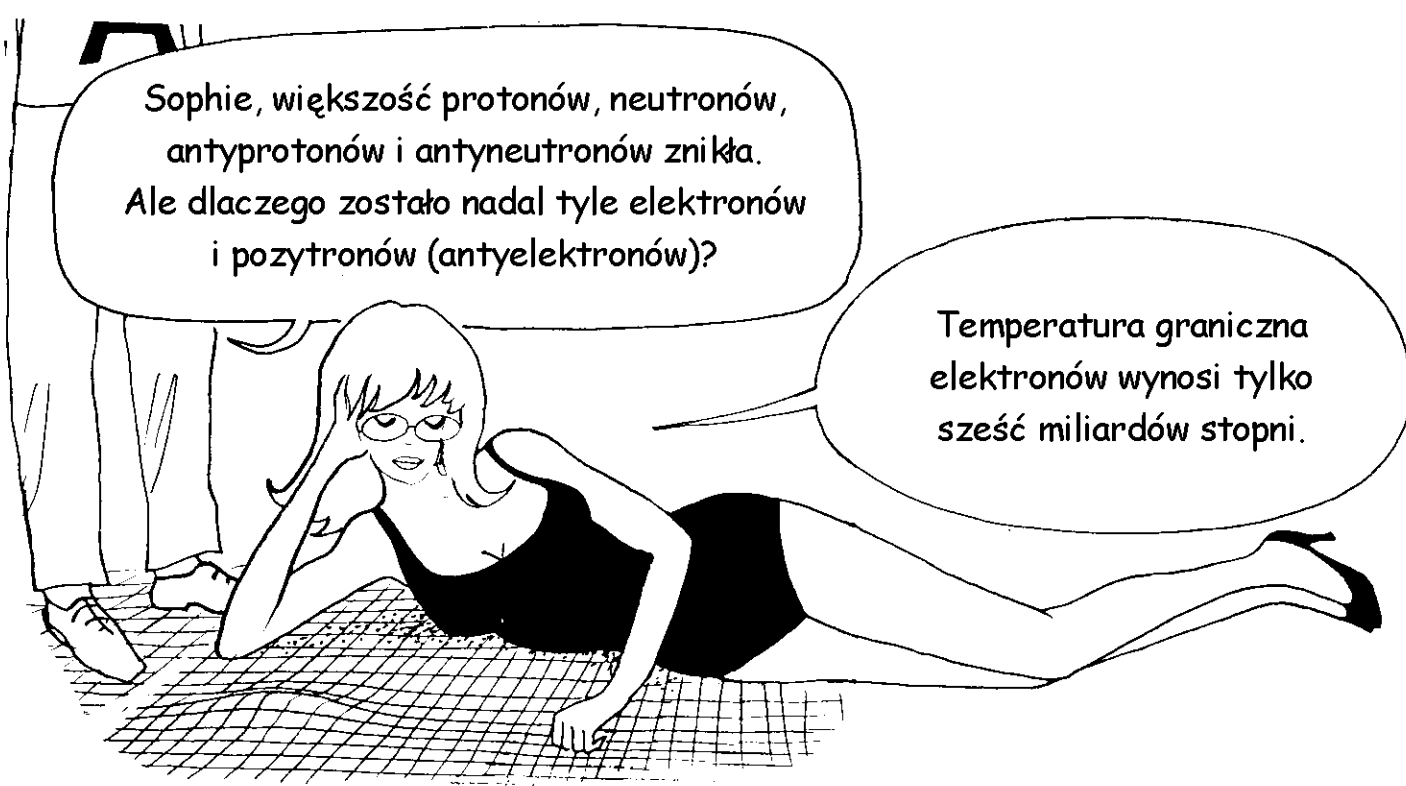
Setna sekundy

Protony, neutrony, antyprotony i antyneutrony poruszają się już tylko z szybkością jednej dziesiątej prędkości światła c .



Temperatura ($T_R = T_m$) spadła do stu miliardów stopni, tj. sporo poniżej ich temperatury granicznej, która wynosi dziesięć tysięcy miliardów stopni. Unicestwiły się one w parach w szaleńczym rytmie i zostało ich tylko jeden na MILIARD.





Sophie, większość protonów, neutronów, antyprotonów i antyneutronów znikła. Ale dlaczego zostało nadal tyle elektronów i pozytronów (antyelektronów)?

Temperatura graniczna elektronów wynosi tylko sześć miliardów stopni.

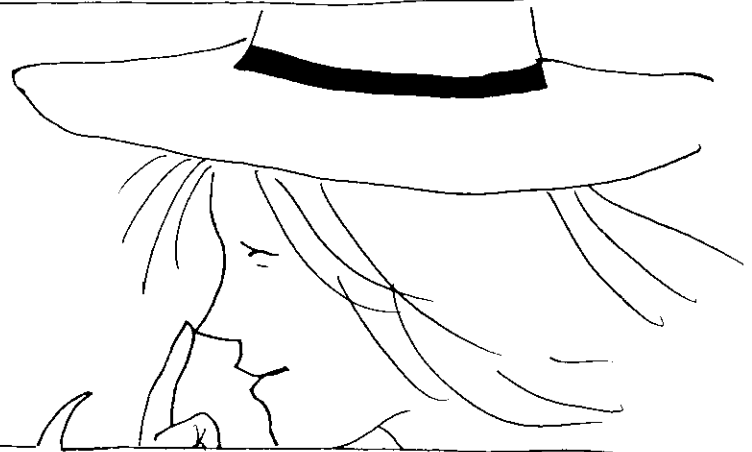
Tylko sześć miliardów stopni... słyszysz?

Wygląda na to, że się ochładza.

Jest w tym coś dziwnego... temperatura wynosi sto miliardów stopni. Protony, neutrony, antyprotony i antyneutrony poruszają się z szybkością jednej dziesiątej prędkości światła. Ale elektrony są nadal relatywne.

Tak, dlaczego?

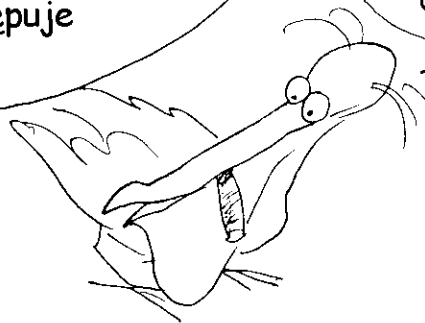
Środek jest zawsze w stanie RÓWNOWAGI TERMODYNAMICZNEJ:
sprężenie wszystkich gatunków i promieniowania jest zawsze intensywne.
Energie kinetyczne cząsteczek materialnych równają się średnio:
 $\frac{1}{2} M_{\text{protona}} (V_{\text{protona}})^2 = \frac{1}{2} M_{\text{elektrona}} (V_{\text{elektrona}})^2$



Poczekaj, skoro masa elektronu jest 1850 razy mniejsza od masy protonu, więc, niewątpliwie, żeby to zrekompensować, w danej temperaturze, szybkość poruszania elektronu jest o wiele wyższa.

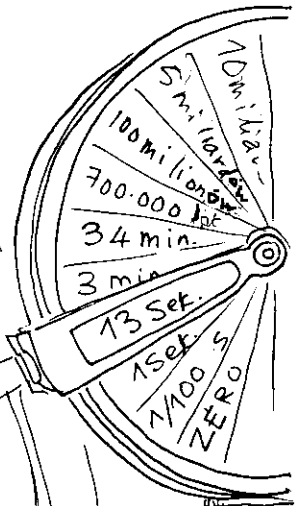
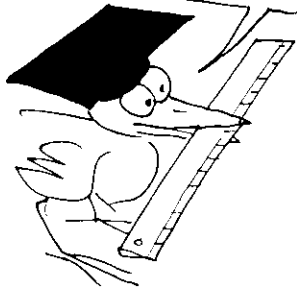
Faktycznie, skoro energia graniczna tworzenia cząsteczki o masie m równa się po prostu mc^2 , kiedy tylko prędkość poruszania V staje się znacznie mniejsza niż c , tworzenie tych cząsteczek ustaje i następuje spadek ich populacji.

Inaczej mówiąc: kiedy tylko populacja cząsteczek materialnych przestaje być relatywna, zostaje ona zdziesiątkowana.



Trzynaście sekund.

Temperatura spadła do trzech miliardów stopni.



Hej, patrzcie na elektrony i antyelektrony. Co za masakra!

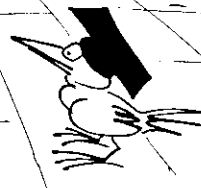
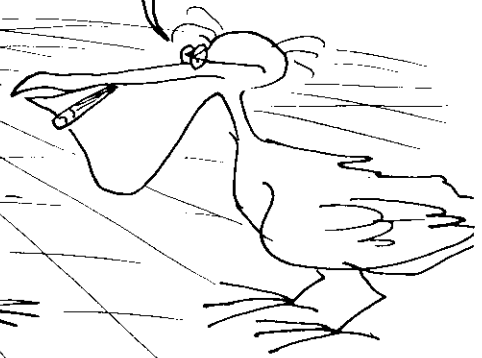


No tak, to poniżej ich temperatury granicznej.

Prawdziwy pogrom kosmologiczny!

Znów zostanie tylko jeden na MILIARD!

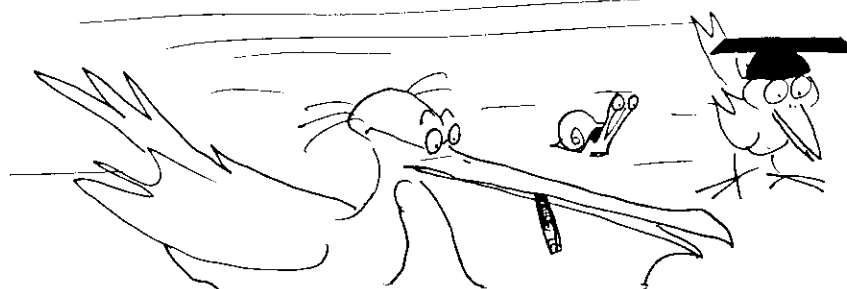
Co za strata...



Jeszcze chwila, a nie zostałoby NIC...
oprócz fotonów. Łut szczęścia...

Może gdzieś indziej
są inne Wszechświaty,
którym się nie udaje.

Jedną za największych tajemnic kosmologii
jest niemożność wyjaśnienia dlaczego materia i
antymateria nie unicestwiły się wzajemnie.



Na tym etapie opowieści zawsze zdarza się to
samo: w pewnym momencie problem **ANTYMATERII**
zostaje usunięty. Pfff!... antymateria zniknęła...

Tyrezjaszu, przypominam panu
o naszych zasadach. Wyłącznie **FAKTY!**
Bez dzikich spekulacji.

Mam dość
epistoglin.

Psst...!

(*) Jeden z kolejnych tomów będzie specjalnie poświęcony dzikim spekulacjom
« KARNAWAŁ NAUKI: Antologia przyszłych pomysłów ».

ERA RADIACYJNA

Nie ma już całej MASY cząsteczek.

Nie ma już wiele w tym wszechświecie, oprócz światła.

ENERGOMATERIA, która występowała w równych częściach jako materia, antymateria, fotony i neutrino, jest obecnie odnajdywana niemal wyłącznie w formie fotonów i neutrino, tj. promieniowania. Za każdym razem, kiedy wielkość R Wszechświata się podwaja, gęstość materii się zmniejsza. Proste rozcieńczenie.

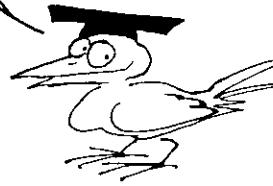
Na dywanie, kiedy R się podwaja, gęstość jest podzielona przez $2 \times 2 = 4$. W naszym tradycyjnym trójwymiarowym wszechświecie, jest ona tak naprawdę podzielona przez $2 \times 2 \times 2 = 8$.

Gęstość materii zmienia się jak odwrotność kwadratu «wielkości» «promienia» R Wszechświata.

Ale dla nas z fotonami jest bardziej dramatyczna sprawa. Ekspansja pozbawia nas stopniowo całej naszej energii. Ilość energomaterii, którą nosimy zmniejsza się odwrotnie do promienia R Wszechświata.

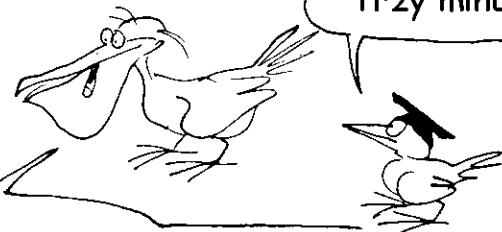
To sprawia, że gęstość energomaterii, która ma formę fotonów, zmienia się jak odwrotność siły jednej czwartej R .

Dopóki materia pozostaje połączona z fotonem, ogrzewa ją on w sposób ciągły.
Aż do momentu, kiedy temperatura (wspólna: $T_R = T_m$) spada do 3000 stopni,
tj. podczas 700 000 lat.



NUKLEOSYNTeza

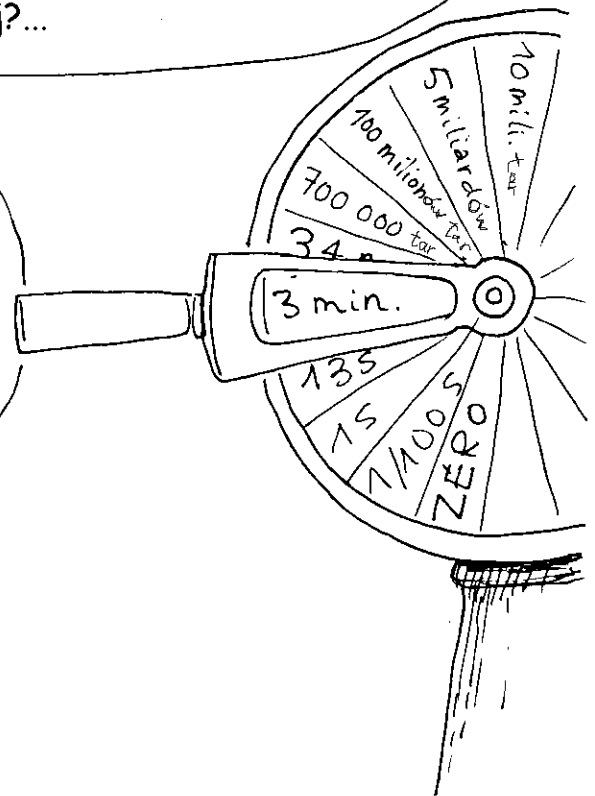
Trzy minuty

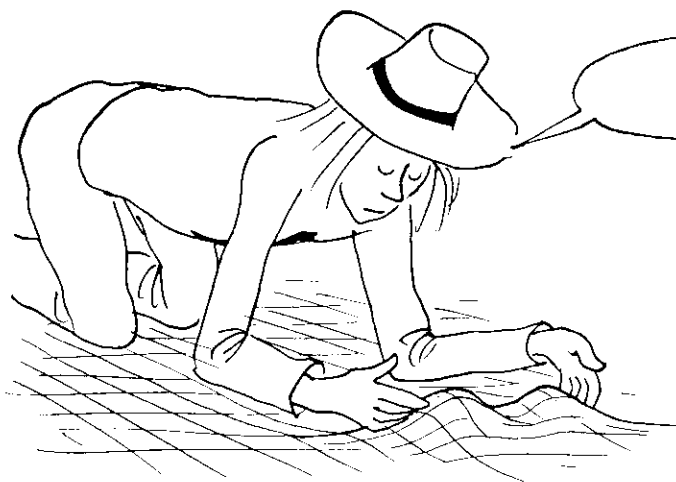


W stosunku do stanu opisanego na stronie 31,
w pierwszej setnej sekundy, wielkość Wszechświata R została pomnożona
przez sto, a temperatura ($T_R = T_m$) spadła do miliarda stopni.
Nic już nie zostało. Co dalej?...

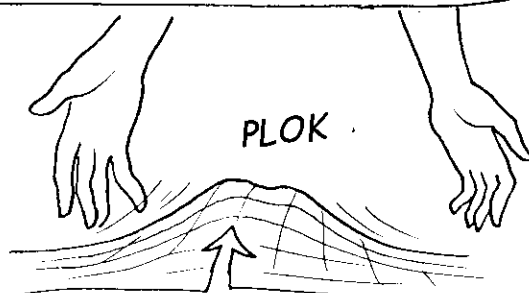


Oto dwa garby.
A jeśli spróbowałbym
je pchać, przysunąć
jeden do drugiego?





Najpierw się odpychają

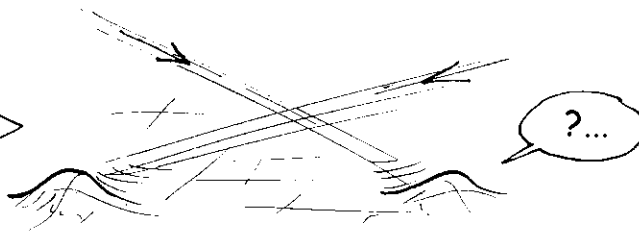


A potem się przyciągają,
żeby stworzyć jeden przedmiot.

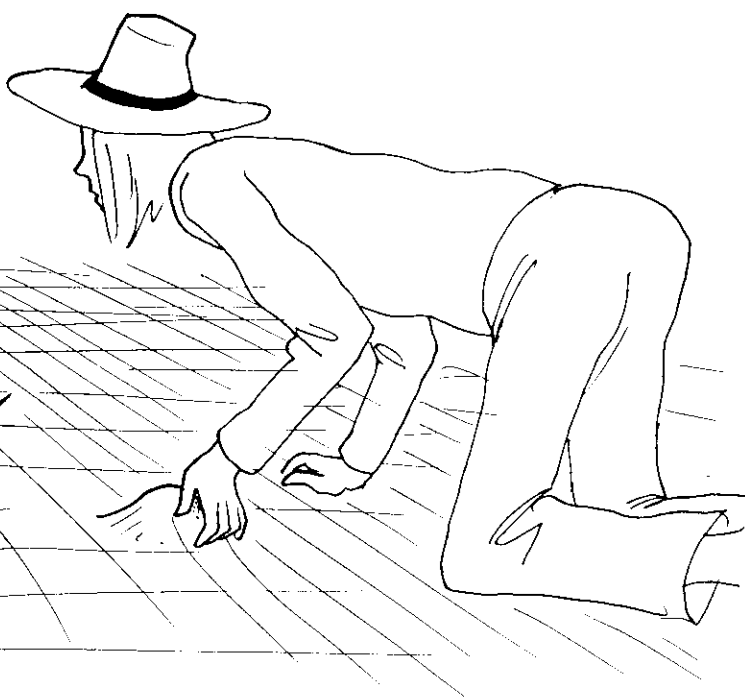
Kiedy dwa garby wchodzą w kolizję, możliwe są trzy przypadki:
jeśli poruszają się powoli,
odbijają się od siebie.



Kiedy są zbyt prędkie, ich drogi krzyżują się tak szybko,
że nie mają czasu na interakcję.



Mogą się więc tylko połączyć
w ramach jednej, ściśle
sprecyzowanej prędkości,
temperatury.



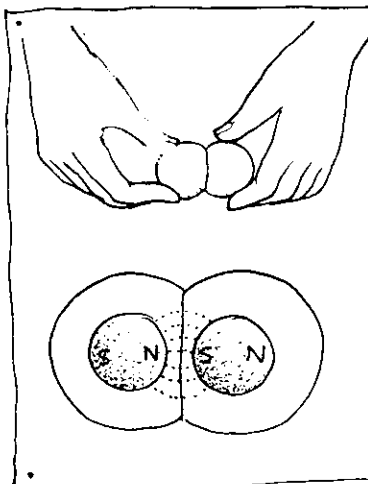
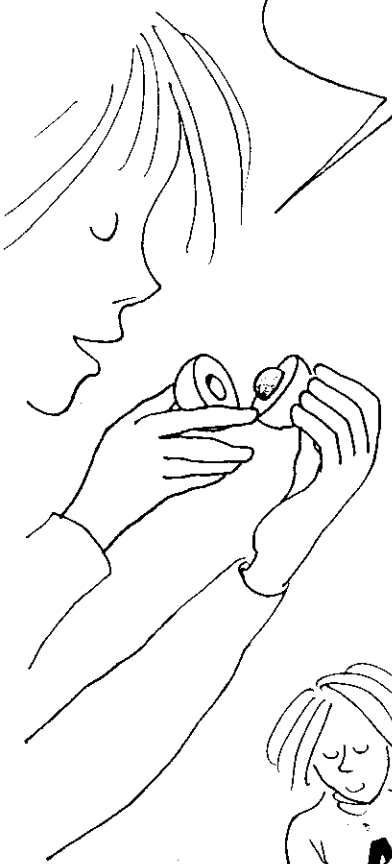
I gwałtowna kolizja z
trzecim elementem burzy tak
utworzoną strukturę.



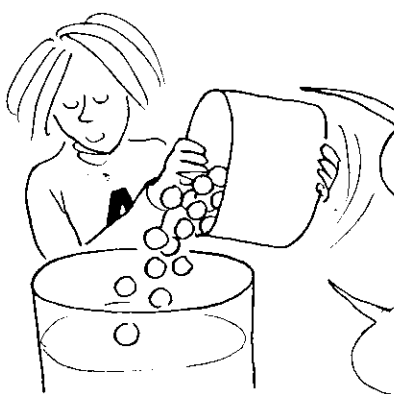
Te reakcje FUZJI produkują pierwsze JĄDRA ATOMÓW. Owa MORFOGENEZA prowadzi do powstania pierwszych FORM, pierwszych STRUKTUR Wszechświata.

To bardzo śmieszna sprawa. Potrzebna jest siła przyciągania i siła odpychania. Na długi dystans siła przyciągania wygrywa, na krótki - odwrotnie.

Wezmę magnesy i włożę je do kulek z gąbki.



Gąbka łatwo się zgniata; jeśli przycisnę obie kulki do siebie, zostaną przyklejone jedna do drugiej.



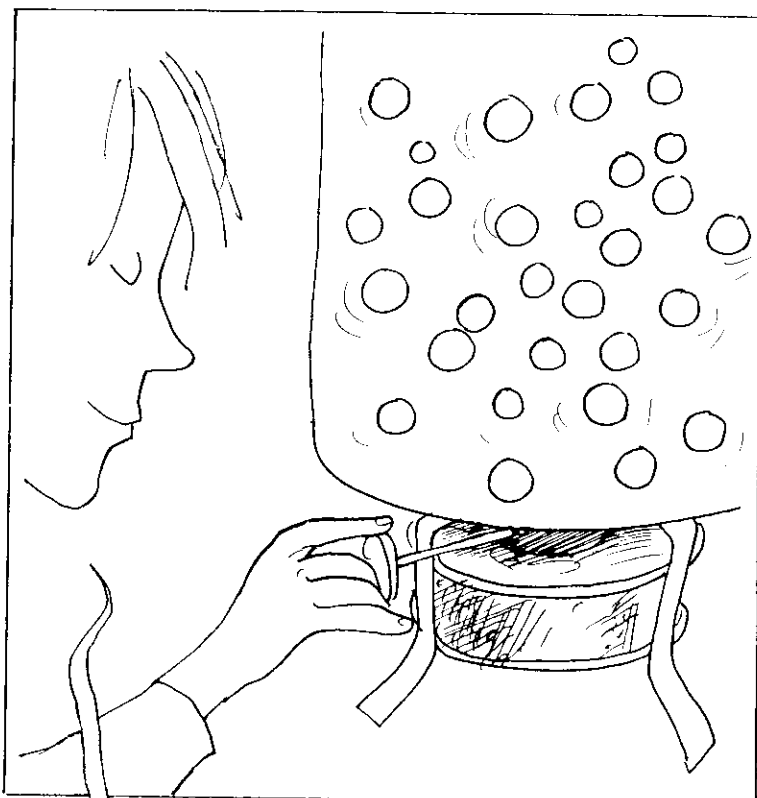
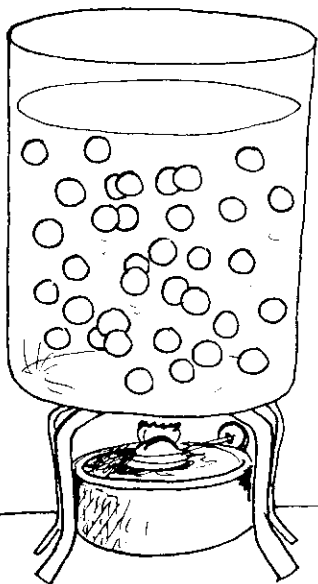
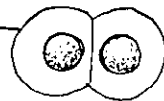
Włożę te kulki do dużego zbiornika z wodą...

...żeby mogły się poruszać.

Ingerują tu dwie siły. Jedna przyciągania: magnesy, druga odpychania: gąbka w stanie zgniecionym. Działa ona, kiedy kule się dotykają. Zasięg siły magnetycznej jest taki, że gąbka musi być wystarczająco zgnieciona, żeby wkroczyła ona do akcji. Istnieje pozycja, konfiguracja, w której te siły się równoważą.



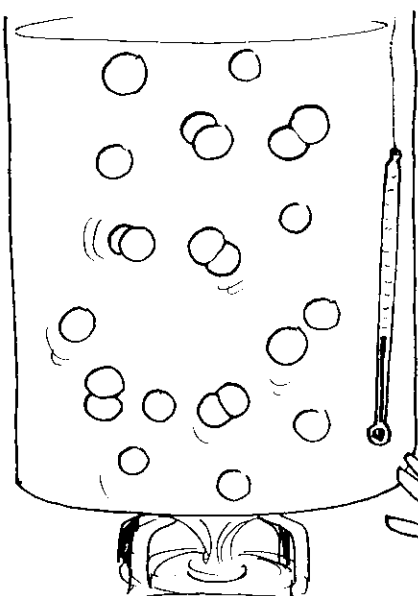
Gąbka daje kulkom gęstość praktycznie równą gęstości wody. Teraz tworzę ożywienie przez podgrzewanie.



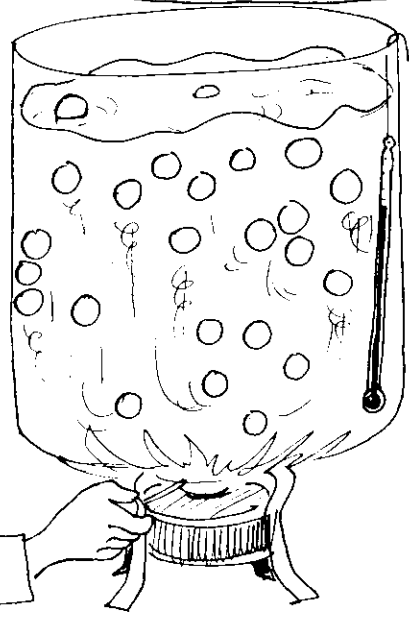
Kiedy podgrzewanie jest słabe, kulki odbijają się delikatnie jedne od drugich i nic się nie dzieje. Kiedy na siebie wpadają, nie ma dość energii żeby zgnieść gąbkę i wyzwolić siłę elektromagnetyczną, która działa na krótkie dystanse.

Dobra,
podwyższę ogrzewanie.

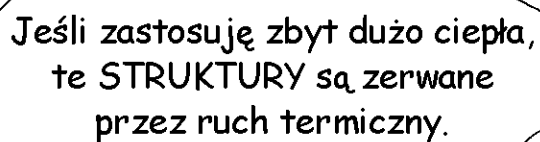




Teraz działa! To właściwa temperatura
(wyższa od PROGOWEJ). Stopień wzburzenia
jest wystarczający.



Rzeczywiście,
kulki łączą się w pary.

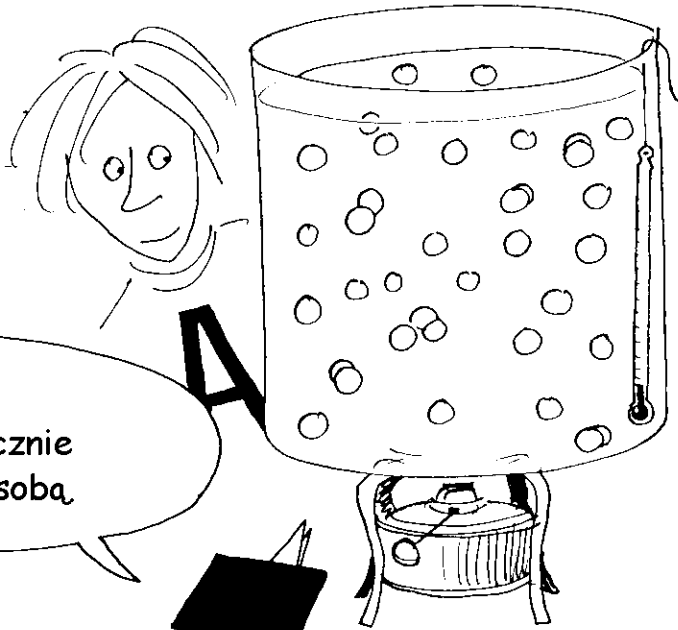


Jeśli zastosuję zbyt dużo ciepła,
te STRUKTURY są zerwane
przez ruch termiczny.



A jeśli ochłodzisz?

Anzelm pozwala wodzie ostygnąć.
TURBULENCJA zmniejsza się.
W pewnym momencie kilka kulek się łączy.
Ale, ponieważ temperatura nadal opada,
ta NUKLEOSYNTeza ustaje.

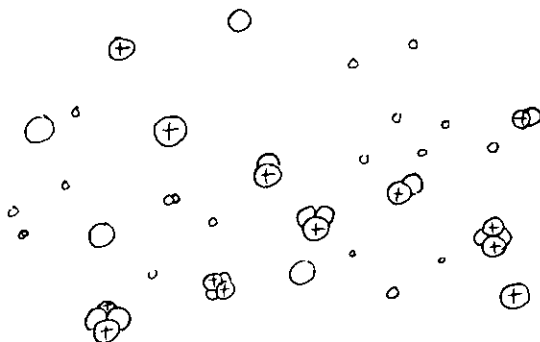
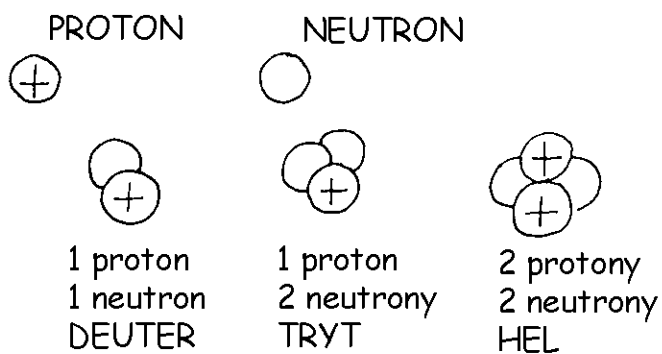


Teraz nic już się nie da zrobić.
Jest za zimno. Kulki nie są dostatecznie
wzburzone, żeby się łączyć między sobą.



Jesteśmy poniżej PROGU.

To samo dzieje się, kiedy temperatura Wszechświata spada poniżej **miliarda stopni**.
Tj. po **kilku MINUTACH**. Wówczas tworzą się struktury po dwie, trzy, cztery «kulki».



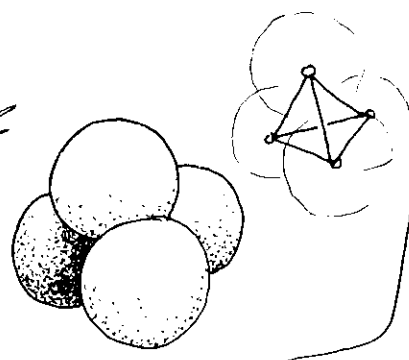
Ale DEUTER i TRYT zaraz po stworzeniu połączą się w REAKCJI NUKLEARNEJ:

$$\text{D} + \text{T} \rightarrow \text{He} + \text{n}$$

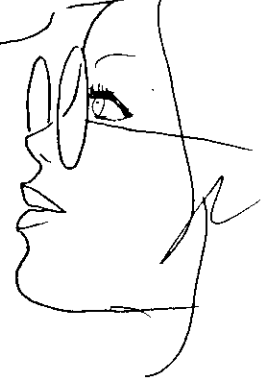
deuter + tryt daje hel + neutron
Na tym etapie Wszechświat jest BOMBĄ WODOROWĄ



Więc wszystko zamieni się w hel?



Jądro helu jest bardzo symetryczne, zwarte i twarde. Gdyby temperatura się utrzymała, cała materia przeistoczyłaby się w hel. Ale po 34 minutach temperatura spada do 300 milionów stopni i ta nukleosynteza się zatrzyma. Nukleony nie mają dość prędkości, żeby wygrać z odpychaniem elektrostatycznym (+odpycha+). Gra zostanie rozegrana.



Ostatnie wolne neutrony ulegają rozpadowi. Są one naturalnie niestabilne i przekształcają się, podczas 109 sekund, w parę PROTON-ELEKTRON.



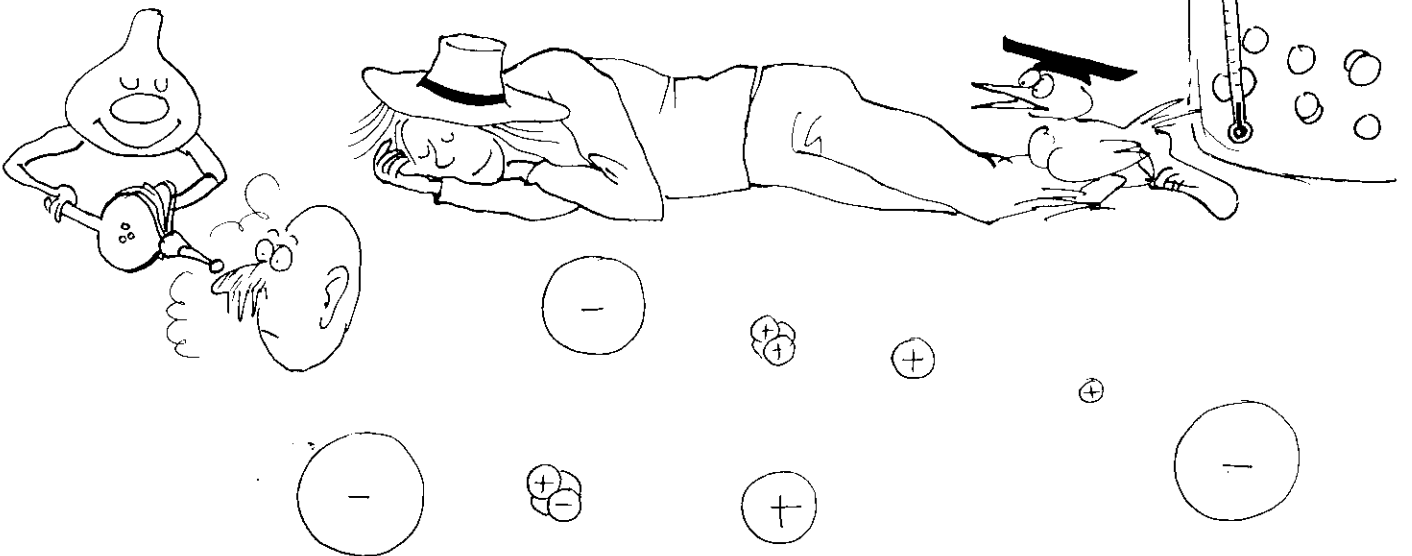
Mineły 34 minuty od początku.

No i co?

Pod koniec tej fazy mamy prymitywną zupę złożoną z FOTONÓW, NEUTRONÓW, PROTONÓW, ELEKTRONÓW i JĄDER HELU. Materia rozkłada się, według wagi, w ten sposób: 25% helu do 75% wodoru (wolne protony).

HIP!

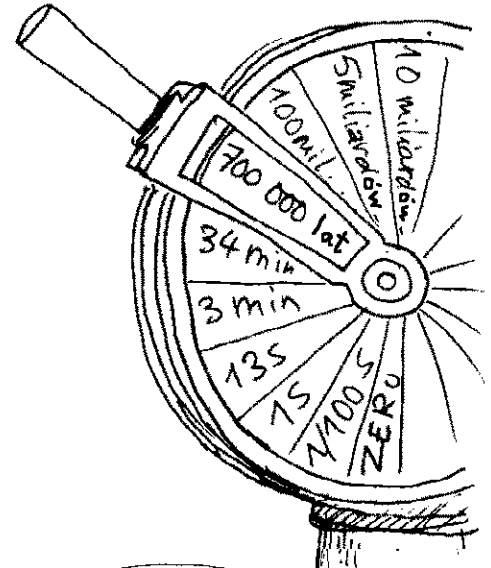
Przez 700 000 lat nie dzieje się zupełnie NIC. Wszechświat nadal się rozpręża, a fotony wraz z nim. Gaz fotonowy nadal dostarcza ciepła materii, aby obie temperatury T_R i M pozostały równe (równowaga termodynamiczna).



A temperatura spada do 3000 stopni Kelvina.

PRZEZROCZYSTY WSZECHŚWIAT

Inny mechanizm MORFOGENETYCZNY dochodzi do głosu. Siły elektryczne mają tendencję łączenia elektronów z jądrami w celu tworzenia atomów. Wzburzenie termiczne zmalało na tyle, aby te struktury nie rozbiły się już zaraz po utworzeniu, w zderzeniu z innymi atomami lub innymi składnikami mieszanki.



Stopniowo wszystkie WOLNE elektrony są chwytywane przez jądra.

Te dziwne atomy... z ich wielkimi elektronami. Strach się bać!

I Wszechświat staje się PRZEZROCZYSTY.

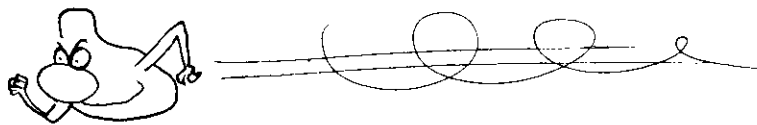
Jak to - przezroczysty? A przedtem był nieprzezroczysty?

Przedtem fotony stale współdziałały z materią. Żaden foton nie mógł utworzyć sobie drogi w tym środowisku.

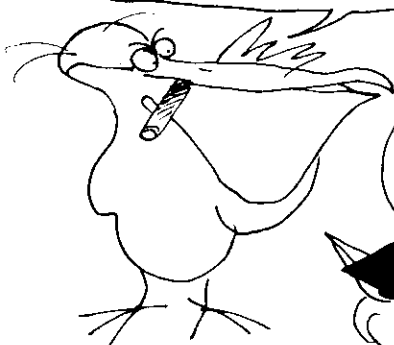
Pfff!

I ODSPRZĘŻENIE

Teraz to już koniec,
fotony mogą oblecieć cały Wszechświat nie zauważając, że materia istnieje:
bo jest ODSPRZĘŻENIE. Z dwóch powodów. Primo - jest więcej przestrzeni.
Secundo, fotony reagują mniej z materią neutralną (atomami).



Ale, przecież teleskopy wysyłają obrazy pochodzące
w pewnym sensie « na żywo z przeszłości...»



Tak, ale nawet za pomocą niesamowicie mocnego teleskopu
nie można obserwować zjawiska, które wydarzyło się w epoce,
kiedy Wszechświat miał mniej niż 700 000 lat.



Przeszłość, bardzo odległa
przeszłość Wszechświata musi
pozostać niewyraźna,

Tak, nie da się
dokonać psychoanalizy
Wszechświata.



Jako że materia fotonów przestała współdziałać i wymieniać się energią, RÓWNOWAGA TERMODYNAMICZNA została PRZERWANA, a temperatura materii T_m zaczęła spadać szybciej (jako odwrotność kwadratu Promienia Wszechświata) niż temperatura T_R fotonów, temperatura promieniowania, która zmniejsza się jedynie jako odwrotność tego promienia R .


Cześć!

Teraz każdy sobie rządkę skrobie.

Hej! Co się dzieje?
Wygląda na to, że zapada noc?
I jest diabelnie zimno,
tak nagle...

Wszechświat wkracza teraz w rodzaj strefy zmroku. Nadal się ochładza. Niebo przechodzi z fioletu w ciemną czerwień, a potem zapada noc, jak zimna pokrywa. Nadal jest miliard pierwotnych fotonów na każdy atom helu lub wodoru. Ale te fotony, rozciągnięte przez ekspansję, stały się anemiczne.

WIELKI WYBUCH się skończył. Numery były olśniewające. Jeszcze trochę, a nic by nie zostało (jedna cząsteczka na miliard!). Jest czarno jak w tunelu.



Brrr, co za zimnica!

Długość fali fotonów
wynosi 0,15 mm, co odpowiada
temperaturze promieniowania
 $T_R = -173^\circ\text{C}$.

Atomy poruszają
się z prędkością
150 m/s, co odpowiada
temperaturze
materii -267°C .

Super, wydaje mi się, że coś niecoś
zrozumiałem, jak działa Wszechświat.

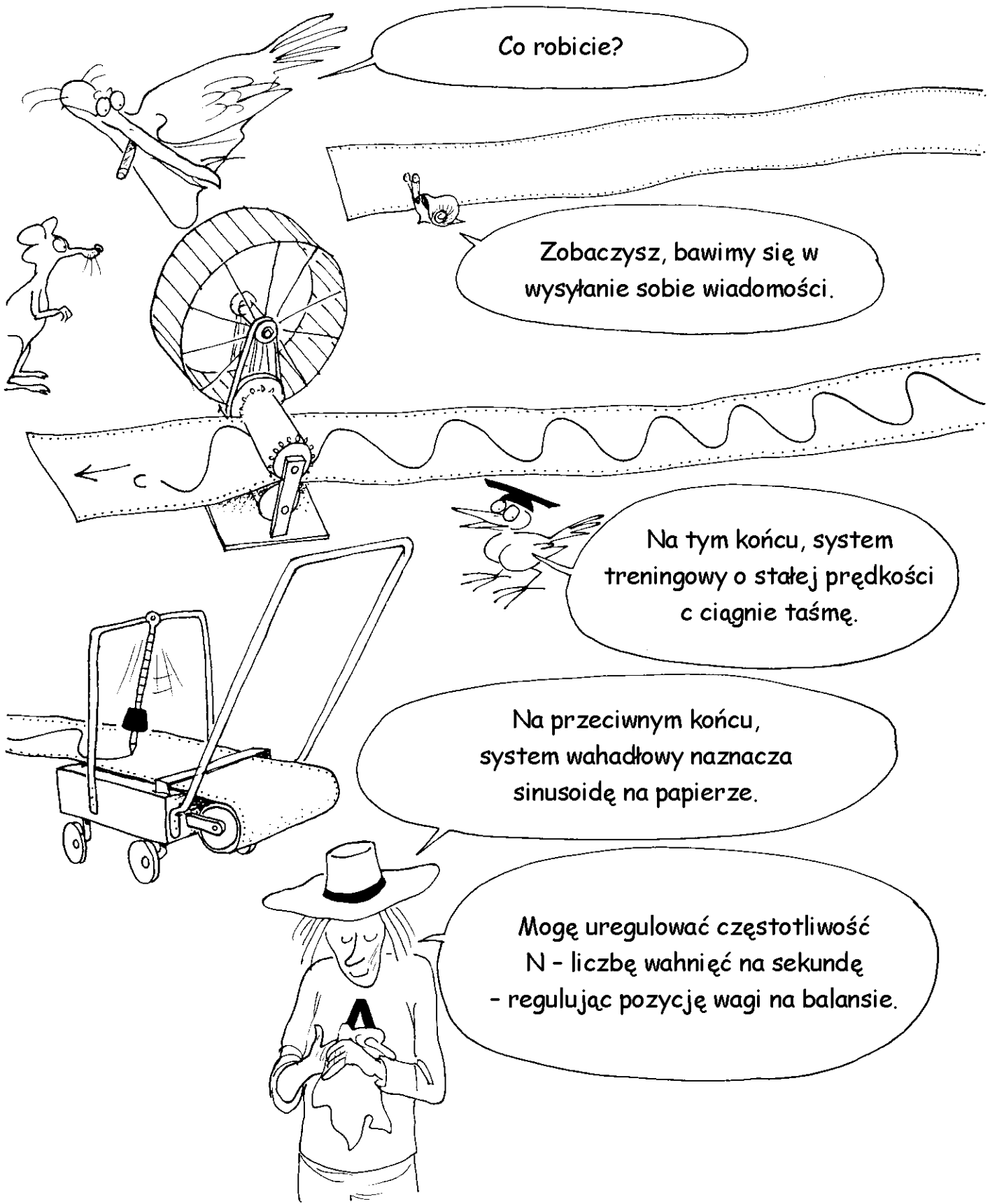
Ale pozostaje ważne
pytanie: do czego to służy?

Tak, Anzelm ma rację,
po co to wszystko?

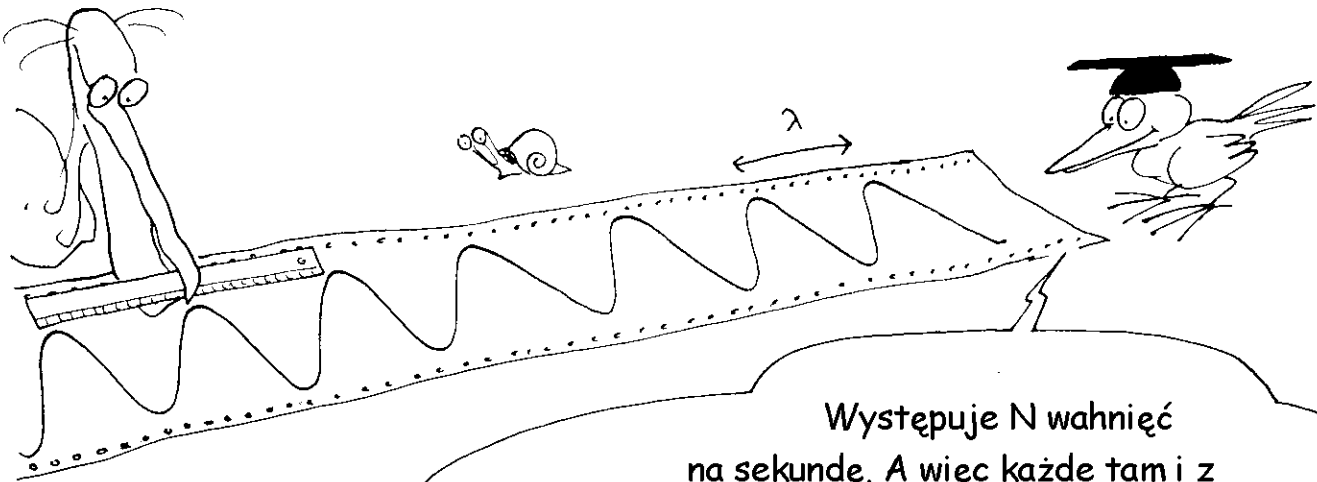
Czy to było
potrzebne?



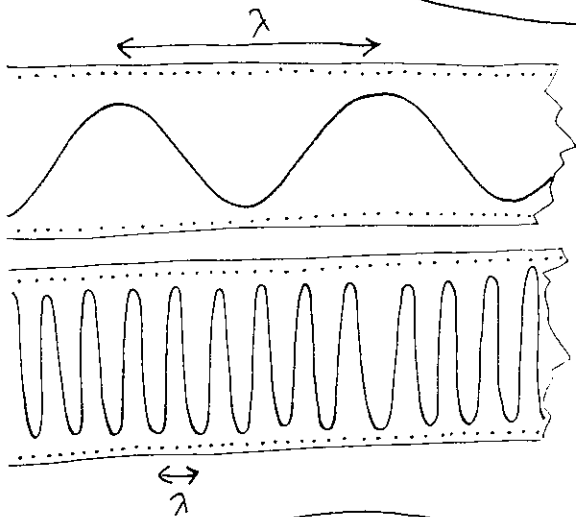
EFEKT DOPPLERA



Zgoda. A ja mogę zmierzyć długość fali przy odbiorze.



Występuje N wahań
na sekundę. A więc każde tam i z
powrotem wahadła odbywa się w $1/N$ sekundy: to
OKRES fali. W tym czasie taśma przesuwa się
o $\lambda = c / N$ (długość fali).



Niska częstotliwość,
długi okres, duża długość fali.
Wysoka częstotliwość, krótki
okres, mała długość fali.

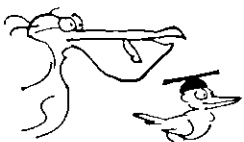
To pozwala
na komunikację.

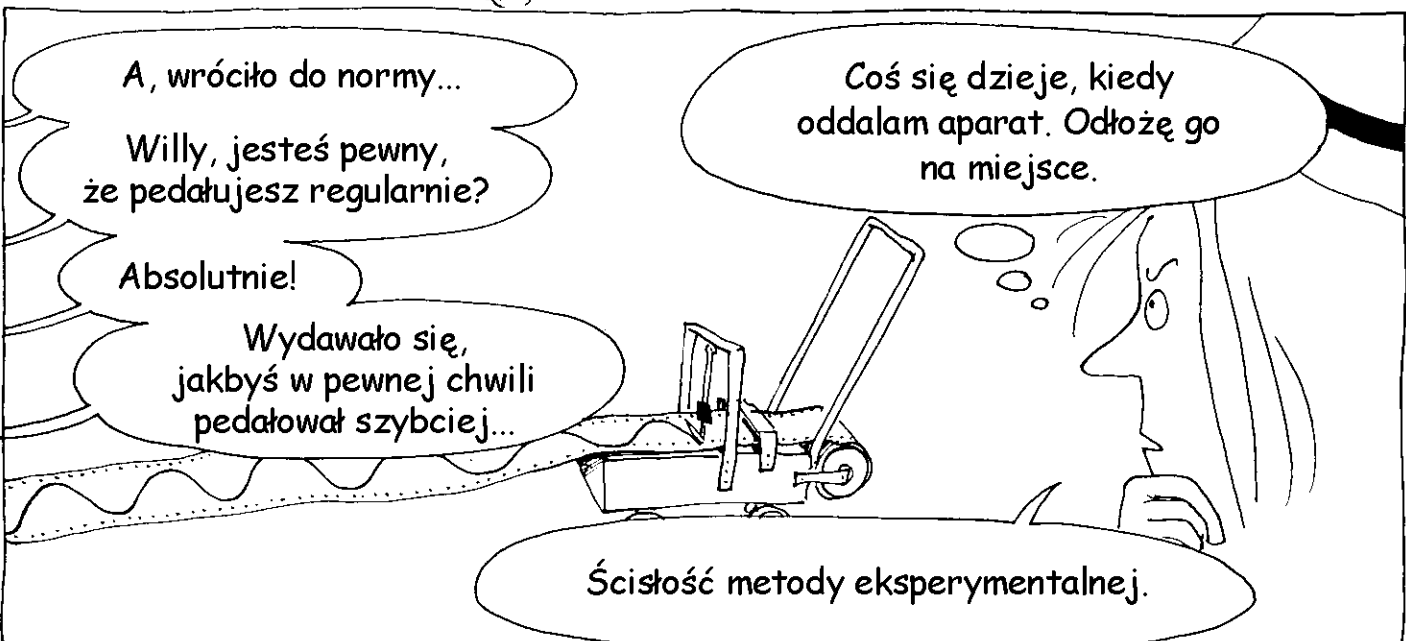
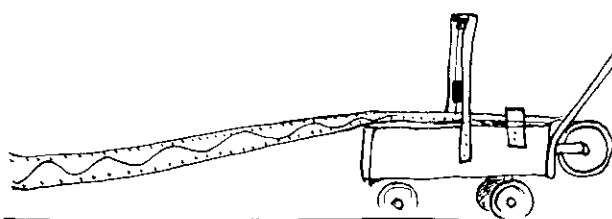
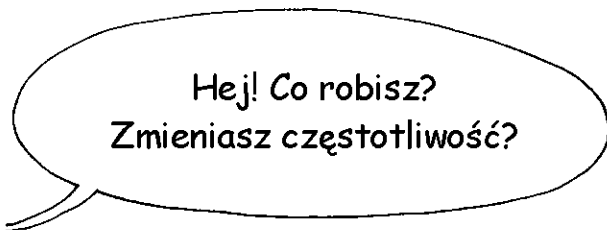
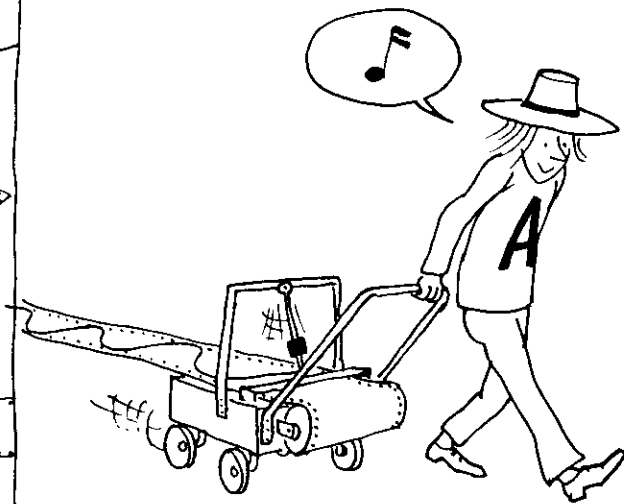
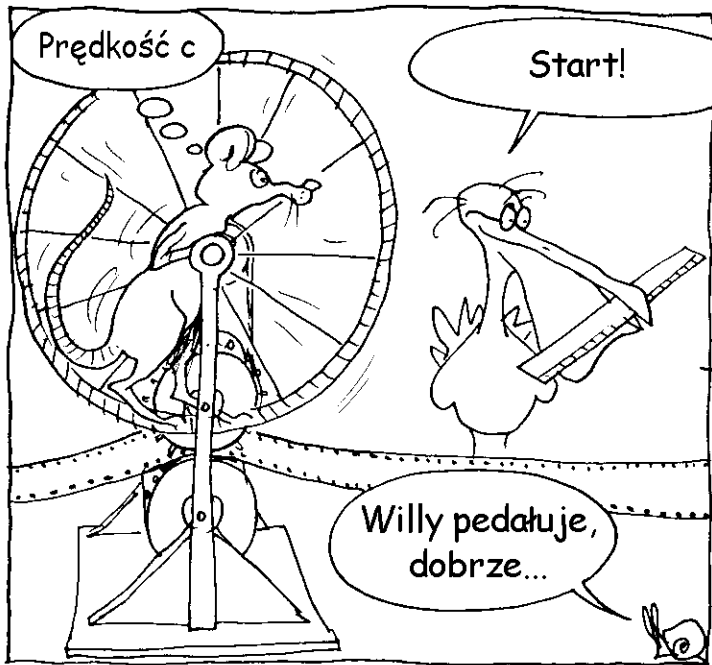
Komunikacja
jest ważna.



Dobrze. Zrobię próbę
przekazu na dużą odległość.

Gotowi?



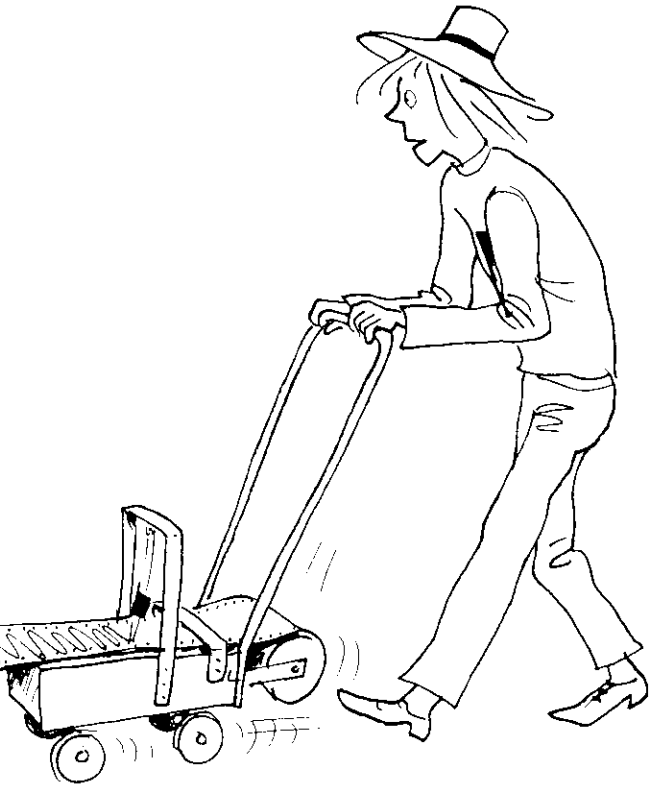




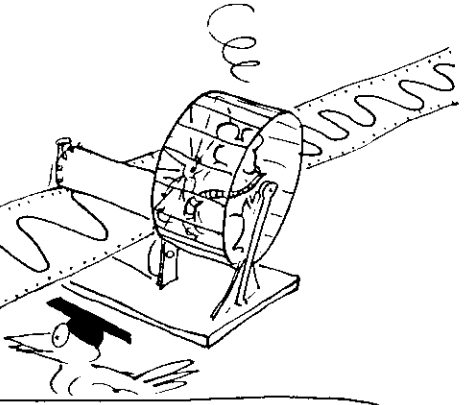
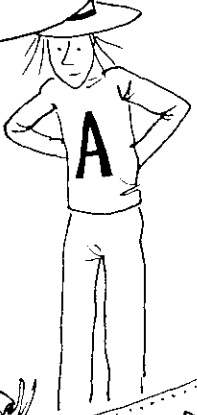
Willy, pedałujesz czy nie?!!!

Przecież pedałuję!

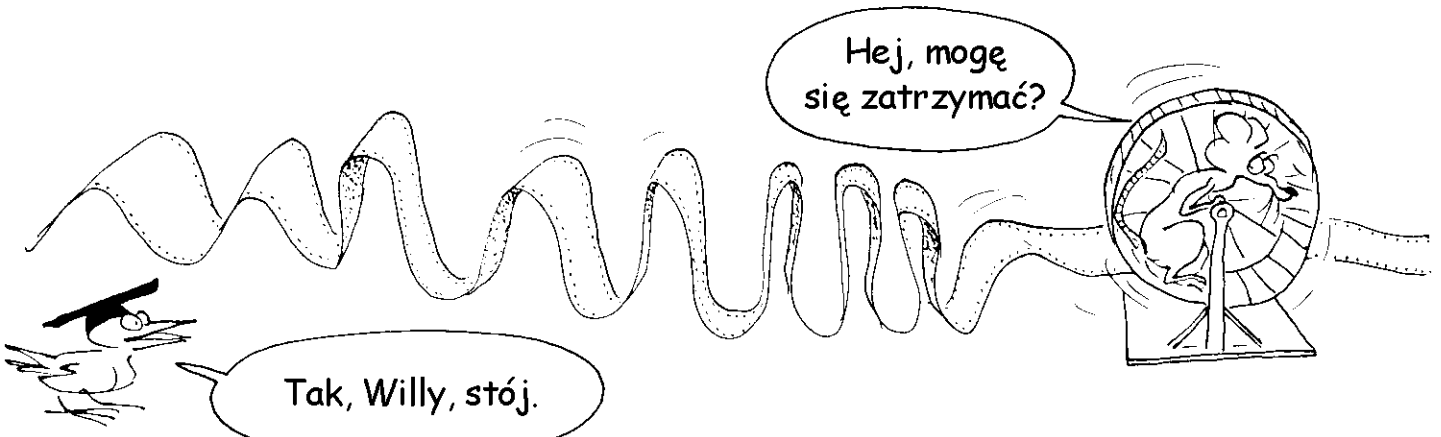
Jak wam nie odpowiada, możecie mnie zastąpić!



Chłopaki, wytłumaczcie mi wasz problem.



Znów wróciło do normy.
Ale przed chwilą nastąpił wzrost długości fali (A), tj. widoczny spadek częstotliwości przy odbiorze. Potem, po odcinku normalnego obioru (B), częstotliwość wzrosła (C)...tj. skróciła się długość fali λ .



Hej, mogę się zatrzymać?



Tak, Willy, stój.



Willy mówi, że cały czas pedałował regularnie.

Może papier się rozciągnął albo skurczył?

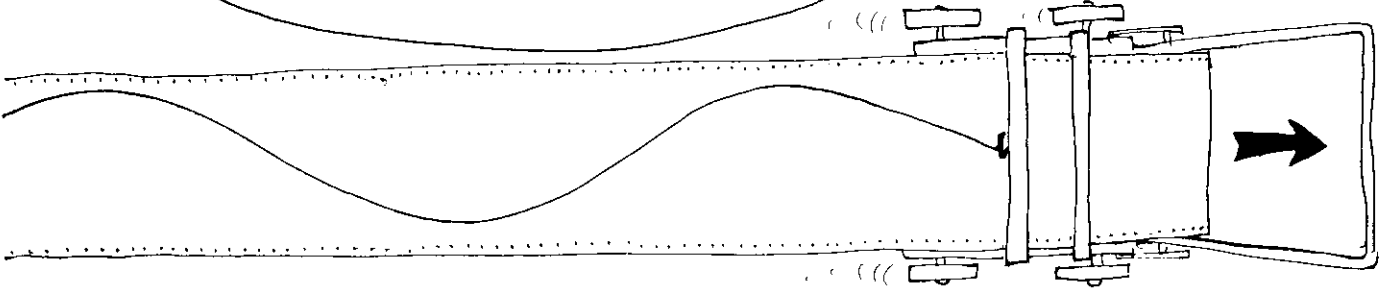
Nie, Anzelmie, to efekt Dopplera-Fizeau.

Ze co?!

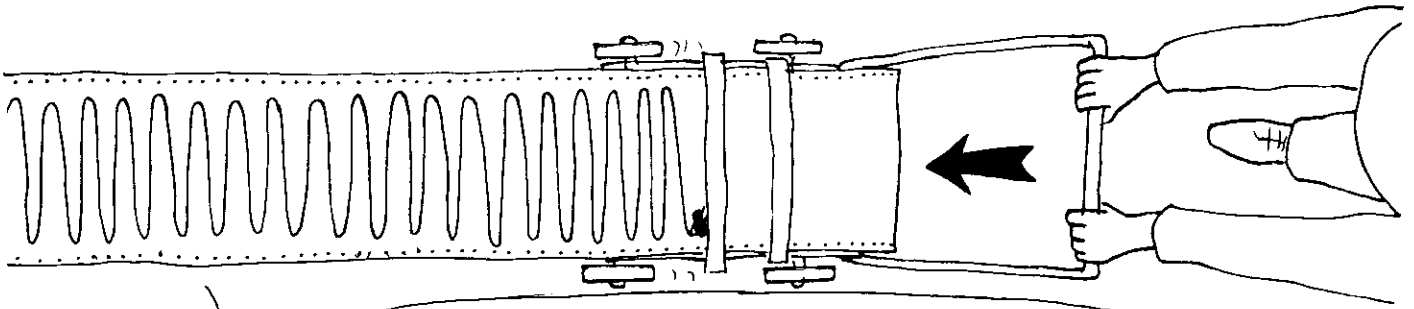
Kiedy poruszasz wózek, zmienia to częstotliwość odczuwalną,



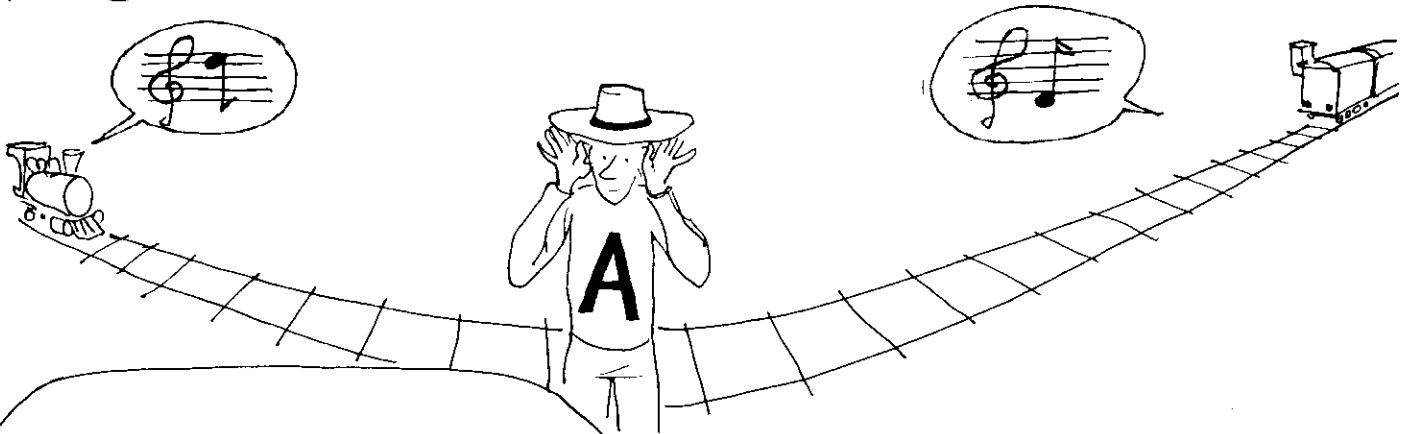
Kiedy wózek się oddala, sinusoida jest rozciągnięta i częstotliwość wydaje się niższa.



Kiedy wózek się przybliży, przesuwał się po taśmie, sinusoida jest ściśnięta i częstotliwość wydaje się wyższa.



Dokładnie to samo się dzieje, kiedy słyszysz gwizdek pociągu, który przejeżdża na twojej wysokości. Kiedy się zbliża, dźwięk jest wyższy. Kiedy się oddala, dźwięk jest niższy.



A więc za pomocą tego systemu, kiedy znam z góry długość fali sygnału, który będzie wyemitowany przez ruchome źródło, mogę obliczyć prędkość zbliżania lub oddalania się (recesję) od źródła.

To, co jest prawdą w przypadku dźwięku, jest nią także dla światła. Przedmioty oddalające się wydają się bardziej czerwone, a zbliżające się - bardziej niebieskie.

Dobra, wróćmy do naszego doświadczenia przekazu na odległość.



Willy, na miejsce.

Zmienił częstotliwość?!




Albo się oddała...

Znowu się zaczyna,
jak przedtem.

Tak, to właśnie to!
On się znowu oddała.

Ależ nie,
bando tępaków, nie oddalam się,
bo jestem TU!...



I oscylator tam został.

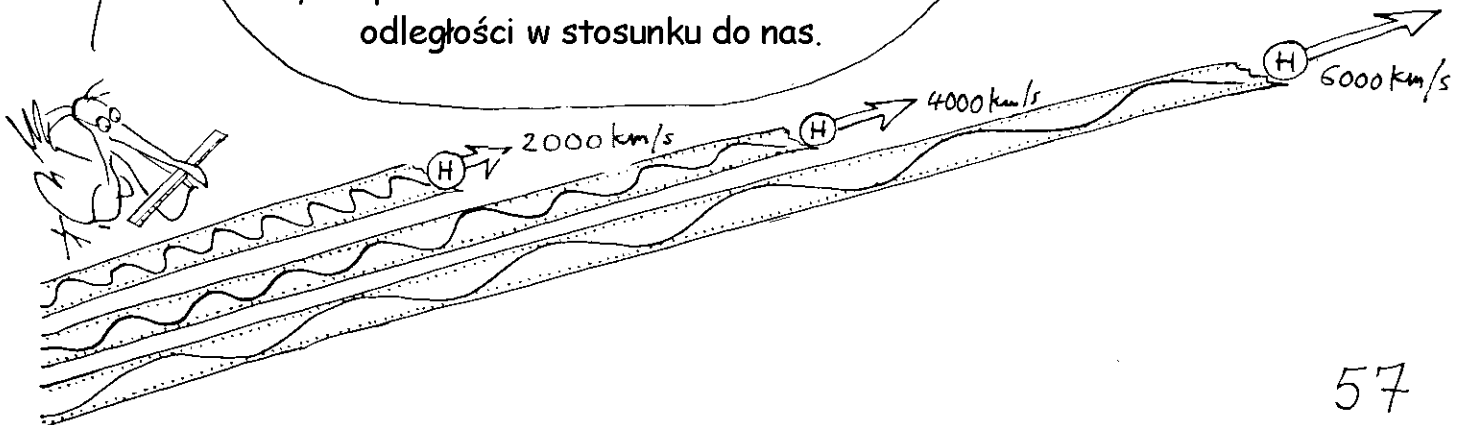
UCIECZKA GALAKTYK



Tak, właśnie w ten sposób w 1930 r. Edwin Hubble odkrył **ROZSZERZANIE (EKSPANSJĘ) WSZECHŚWIATA**, zauważywszy, że odległe galaktyki «uciekają» od nas : w wyniku efektu **DOPPLERA-FIZEAU**, są one coraz bardziej czerwone wraz z oddalaniem.

Te atomy wodoru emitują normalnie na długości fali 21 cm. Efekt Dopplera wskazuje prędkości ucieczki 2000, 4000 i 6000 km/s.

Hubble mógł oszacować odległość oddzielającą nas od tych galaktyk, opierając się na ich widocznej jaskrawości. Wydedukował, że ta prędkość ucieczki była wprost **PROPORCJONALNA** do ich odległości w stosunku do nas.




Czekajcie, co to oznacza?
Przedmioty przyspieszają,
kiedy się od nas oddalają?

Niedokładnie. Dywan się rozszerza
w każdą stronę. Wyobraź sobie punkt
A który, w czasie $t = 0$, jest o metr
od ciebie. Po jednej sekundzie,
jest o 1,20 m. Jego prędkość
ucieczki wynosi więc 20 cm/s.


W tym samym odcinku czasu,
punkt B, będący początkowo o 2m
od ciebie, znajdzie się o 2,40 m (w B'),
a jego prędkość **W STOSUNKU
DO CIEBIE** wynosi 40 cm/s.

Efekt **DOPPLERA** wskazuje
prędkości względne.

Nie ma wariacji długości fali,
kiedy nadawca i odbiorca poruszają się z tą
samą prędkością równoległymi drogami.



A więc cały nasz Wszechświat jest w ekspansji?





Czekajcie, mam inny pomysł. Przypuśćmy, że czas... przyspiesza.




Ależ to...nic nie znaczy?!

Wahania atomów, np. wodoru, są jak « puls » Wszechświata. Wyobraź sobie Wszechświat, którego puls przyspiesza. Im bardziej się starzejemy, tym szybciej ten « puls » bije. Obrazy z przeszłości pojawiają się jak film w zwolnionym tempie. A efekt Dopplera jest tylko iluzją.



Oczywiście, Tyrezjaszu, wszystko można sobie wyobrazić i to, co mówisz oznacza, że prawa fizyki ewoluują w czasie, co brał pod uwagę Fred Hoyle.

PODSTAWA NIEBA JEST ZIMNA



Ale istnieje inny argument na korzyść ekspansji i jej konsekwencji, WIELKIEGO WYBUCHU.

Mi!

Przed chwilą widzieliśmy, że tylko jeden foton
na miliard mógł się przekształcić w materię.

I w antymaterię!

Powinna więc zostać wielka ilość tych prymitywnych fotonów,
około 500 na centymetr kwadratowy (i tyleż samo neutrino,
trudniejszych do wykrycia).

Ich długość fali powinna
mieć pięć milimetrów, co odpowiada
temperaturze promieniowania T_R trzech
stopni absolutnych (-270°C).

Te fotony, o bardzo niskiej energii,
zostały wykryte przez Penziasa i Wilsona
w 1964 r. Są one namacalnym dowodem
tego wielkiego kosmicznego tańca.

Mi!!!

Hej tam...

HORYZONT KOSMOLOGICZNY

Sophie, według PRAWA HUBBLE'a
prędkość ucieczki przedmiotów
wzrasta z odległością...

Więc, logicznie, powinny istnieć
przedmioty, które oddalają się od nas z
równymi lub nawet wyższymi szybkościami
niż prędkość światła?

A więc nie
możemy otrzymywać
tego światła?!

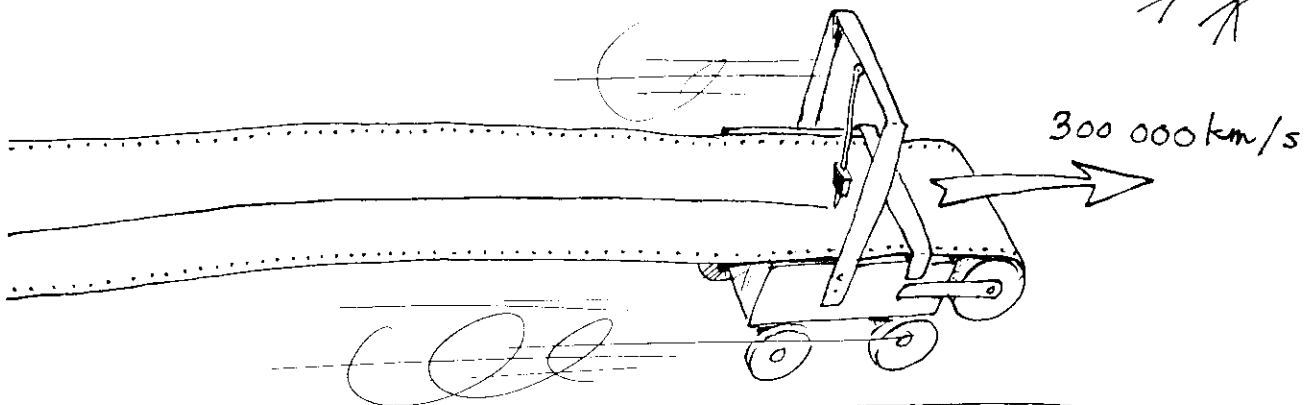
Dlaczego? Jeśli samolot
oddala się ode mnie z naddźwiękową
prędkością, mogę jednak usłyszeć hałas,
który wydaje, prawda?

Moi drodzy,
nie tak należy patrzeć
na rzeczy.

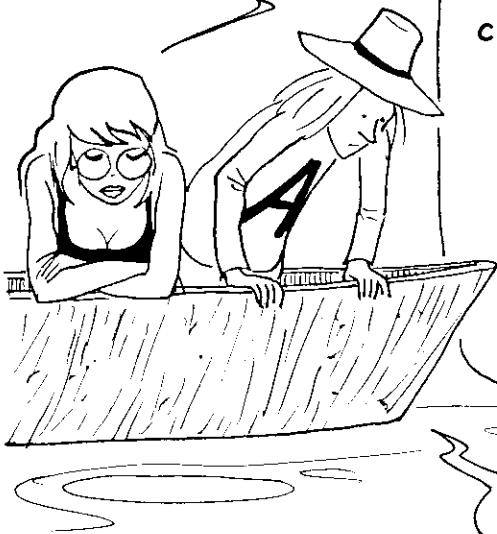
Fakt przemieszczania się ma wpływ na CZAS (*).
Przedmiot, który się porusza z prędkością zbliżającą się do 300 000 km/s, prędkością światła, znajduje się wobec nas, obserwatorów, w różnej « bańce czasu ». Postrzegamy jego wiadomość jak rodzaj filmu w zwolnionym tempie.



A jeśli ten przedmiot przesuwa się wobec nas z prędkością światła, wówczas odchyłka czasowa jest totalna. Jego czas zastyga jak galareta.



Z powodu tego poślizgu, tej odchyłki jednego czasu wobec drugiego, częstotliwość fal przy odbiorze obniża się. To zjawisko, natury relatywistycznej, nakłada się na efekt DOPPLERA. Kiedy prędkość ucieczki nadawcy, względem nas, osiąga c , wówczas częstotliwość odbierana spada do zera. Nie ma już energii, ani fal, ani wiadomości!



Fale o częstotliwości zerowej nie są już falami!

(*) Patrz WSZYSTKO JEST WZGLĘDNE, tegoż autora, wydawnictwo BELIN

Jeśli chodzi o przedmioty, które nas otaczają, prędkość względna równa 300 000 km/s jest osiągana na orbicie zwanej HORYZONTEM. Nie jest to granica RZECZY, KTÓRE ISTNIEJĄ, ale granica RZECZY, KTÓRE MOŻEMY POZNAĆ. Wszechświat dostępny może być jedynie porcją bardziej rozległego wszechświata. Ten horyzont oddalony jest o dziesiątkę miliardów lat świetlnych. Zasięg najsilniejszego obecnie teleskopu ziemskiego, PALOMARA wynosi miliard lat świetlnych.

Dyrekcja.

Ale co oznaczał przed chwilą ten promień R Wszechświata?

Historia zaczęła się, kiedy Wszechświat miał jedną setną sekundy. Wyobraź sobie, że w tamtym momencie wykreślilibyśmy koło albo jeszcze lepiej - kulę o promieniu R i że śledzilibyśmy rozwój tej kuli-wzorca z biegiem czasu. To wszystko...

Robiąc to, nie przesadzamy faktu, czy przestrzeń jest skończona czy nieskończona (*).

Ona ma przepiękne oczy.

Hej, wy dwaj!


Ten komiks nie jest skończony!

Hihhi

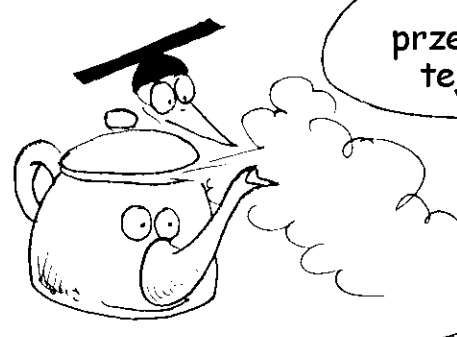
Jeszcze was potrzebujemy.

(*) patrz na ten temat GEOMETRICON, tegoż autora, wydawnictwo Belin


MODELE FRIEDMANNA




Sophie, co powoduje ekspansję Wszechświata?




To siły NACISKU. Wszystko dzieje się jak gdyby Wszechświat EKSPLODOWAŁ jak bomba.




I nic nie przeciwstawia się tej ekspansji?



Siły przyciągania sprawiają, że Wszechświat skupia się na sobie samym, powodują IMPLOZJĘ.



Czy nie można sobie wyobrazić wszechświata, w którym te siły - nacisku i przyciągania równoważyłyby się?



Można wykazać, że równowaga jest niemożliwa. Przy najmniejszym odchyleniu w stosunku do stanu równowagi, ten « statyczny » wszechświat eksploduje lub imploduje.

Eksplozja



Implozja

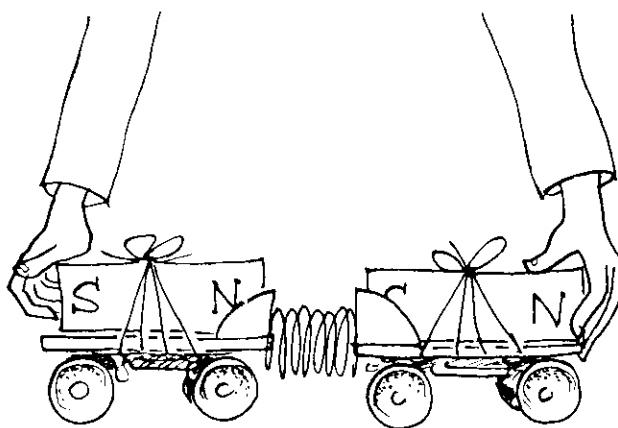
W takim razie,
powiedz mi, nasz Wszechś
wiat mógł... implodować
zamiast eksplodować?

W jakimś
sencie,
jest taka
możliwość...

Kto wam powiedział,
w takim razie, że czas
nie ruszył... do tyłu...

Tsss!...

Co ty wyrabiasz?



Anzelm przyczepił dwa magnesy do rolek,
żeby się nawzajem przyciągały. Ale ściśnięta
sprężyna próbuje z powrotem odepchnąć
rolki od siebie.

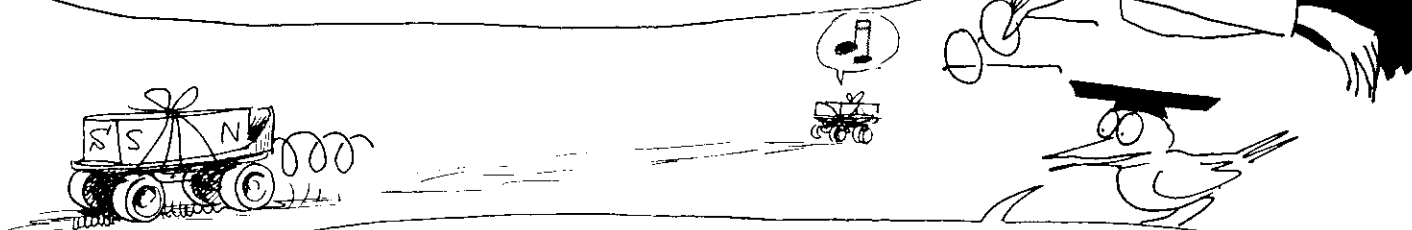
Widzisz, magnesy
przedstawiają siły grawitacji,
przyciągające się, spajające.
Sprężyna jest siłą nacisku.





Kiedy uwalniam całość,
rolki odskakują daleko od siebie.

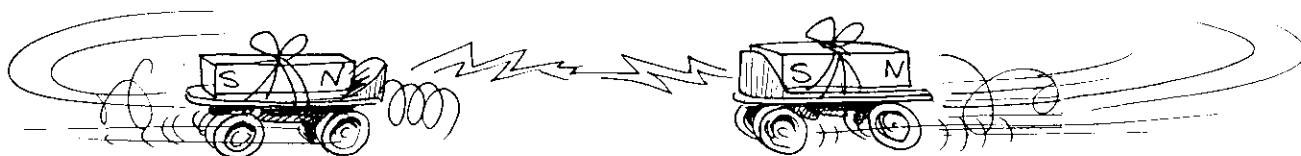
Możliwe są dwa przypadki:
albo impuls dany rolkom jest
wystarczająco mocny, wówczas oddalają się
one od siebie nieograniczenie. Im bardziej się
oddalają, tym mniej siła przyciągania, która zmienia się
jak odwrotność kwadratu odległości, będzie czuć.



Jeśli nie ma tarcia, rolki w końcu osiągną **STAŁĄ PRĘDKOŚĆ**.

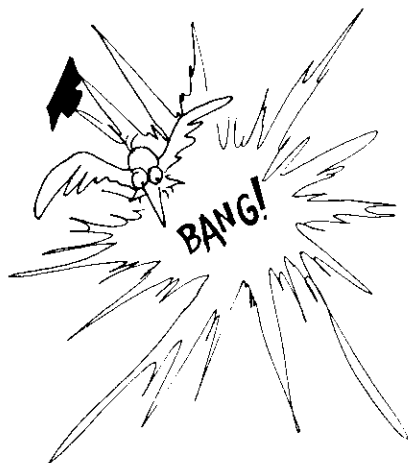


Albo impuls wywierany przez sprężynę
jest zbyt słaby albo magnesy za mocne. Rolki wrócą
więc, « wpadną » na siebie, ze wzrastającą prędkością.



To przywołuje dwa możliwe typy wszechświatów:

Pierwszy scenariusz: ekspansja trwa nieograniczenie. Kiedy ostatnie gwiazdy zgasną, będzie noc, absolutne zimno, **ŚMIERĆ TERMICZNA**.



Drugi scenariusz: Siły grawitacji w końcu wygrywają. Po sytuacji maksymalnego rozszerzania, Wszechświat « spada ponownie na siebie ». Wszystkie struktury, galaktyki, gwiazdy, są rozpylone. Atomy są rozszczepione. I Wielki Wybuch jest przeżywany jakby na odwrót, aż do nowego odbicia Wszechświata, nowej fazy ekspansji.



To rosyjski matematyk FRIEDMANN wynalazł w 1930 r. pierwsze modele statycznego Wszechświata.

Gdybym wiedział, że Wszechświat nie jest nieruchomy, odkryłbym to przed Friedmannem (*).

Pan Albert, który, kosztem absolutnie niemożliwych akrobacji matematycznych, zmontował w 1917 r. swój nieruchomy model, był tym mocno rozgniewany. Friedmann ukradł mu jego chwałę. Obraził się więc na względność ogólną na długie lata.



Według modeli Friedmanna, Wszechświat jest w procesie nieskończonej ekspansji, jeśli gęstość (obecna) materii jest niższa niż $5 \cdot 10^{-30}$ grama na centymetr kwadratowy. Ten wszechświat miałby zresztą objętość, nieskończoną ekspansję przestrzenną.

(*) autentyczna uwaga Einsteina

GEOMETRIA (-E) WSZECHŚWIATA

Wszechświat jest dla nas czterowymiarową hiperstrukturą, w której mieszczą się przestrzeń i czas. Każda z idei przywołanych na poprzednich stronach odpowiada innemu przedstawieniu tej JEDNOSTKI-WSZECHŚWIATA, którą jest CZASOPRZESTRZEŃ.

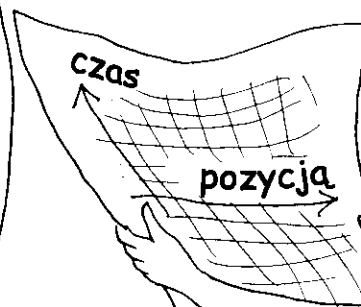
Jaka formę ma Wszechświat?

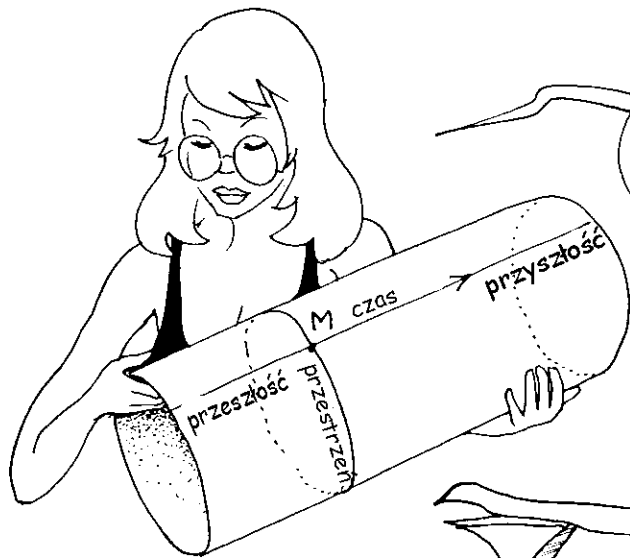
Marna...

Przypomnijmy, że liczba wymiarów przestrzeni jest liczbą wielkości potrzebnych do zdefiniowania pozycji punktu w jej ramach.

Spotykamy się (1) we wtorek o 11.00 na rogu (2) szóstej alei i (3) piątej ulicy na (4) trzecim piętrze: cztery jednostki.

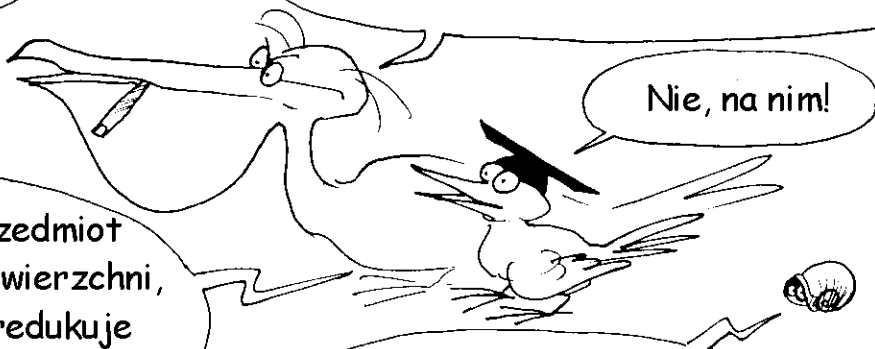
Poprzez rysunek możemy jedynie wyrazić przestrzeń o DWÓCH wymiarach, POWIERZCHNIE. Przystudiujemy więc czasoprzestrzeń o dwóch wymiarach, pierwszy będący pozycją drugiego, czasu.





W ten sposób pierwszy model Wszechświata zamkniętego, model statyczny Einsteina może być przedstawiony jako walec.

Czekajcie, jeśli dobrze rozumiem z tym walcem, jesteśmy... w jego wnętrzu?



Nie, na nim!

W danym momencie, przedmiot jest tym punktem M na powierzchni, a całość Wszechświata redukuje się do koła.

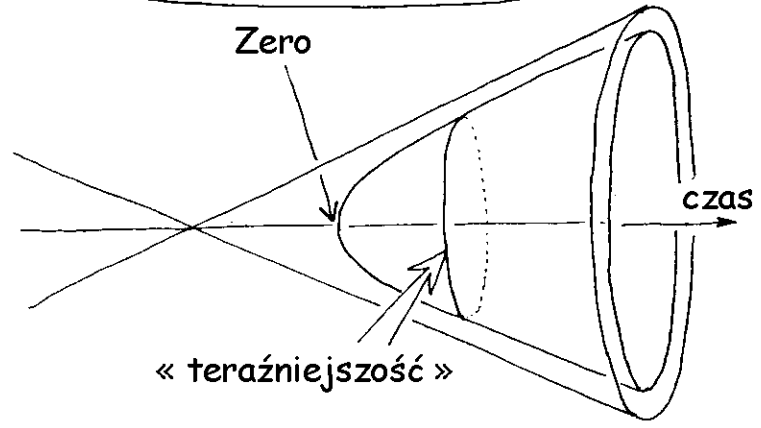


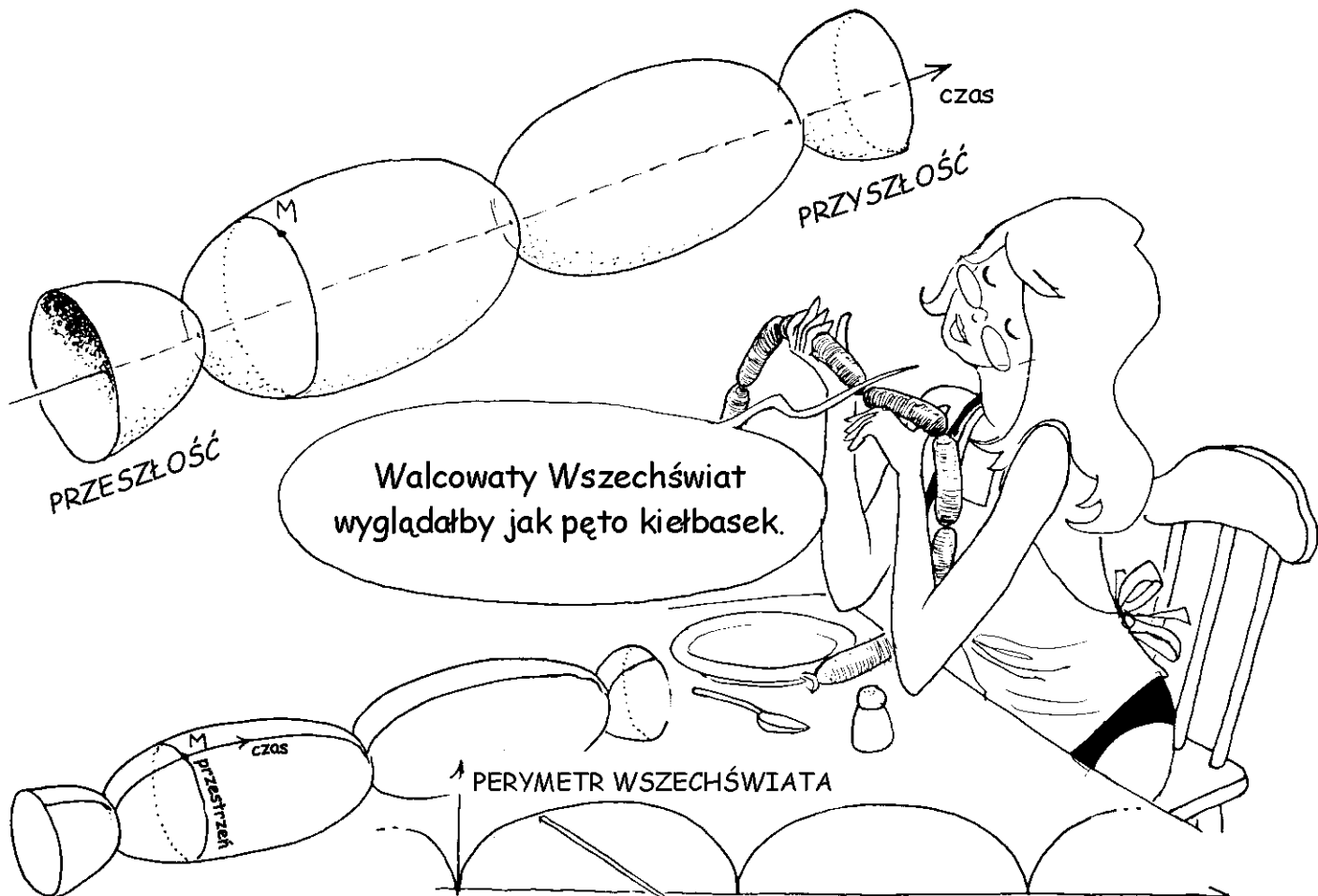
Kiedy przedmiot jest nieruchomy, wyznacza on generator walca, z upływem czasu.



Nietrudno wyobrazić sobie rozszerzanie tego zamkniętego wszechświata jako funkcję czasu, co daje model wszechświata nieruchomego.

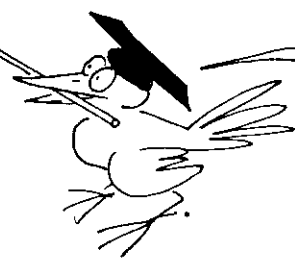
Oto na przykład obrazek dwuwymiarowy czasoprzestrzeni o niezdefiniowanej ekspansji.





Walcowaty Wszechświat wyglądałby jak pęto kiełbasek.

Ale, ale, dlaczego czas miałby koniecznie być «OTWARTY», to jest nieskończony jednocześnie w stronę przyszłości i przeszłości?



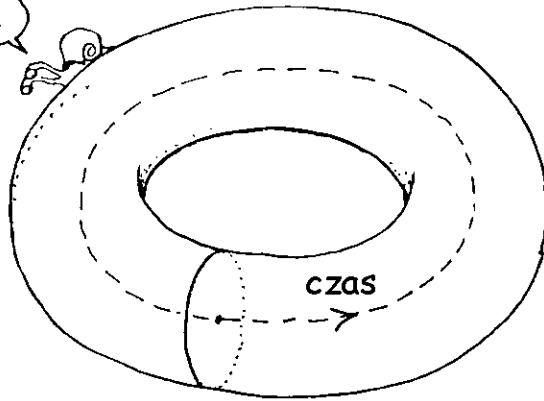
Bylibyśmy więc tutaj.



Chcesz przez to powiedzieć, że można by... zamknąć czas w sobie samym!?

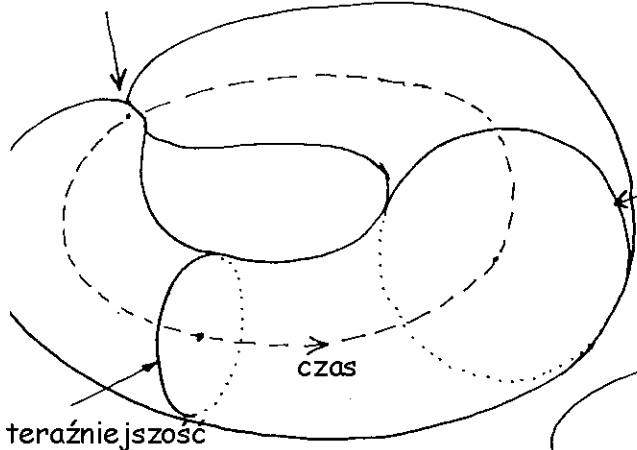
Nie ma problemu...
jeśli zamkniemy na sobie samym
model Einsteina, otrzymamy...
TORUS.

Znowu!...



W tej całkowicie zamkniętej CZASOPRZESTRZENI,
te same zdarzenia powtarzają się identycznie po upływie czasu τ ,
który jest OKRESEM tego dziwnego wszechświata.

Osobliwość
WIELKIEGO WYBUCHU



Można też spiąć cykliczny
wszechświat w sobie samym.

stan
maksymalnej
ekspansji

Pęto kielbasek, zamknięte na sobie samym,
staje się jedną kielbasą!

O, patrzcie na Leona!!!

Załamał się,
to było do
przewidzenia.



EPILOG

Oto, co wiemy o początku Wszechświata.



A raczej... co WYDAJE
NAM SIĘ, ŻE WIEMY.
Tyle razy się to zmieniało
w ciągu ostatnich 5000 lat!

« Ale ten świadomy wysiłek
rozumienia Wszechświata jest jedną z
nielicznych rzeczy, które wynoszą życie ludzkie
ponad poziom farsy, nadając mu nieco godności
właściwej tragedii. »

Steven Weinberg







Dalszy ciąg WIELKIEGO WYBUCHU
(tworzenie galaktyk, gwiazd, itp.)
w TYSIĄCU SŁOŃC.

KONIEC



KOSMODRAMA



CZAS	TEMPERATURA	GĘSTOŚĆ	ZJAWISKA
PRZED...	$T > 10^{12}$ stopni		?
1/1000 sekundy	300 miliardów stopni		Niezmierzalna zupa fotonów, neutrino, antyneutrino (foton jest swoją własną antycząsteczką), protonów, antyprotonów, elektronów i antyelektronów (pozytronów).
1/100 sekundy	100 miliardów stopni	4 miliardy g/cm^3	Rzeź hadronów (protonów, antyprotonów, neutronów, antyneutronów). Zostanie jeden na miliard. Reszta jest unicestwiona przez obecne antyhadrony, ponownie produkując fotony.
1/10 sekundy	30 miliardów stopni		Nic specjalnego. Za gorąco na formowanie się jąder atomów.
1 sekunda	10 miliardów stopni	380 000 g/cm^3	Neutrino « żyją własnym życiem ». Przestają współdziałać z materią.
13 sekund	3 miliardy stopni		Rzeź pomiędzy elektronami i antyelektronami. Też zostanie ich tylko jeden na miliard.
3 minuty	1 miliard stopni		Nukleosynteza: tworzenie jąder helu. Zniknięcie wolnych neutronów (długość życia: 109 sekund)
35 minut	300 milionów stopni	1 g/cm^3	Nukleosynteza jest zakończona : 25% helu, 75% wodoru
700 000 lat	3000 stopni		Po unicestwieniu prawie całej materii i antimaterii, Wszechświat przeżywa « erę radiacyjną », podczas której materia/energia znajduje się głównie w postaci promieniowania. Kiedy temperatura spada do 3000°, tworzą się neutralne atomy, a fotony przestają reagować z materią: Wszechświat « przezroczysty ».
100 milionów lat	$T_R = -173^\circ C$ $T_M = -276^\circ C$		Nie będąc już ogrzewane przez fotony, neutralne atomy wodoru i helu przechodzą gwałtowny spadek temperatury. Tworzenie galaktyk, pierwsze gwiazdy.
5 miliardów lat			Utworzenie się Ziemi
10 miliardów lat	$T_\oplus = -270^\circ C$ (3 ^o stopnie Kelvina)	10 ⁻³⁰ g/cm^3	Rozwój życia
Dzisiaj			Wynalezienie bomby atomowej...