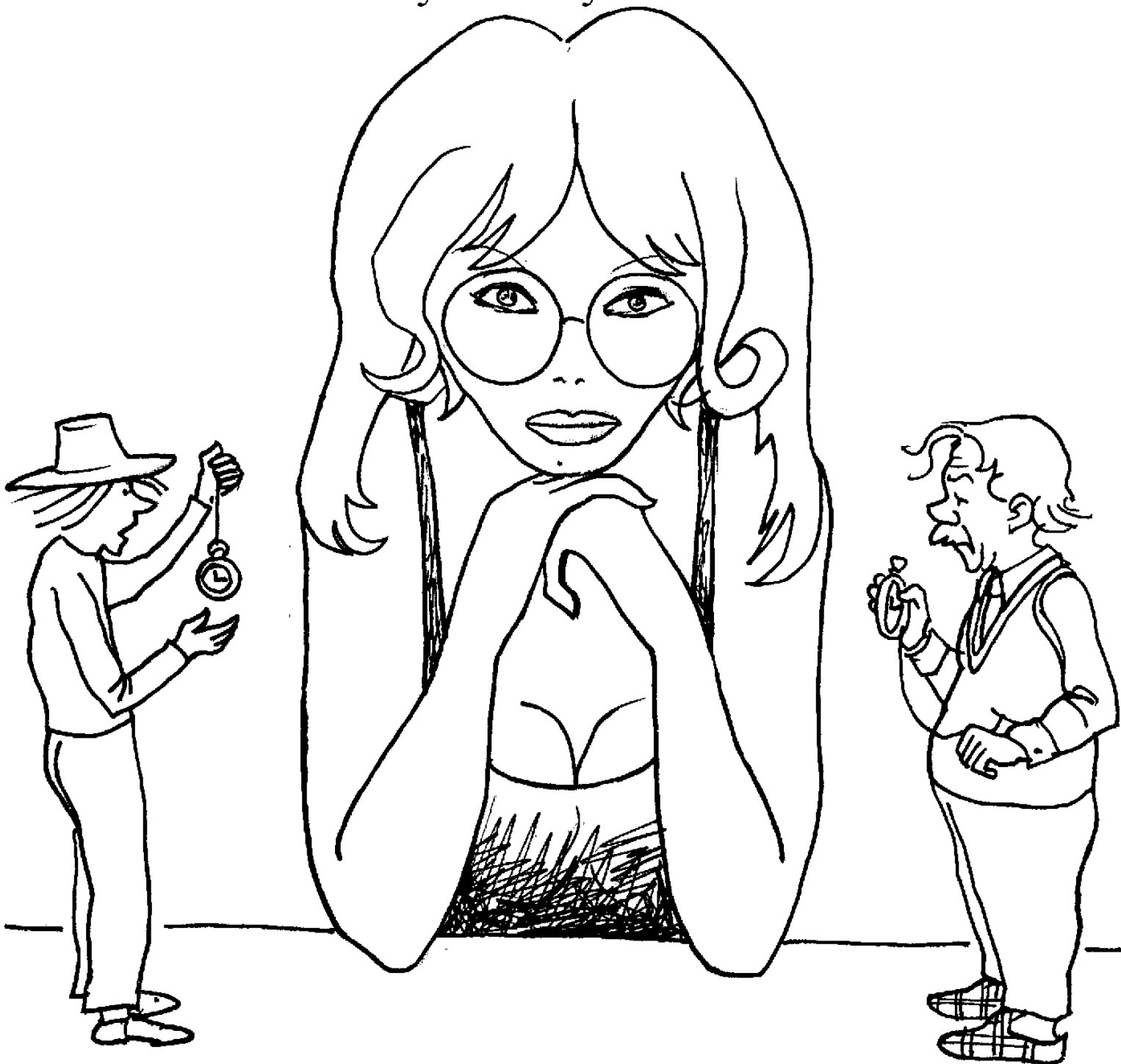


Savoir sans Frontieres

WSZYSTKO JEST WZGLĘDNE

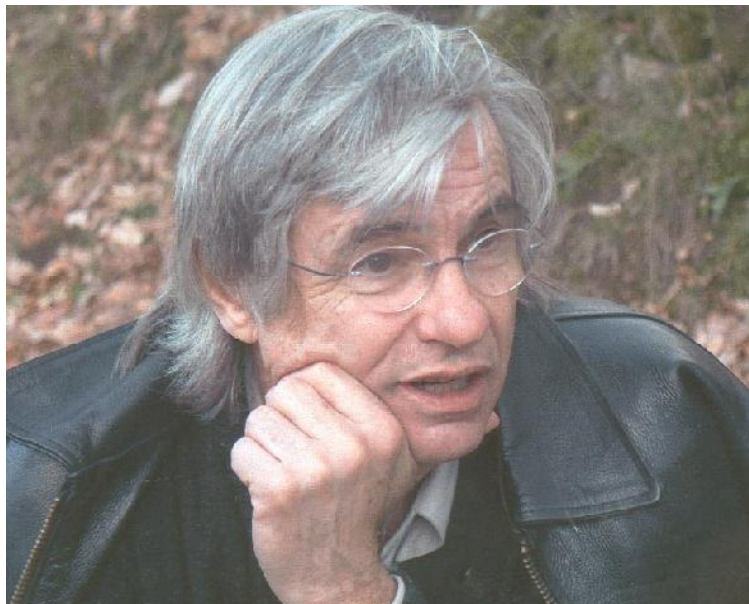
Jean-Pierre Petit

Przełożyła: Martyna Wachowska



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

Wiedza bez Granic



Jean-Pierre Petit, Prezes Stowarzyszenia

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

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

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

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

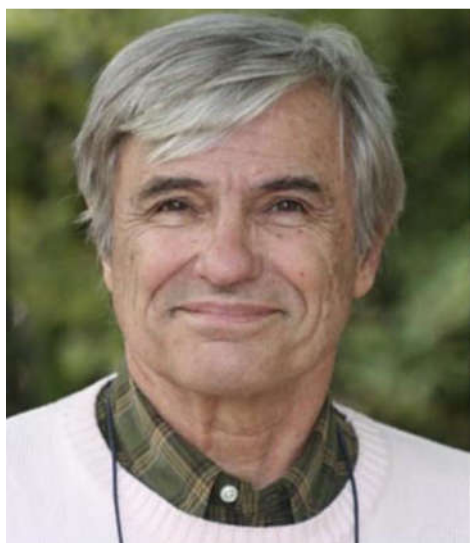
Stowarzyszenie chętnie nawiąże współpracę z nowymi tłumaczami, posiadającymi odpowiednie kompetencje, niezbędne do tłumaczenia tekstów para-naukowych.

Aby skontaktować się ze stowarzyszeniem prosimy wejść na stronę:

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

Wiedza bez granic

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



Jean-Pierre Petit



Gilles d'Agostini

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

Aby dokonać darowizny, użyj przycisku PayPal na stronie głównej:

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





Wiesz Zosiu,
czasem tak się
zastanawiam..

tak kochanie?
nad czym?

..Nie wiem.. czy wszystko jest takie
na jakie wygląda.. czy świat realny jest
faktycznie realny..

czy może za tym
co widzimy
kryje się drugie dno

uwaga! wszechświat może
skrywać w sobie kolejny
wszechświat

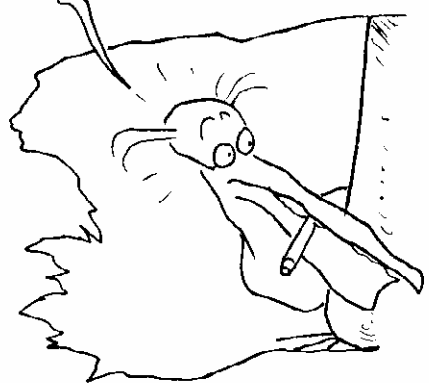


Wystarczy tylko że pójdziesz
i zobaczysz..





Ktoś gra na skrzypkach..



Wylądowaliśmy w katakumbach
fizyki..

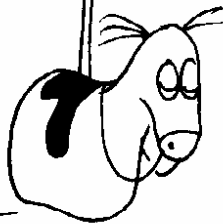
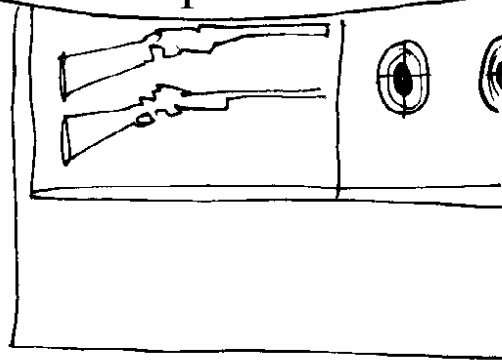
No chodź!
Zobaczysz, będzie
świetnie!

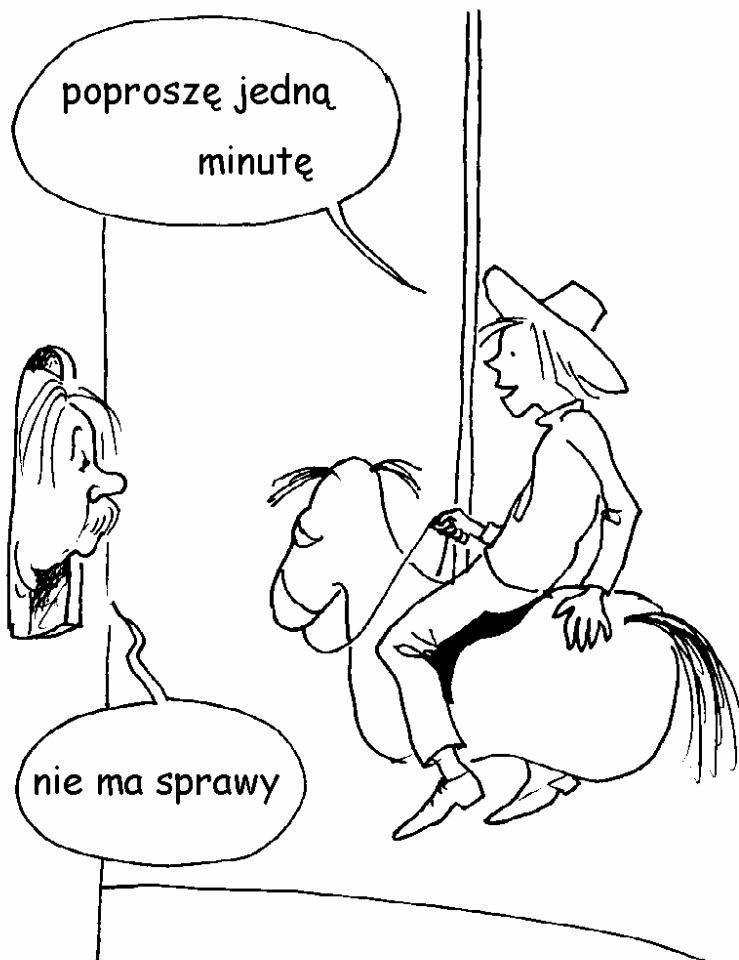
KOSMICZNY PARK PANA ALBERTA

właściciel - założyciel
— zaprasza



ta melodia dochodzi
stamtąd..





KONIEC!

EEJ!! Według pańskiego zegarka
minuta ma pięćdziesiąt dziewięć
sekund??

Ależ skąd! Przecież minęła
dokładnie minuta!

Mam CHRONOMETR,
który mierzy czas
z absolutną precyzją!

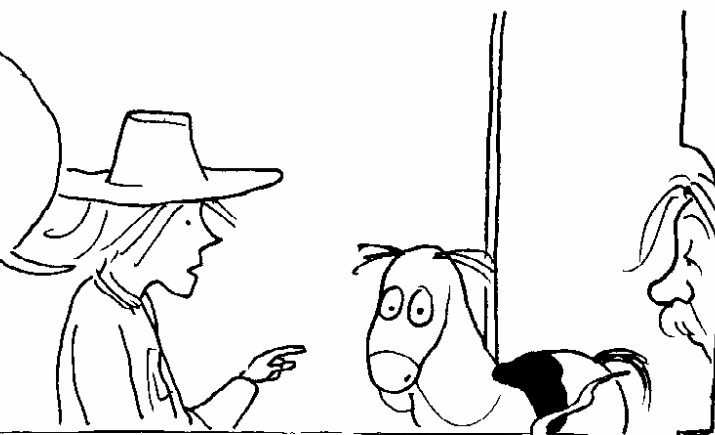
Tak się składa, że ja także
mam CHRONOMETR. Dziwne..
przecież to nowy zegarek!
Może trafiłem na kiepską serię..

..o tyle dobrze..
że ma jeszcze ważną
gwarancję..

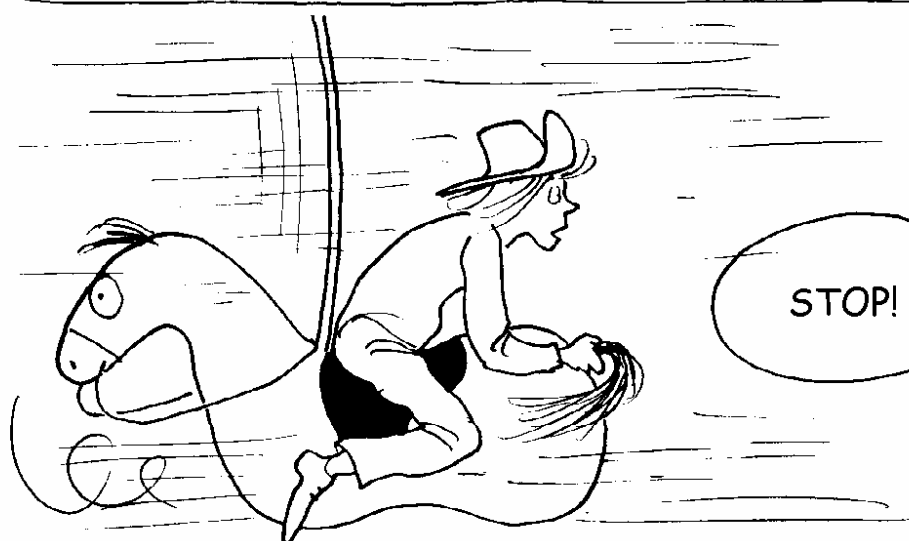
Twój zegarek chodzi
bez zarzutu Anzelmie.
CHRONOMETRU
nie można rozregulować.

więc to musiała być
ta karuzela..

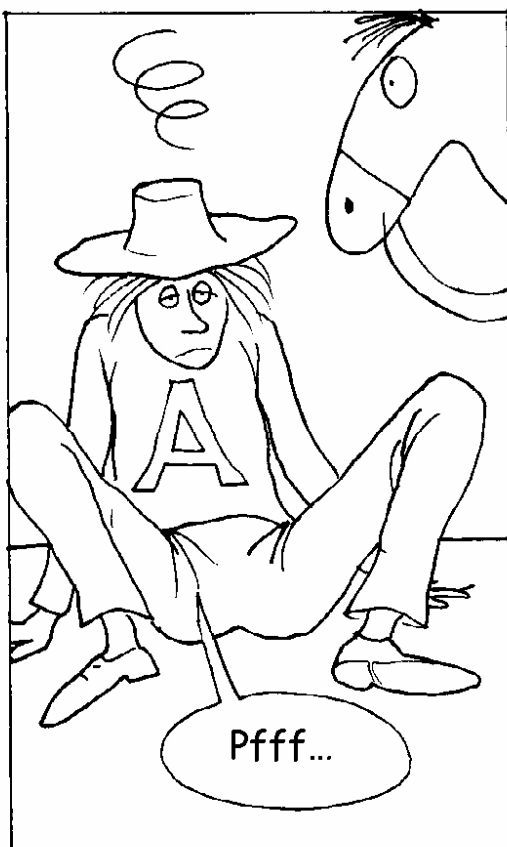
Panie Albercie, a czy można
uruchomić karuzelę tak, żeby
poruszała się "do tyłu"



Nie ma problemu. Koszt bez zmian - 1 złoty za minutę



STOP!



Pfff...



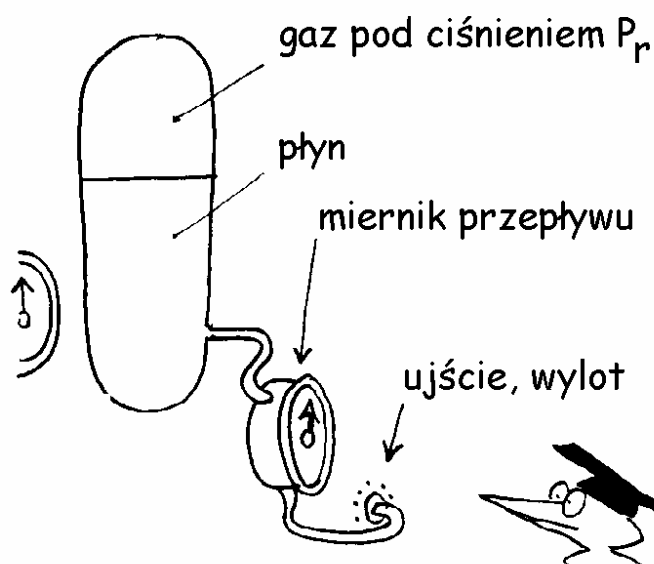
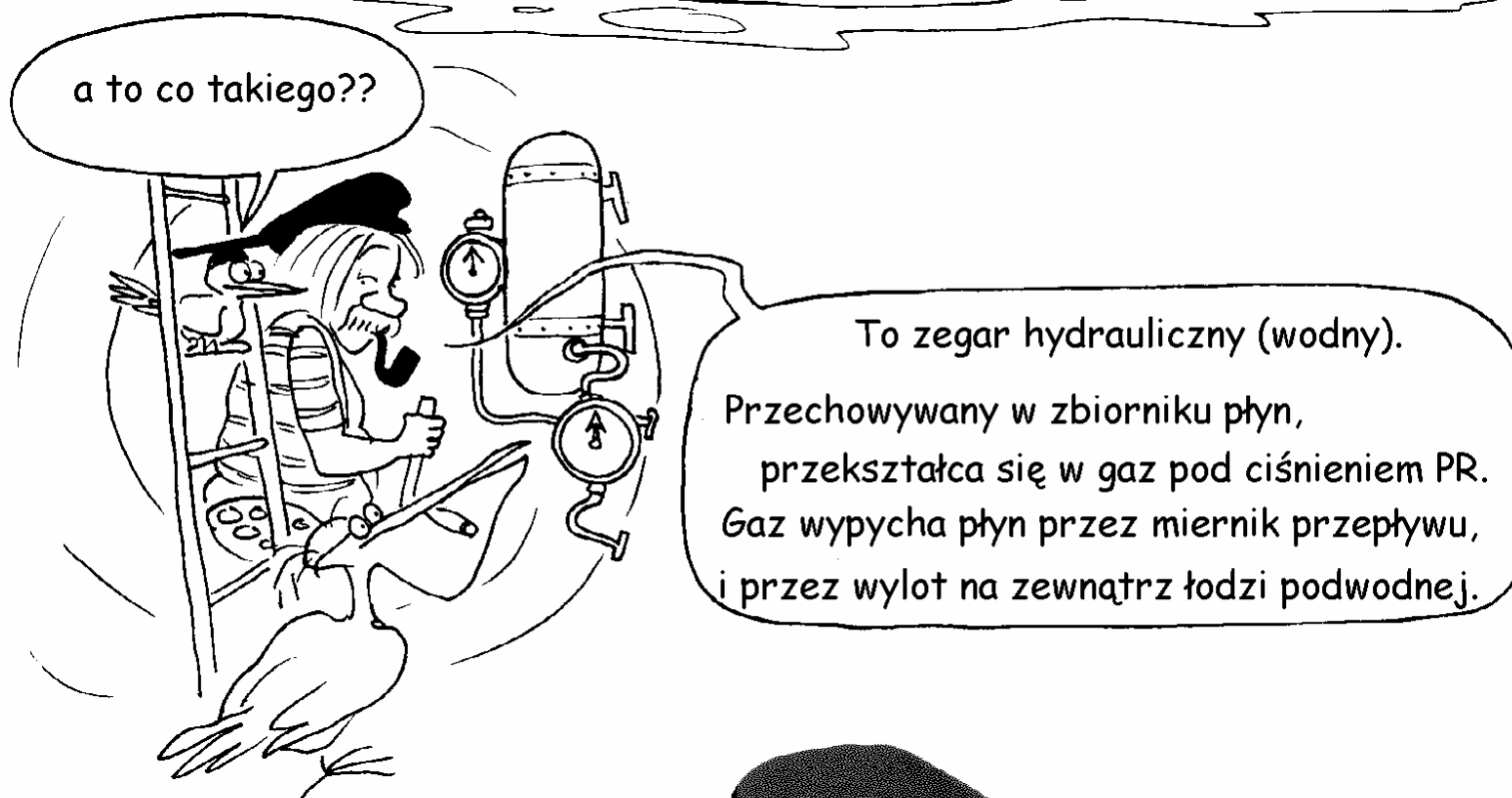
mmm....



CO?!?!?



A W TYM SAMYM CZASIE...



to czas wypływa, nieprawdaż?
stara zasada działania klepsydry..

Ależ tak, a przepływ jest
proporcjonalny do różnicy pomiędzy
ciśnieniem w zbiorniku i
ciśnieniem na zewnątrz łodzi..

moja łódź podwodna wyposażona jest w
stery głębokościowe, więc czym szybciej
płynie, tym głębiej się zanurza..

Dlatego też do pomiaru
prędkości łodzi wystarczy nam
jedynie MANOMETR, który mierzy
ciśnienie na zewnątrz łodzi..

Ha!
Już rozumiem!

ojej! Naprawdę
szybka jest ta pana łódka!

Dobra, wracamy.
Minuta już prawie
minęła!

Ej, to nieprawdopodobne!
przenieśliśmy się na
25 stronę!

A TERAZ POZWÓLMY NIECH MAX I LEON PONIOSĄ KONSEKWENCJE SWOJEJ PODWODNEJ PRZYGODY, I TYMCZASEM WRÓĆMY TO ANZELMA..



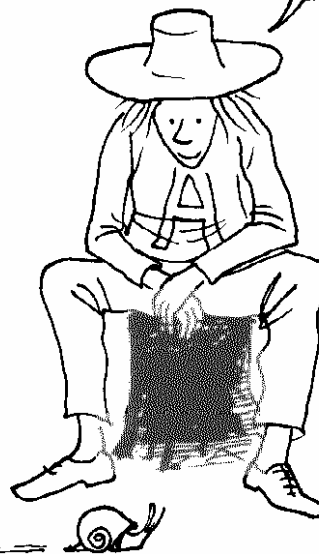
Tak sobie myślę, że to trochę dziwne..
W przestrzeni, jakikolwiek kierunek byśmy
wybrali, zawsze możemy wrócić tą samą drogą,
czyli podążyć w przeciwnym kierunku..

też mi
satysfakcja!

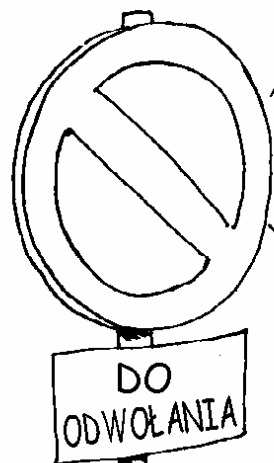


Mogę przemieszczać się dużo szybciej
niż ślimak Tiresias, i mogę go wyprzedzić.

mogę też się zatrzymać
i pozwolić mu żeby mnie wyprzedził



ale jeśli chodzi o
CZAS
to sprawy wyglądają
zupełnie inaczej..



widocznie nie można
tutaj parkować

Pod rygorem utknięcia
tu na dobre..



Osoba o imieniu Tiresias??
przesyłka polecona dla pana!



Pan czy pani??

bez znaczenia



Hmm..
kalendarz..

Widzisz Anzelmie, za każdym razem,
kiedy odrywasz kartkę,
mija kolejny dzień...



Nie Tiresiasie. Nie możemy wpływać na upływanie czasu. Żeby zdjąć tę kartkę z kalendarza musimy poczekać do jutra.

Aha..

CZASOPRZESTRZEŃ

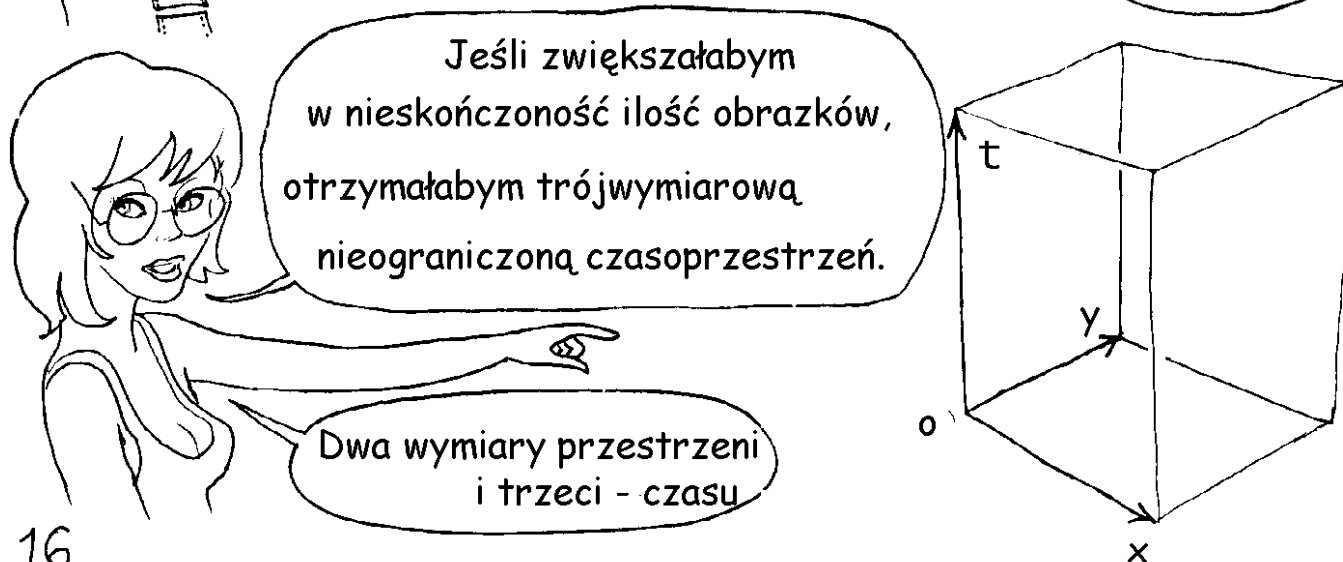


Zosiu,
czym jest CZAS??

To wymiar jak każdy inny.
Wskakuj na huśtawkę,
zaraz ci wszystko
wytlumaczę!

To teraz będą rozbierać
tę klepsydrę na części
pierwsze...







Trzeba pamiętać że ilość **WYMIARÓW PRZESTRZENI** to po prostu liczba wartości potrzebnych do wyznaczenia pozycji **PUNKTU** w tej przestrzeni.

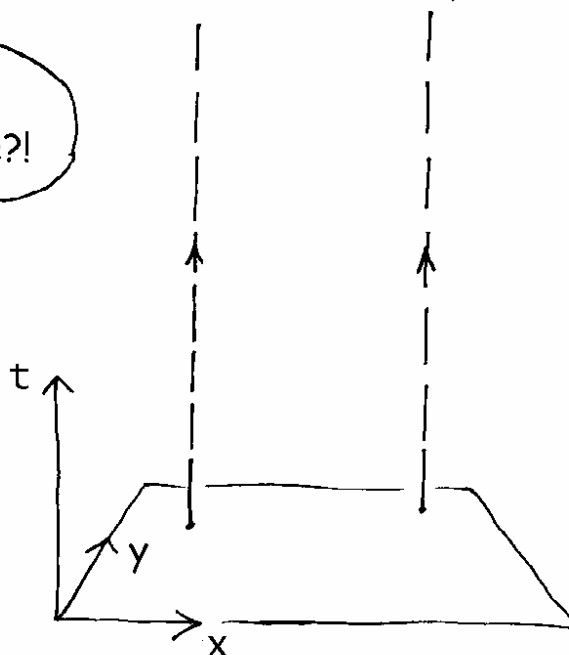
My żyjemy w czasoprzestrzeni czterowymiarowej. Dlatego potrzebujesz znać 4 wartości - cztery informacje, żeby móc się z kimś spotkać w tym samym punkcie tej czasoprzestrzeni to jest we właściwym miejscu i czasie.

Tiresias umówił się ze mną przy **CZWARTEJ** ulicy, nr **DWANAŚCIE**, na **TRZECIM** piętrze. Ale ten głupek zapomniał wyznaczyć godzinę spotkania. Mam tylko 3 dane!



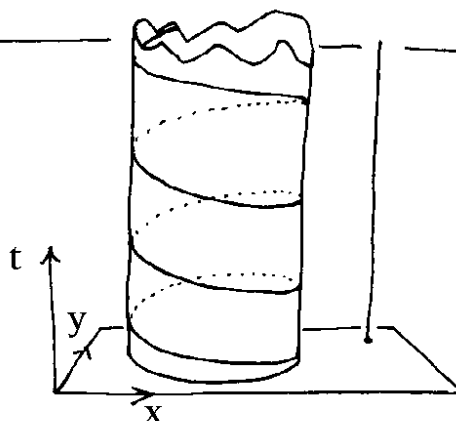
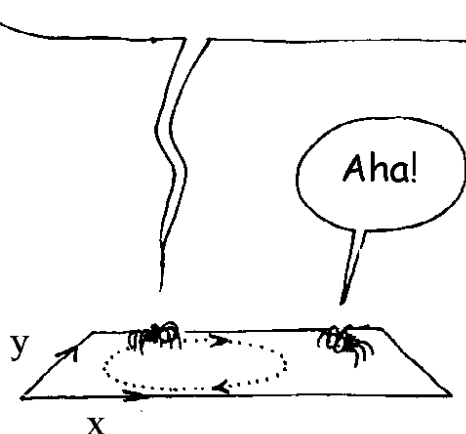
Czy wiedziałaś, moja droga, że my poruszamy się w czasie?!

przecież.. nie drgnęliśmy nawet o milimetr!

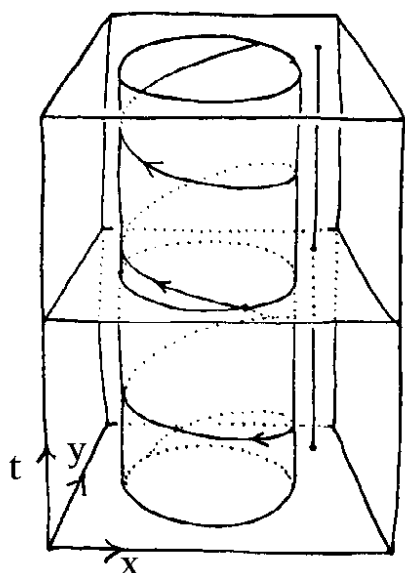


Droga po której przemieszczają się pajaki została przedstawiona na obrazku z prawej strony.

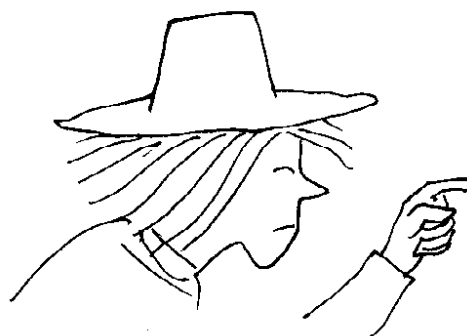
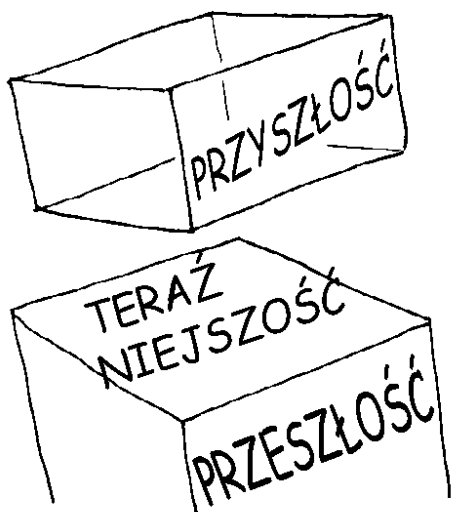
Jeśli na przykład będę poruszał się po okręgu, moja trajektoria w tej trójwymiarowej przestrzeni przyjmie kształt rozciągniętej sprężyny.



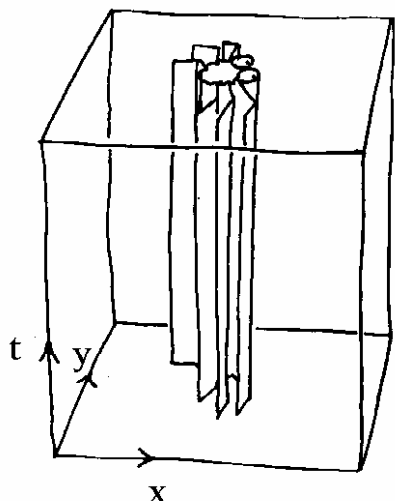
Absolutna teraźniejszość jest więc niczym innym jak płaszczyzną przekroju danego fragmentu czasoprzestrzeni.



Powyżej jest PRZYSZŁOŚĆ, zaś poniżej PRZESZŁOŚĆ



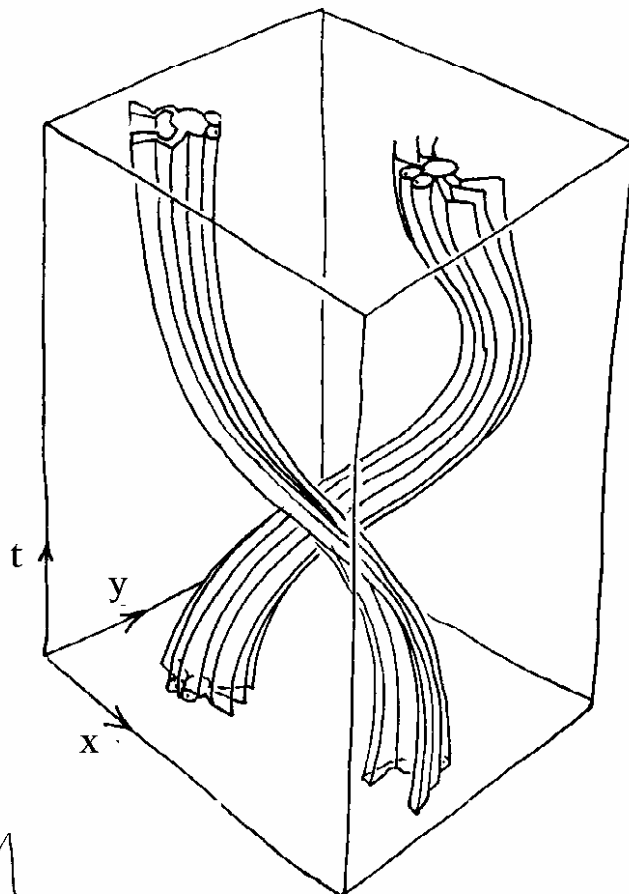
ARYSTOTELES jako pierwszy wpadł na pomysł, że teraźniejszość może posiadać zerową grubość



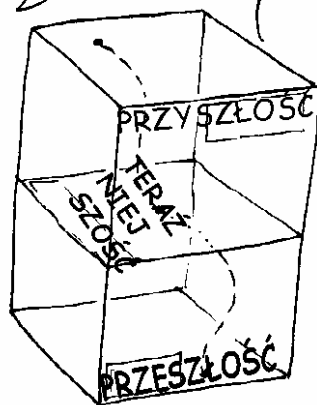
Właściwie, żeby zachować wierność rzeczywistości, powinniśmy przedstawić nieruchomego pająka w trójwymiarowej przestrzeni w taki oto sposób.



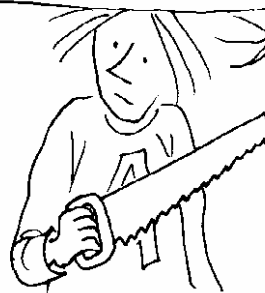
To czy pająk przeżyje zależy od drogi w czasoprzestrzeni, którą się porusza, tak aby nie natknąć się na ścieżkę, po której podąża żaba.



Bliskie spotkanie w czasoprzestrzeni..



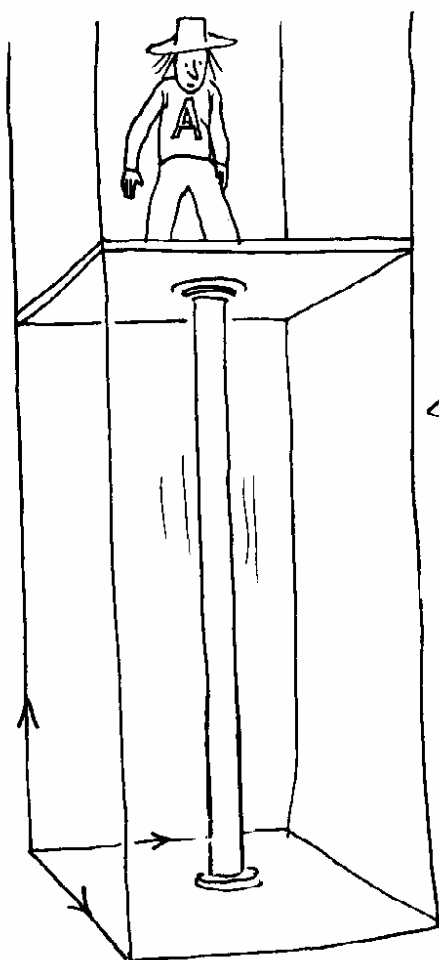
Ale dlaczego nie widzimy tych trajektorii w czasoprzestrzeni??



Ponieważ my możemy widzieć jedynie TERAŹNIEJSZOŚĆ!



Winda czasu wznosi nas nieustannie do góry.
Nie może się ani zatrzymać ani zjechać w dół.

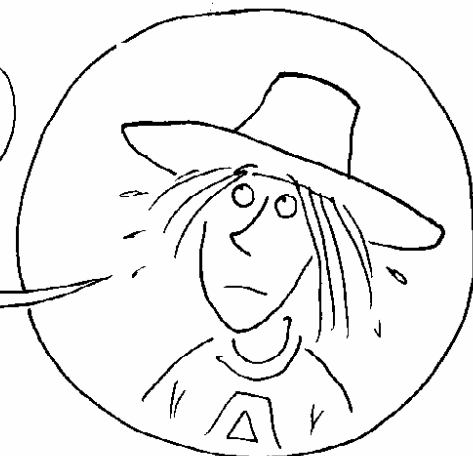


PON WT ŚR CZ PT SOB N

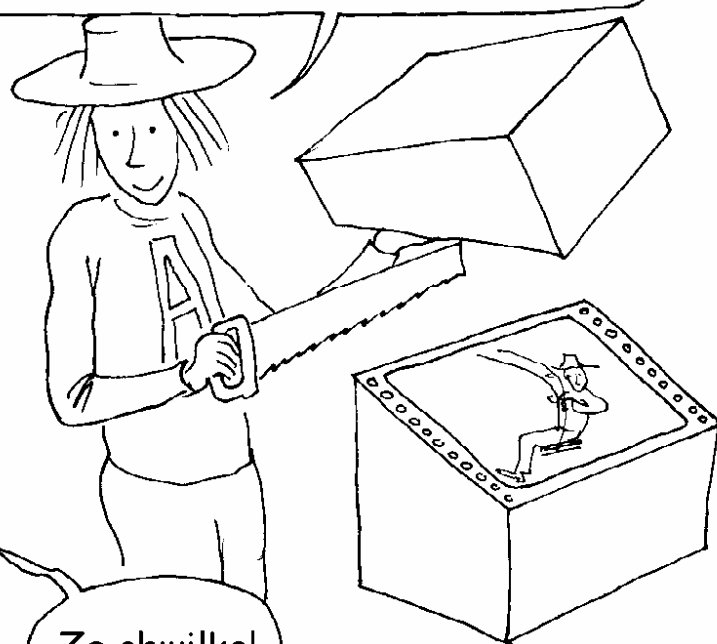
Winda
bez drzwi...

..ani żadnych
przycisków..

Całe szczęście, że
Zosia jest tutaj..



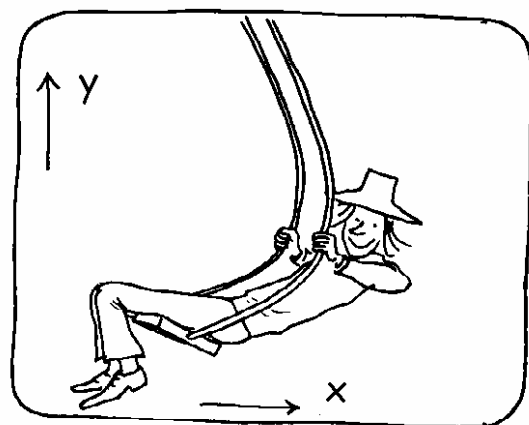
Popatrz Zosiu, zrobiłem ukośny
przekrój czasoprzestrzeni!



Za chwilę!



taki przekrój
stosuje się często przy
produkcji filmów
animowanych



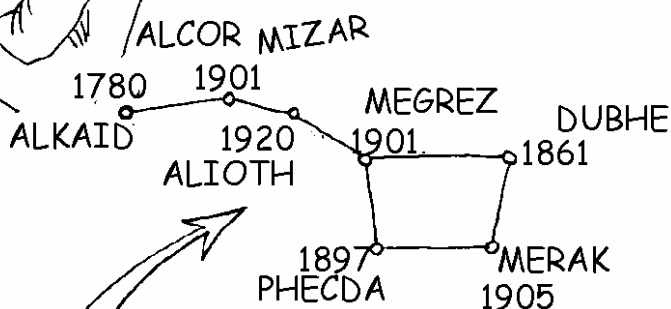
STOŻEK ŚWIATŁA



Tak naprawdę my zawsze patrzymy na
rzeczywistość "ukośnie", nasz wzrok pada pod
pewnym kątem.



Nie za bardzo
rozumiem co chcesz
przez to powiedzieć..



Światło potrzebuje pewnej ilości czasu aby dotrzeć do nas
od odległych obiektów. Ten szkic pokazuje rok, w którym światło
musiało zostać wyemitowane przez poszczególne gwiazdy Wielkiej
Niedźwiedzicy, żeby dotrzeć do nas TERAZ.



Więc sąsiednie gwiazdy mogłyby się roztrzaskać, a ja dowiedziałbym się o tym dopiero po wielu latach?!

i tak nikt mi nic nie mówi!

Obraz Andromedy, który obserwujemy przez teleskopy pokazuje nam jej stan sprzed DWÓCH MILIONÓW LAT

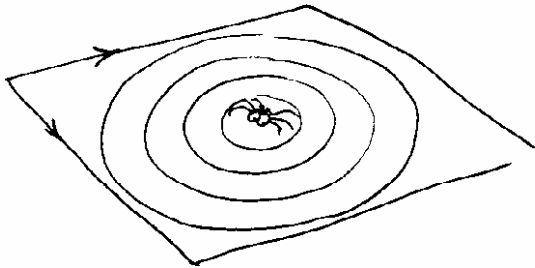
Ale Słońce widzimy tylko z OŚMIO MINUTOWYM opóźnieniem.

a moje stopy są starsze niż mój nos!

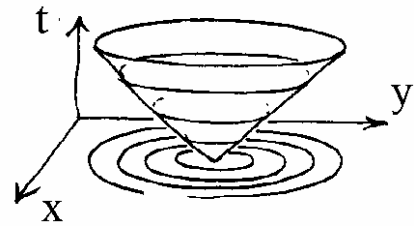
Więc tak naprawdę najtrudniej zobaczyć jest teraźniejszość. A może przedmiot, który umieszczę przy samej siatkówce oka...??

Nie Anzelmie. Możemy wiedzieć jedynie przeszłość. W każdej chwili widzimy RELATYWNĄ TERAŹNIEJSZOŚĆ, a wcześniej mówiliśmy o ABSOLUTNEJ TERAŹNIEJSZOŚCI. Teraźniejszość to sprawa bardzo osobista, nie można jej z kimś dzielić.

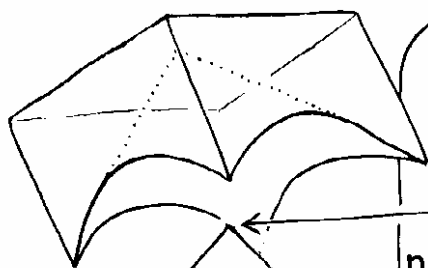
Fale na powierzchni wody rozchodzą się ze stałą prędkością. Na rysunku widzimy pajaka który wpadł do wody, wytwarzając fale współśrodkowe



W czasoprzestrzeni wiadomość ta przemieszcza się po obwodzie stożka



Dokładnie tak samo jest ze światłem, które rozchodzi się ze stałą prędkością 300000 km/s

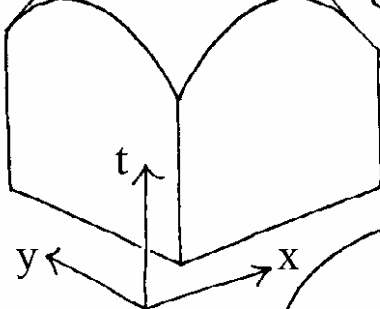


Tak samo sygnały świetlne otrzymywane przez

OBSERWATORA

pochodzą z punktów położonych na stożku w czasoprzestrzeni:

STOŻEK ŚWIATŁA



Tu przedstawiona jest **RELATYWNA TERAŹNIEJSZOŚĆ**, dla tego **OBSERWATORA**

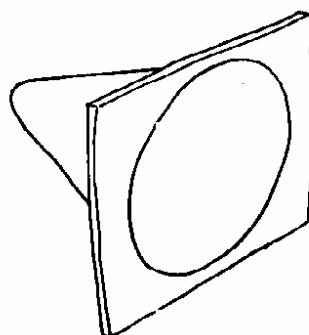
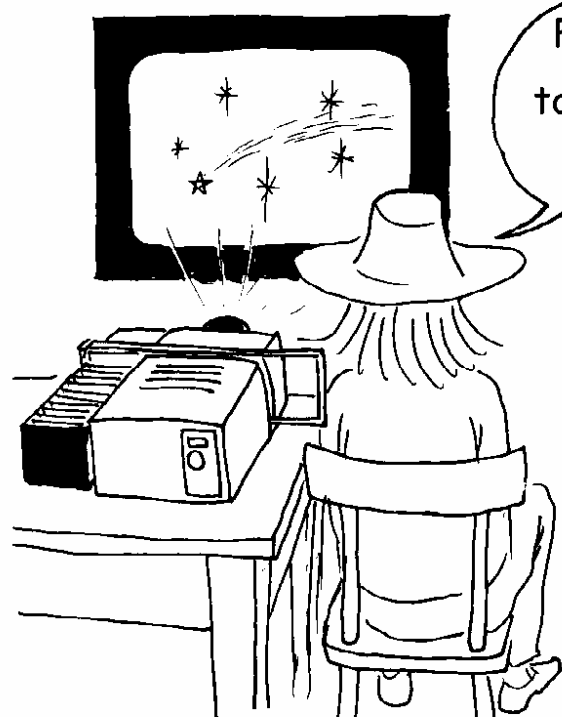
A czy... niebo..

..jest stożkiem??

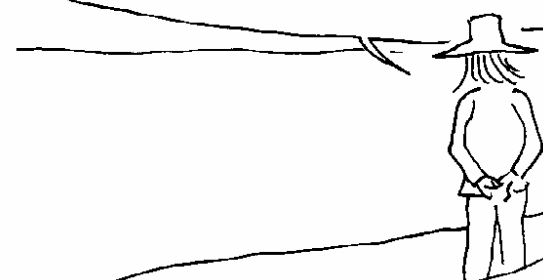
Tak Anzelmie, to mająca trzy wymiary, stożkowa kopuła umieszczona w naszej czterowymiarowej czasoprzestrzeni.



Jest to pojęcie, które ludzkiemu mózgowi ciężko wyobaczyć. Postrzegamy oraz MYŚLIMY w trzech wymiarach, a nie 4. Cofnijmy się na chwilę do obrazka ilustrującego czasoprzestrzeń trójwymiarową.



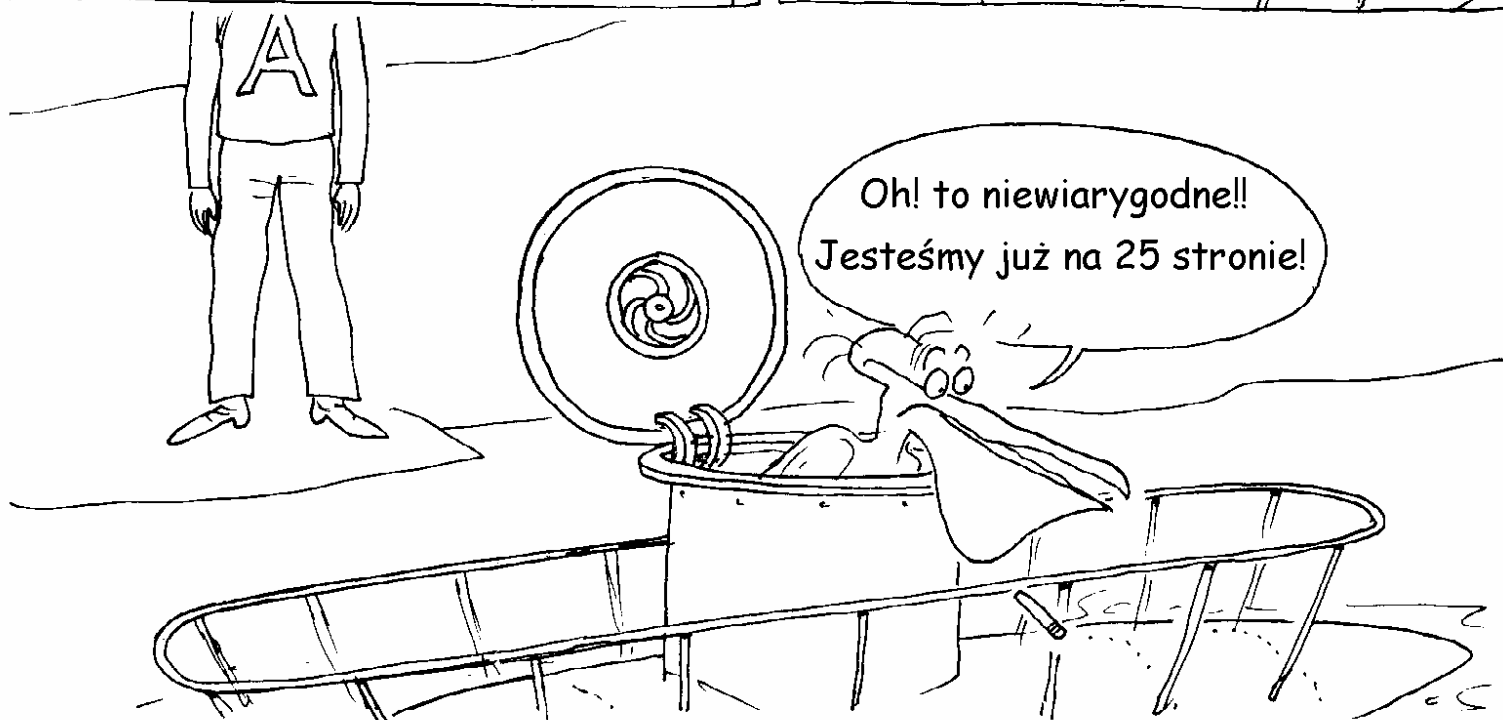
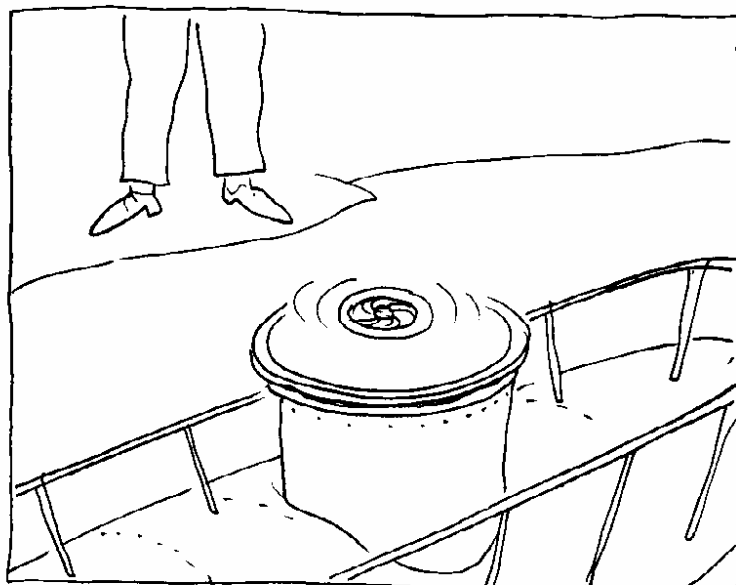
Ale tak właściwie, co porabiają Max i Leon?? Zniknęli już jakieś piętnaście stron temu..



Widziałem jak wchodzili do łodzi podwodnej,
na jednodominutowy rejs. Ale przecież minęło już
dużo więcej czasu!



No nareszcie wracają!
Ale zabawili tam naprawdę długo!







Poczekajcie, czyli klepsydra pana Alberta,
ten zegar wodny, podawał PRAWDZIWEY czas,
który mijał w łodzi podwodnej?



Do licha! Tak jak mówiłem, ta klepsydra
zasilana jest ze zbiornika pod stałym
ciśnieniem P_r . Ma swoje ujście
na zewnątrz łodzi, gdzie panuje
ciśnienie P_e . Wielkość wypływu jest
proporcjonalna do różnicy między
ciśnieniami ($P_r - P_e$)



Im szybciej łódź podwodna płynie,
i czym głębiej się zanurza, tym większe
ciśnienie P_e , więc tym wolniej
klepsydra wyrzuca płyn na zewnątrz.
Tym samym im szybciej płyniemy, tym
wolniej czas upływa!



Chwila Moment! Coś mi się wydaje że Pan głupoty opowiada!
W takim razie jak upływa czas, dla kogoś kto pozostaje w bezruchu?

nieruchomy w
odniesieniu do CZEGO?!?

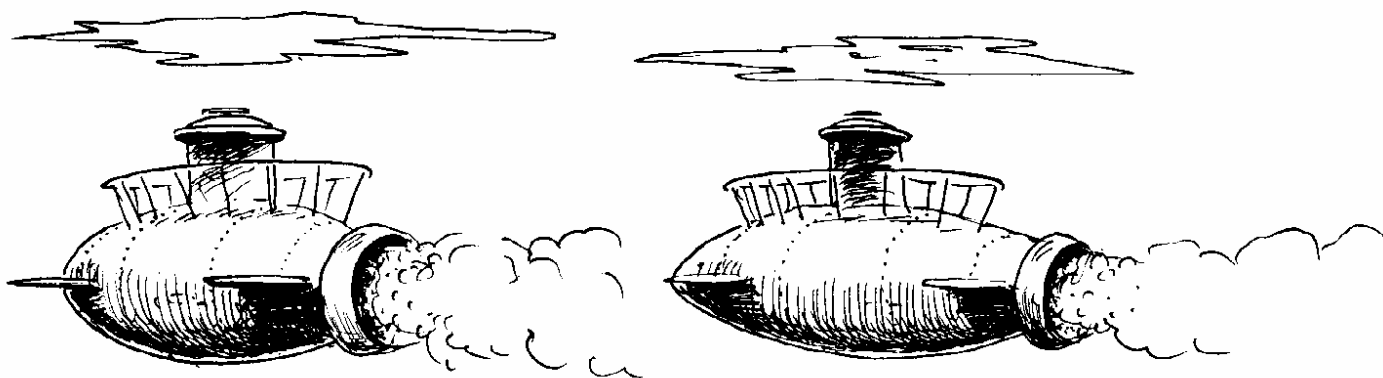
Chodzi o przepływ wody z klepsydry, która jest
przymocowa do kotwicy, nieruchomo -
na jej powierzchni.

Zaraz sam to wszystko wyjaśnię!

Ciekawe jak to jest
być NIERUCHOMYM?

ZOSIU: weźmiesz numer 2, a ja popłynę jedyneką. Numer 3
zostawimy przy brzegu, a sami popłyniemy z tą samą prędkością $\vec{V}$

Cieszę się, że
zostaję na brzegu!



Popatrz! Istna eskorta! Płyną z tą samą prędkością, w tym samym kierunku i na tej samej głębokości!



Eksperymentują tylko ci, którzy nie są pewni siebie..

Panie Albercie, niech Pan mi powie czym właściwie jest ruch??

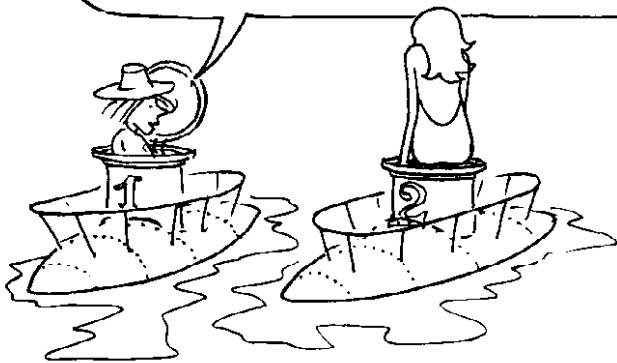


Dobre pytanie Tiresiasie. Możemy mówić o PRĘDKOŚCIACH WZGLĘDNYCH jednych przedmiotów względem drugich. I tak naprawdę, to że mówimy że jakiś przedmiot lub grupa przedmiotów (ty, ja, pomost) są w spoczynku, czyli bezruchu jest stwierdzeniem całkowicie arbitralnym. Każdy ruch jest WZGLĘDNY. I tak na przykład w tej chwili Zosia i Anzelm, którzy przemieszczają się WZGLĘDEM NAS, pozostają "NIERUCHOMI" względem siebie.



No to wróciliśmy do punktu wyjścia, a nasze klepsydry

wskazują ten sam czas t!



Dwa systemy, które pozostają
w bezruchu względem siebie są
SYNCHRONICZNE



Ale Klepsydra z łodzi nr 3,
która pozostała przy brzegu
wskazuje zupełnie inny czas.
Zdecydowanie
DŁUŻSZY czas t.

Panie Albercie, jest coś
w pańskiej teorii,
co mnie jednak niepokoi..

Hmmm....

Co synku?



Więc tak.. można zmierzyć na
powierzchni odległość D , którą
przebyliśmy, i czas T jaki nam to zajęło,
korzystając z klepsydry ze statku nr 3.
Dzięki temu wyliczymy prędkość

$$v = \frac{D}{t}$$

Są to obliczenia obserwatora,
który pozostał w spoczynku..



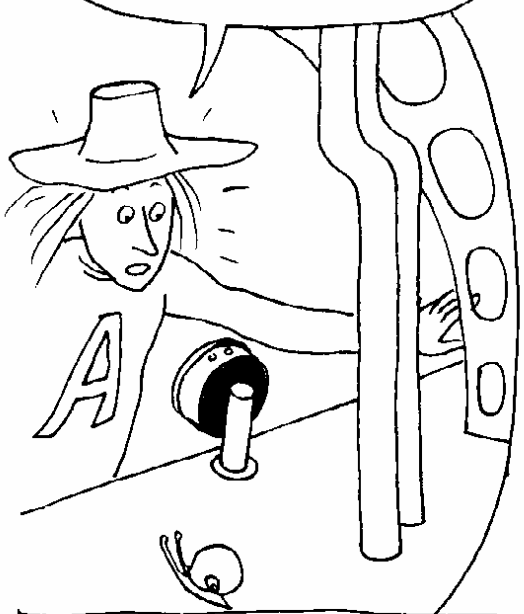
W łodziach nr 1 i 2, czas płynął wolniej. Gdybyśmy zrobili pomiar prędkości, otrzymalibyśmy prędkość $V' = \frac{D}{t'}$, większą od $V = \frac{D}{t}$



Więc musisz teraz tylko odczytać informację z LOGu (*)
twojej łodzi podwodnej. Dowiesz się jaką odległość D' przebyłeś.

ale jak to !?!?

$$D' < D$$



to jakaś zwariowana
historia!



(*) LOG to przyrząd nawigacyjny dla jednostek pływających, który informuje
o przebytej drodze

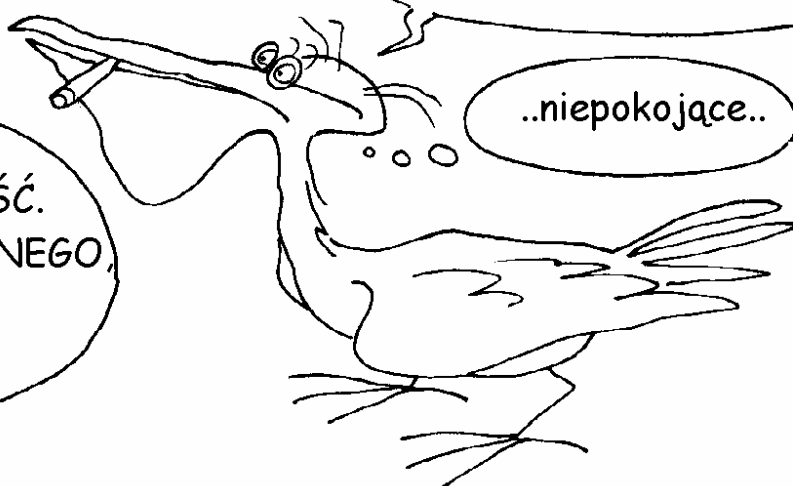
SKRÓCENIE DŁUGOŚCI LORENTZA



$\frac{D}{t} = \frac{D'}{t'}$ więc prędkość V
jest identyczna!

Ale moment!... to przecież
znaczy, że odległość musiała
skurczyć się jak akordeon!?!

Czas, odległości.. to tylko
POZORNOŚĆ.
Tak jak nie ma CZASU ABSOLUTNEGO,
tak też nie ma PRZESTRZENI
ABSOLUTNEJ..



..niepokojące..

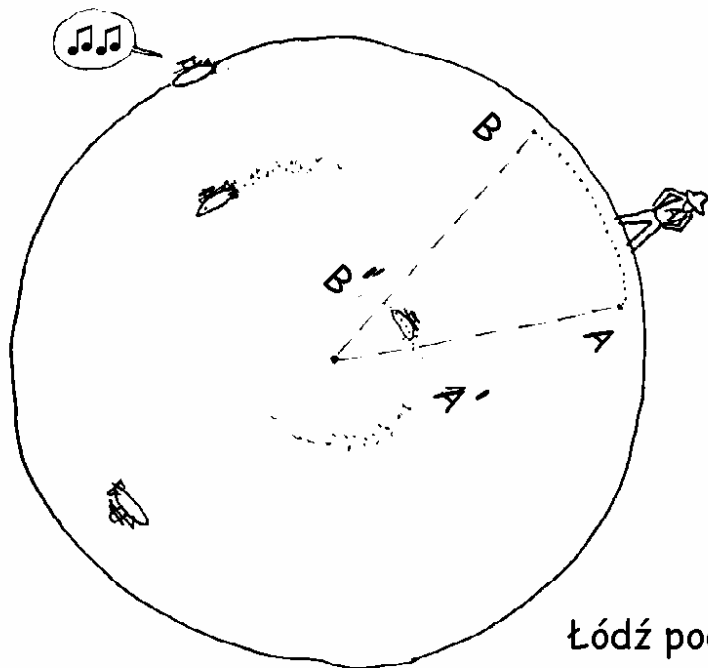


ale wracając do KOSMICZNEGO PARKU,
jego oceanu i chronometrów.. Trzeba pamiętać,
że to są tylko pewne MODELE, zaprojektowane
żeby pomóc nam zrozumieć
dziwną strukturę czasoprzestrzeni..



Żeby lepiej zrozumieć kurczenie
odległości, zwane SKRÓCENIEM

LORENTZA, wyobraźmy sobie,
że Kosmiczny Park jest płynną kulą



Łódź podwodna Anzelma, płynąca z prędkością V
zanurzała się i przebyła drogę po łuku $\widehat{A'B'} = D'$ w CZASIE RZECZYWISTYM,
mierzonym na pokładzie łodzi, wynoszącym t' .
Natomiast dla obserwatora pozostającego w spoczynku, na powierzchni,
widziany ruch został wykonany po ruchu $\widehat{AB} = D$, w czasie t . Stąd mamy

$$\frac{D'}{t'} = \frac{D}{t} = V$$

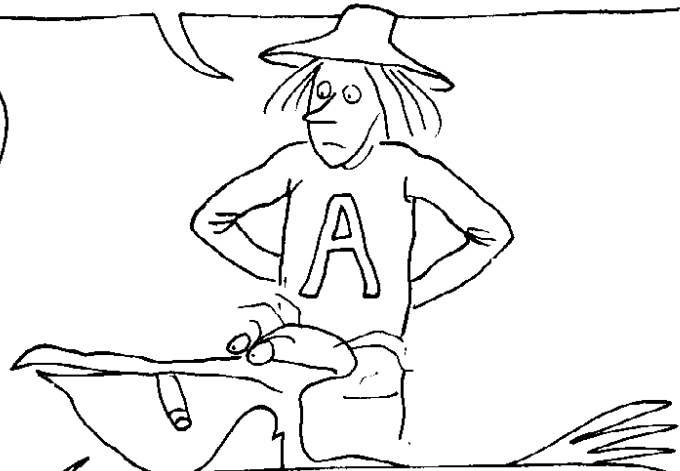
Zabawne, że w tym modelu, ruch jest KĄTOWY,

a PERCEPCJA przekształca go w ODLEGŁOŚĆ...



No ale po co tak komplikować sprawę?
Czas się spowalnia, przestrzeń kurczy.. i tyle!!

Chodzi tu o prędkość światła, synku.
Zrozumiesz wkrótce.



Nie wątpię, że to będzie bardzo
pouczająca historia!

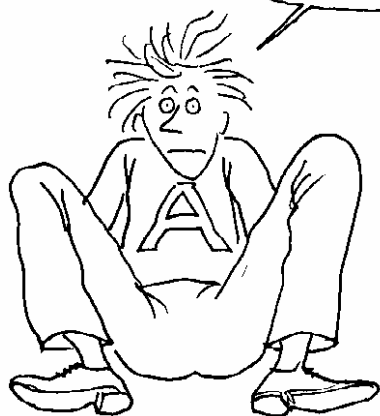
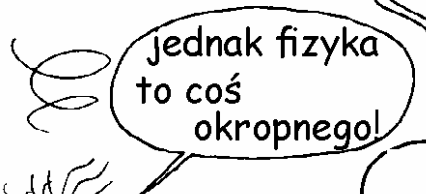
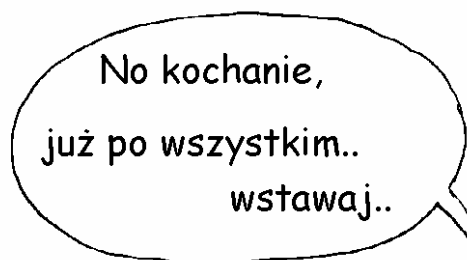
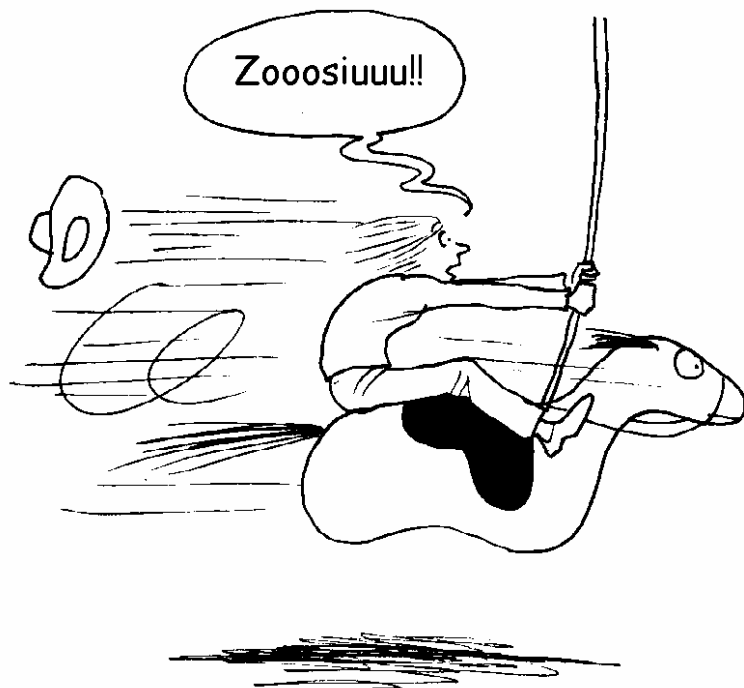
No dobra, wszystko pięknie, historyjki o płynnej kuli, łodziach
podwodnych, skracaniu odległości
Ale jak to można wytłumaczyć fizycznie??

Wskakuj z powrotem na karuzelę,
mój ty rycerzu w lśniącej zbroi!

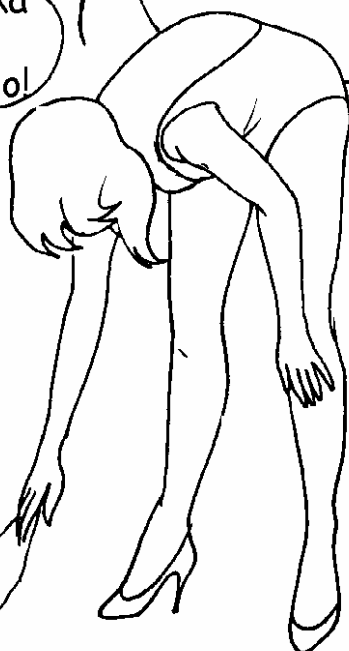
??

jestem
gotowy!

Zobaczysz,
to co zobaczysz..

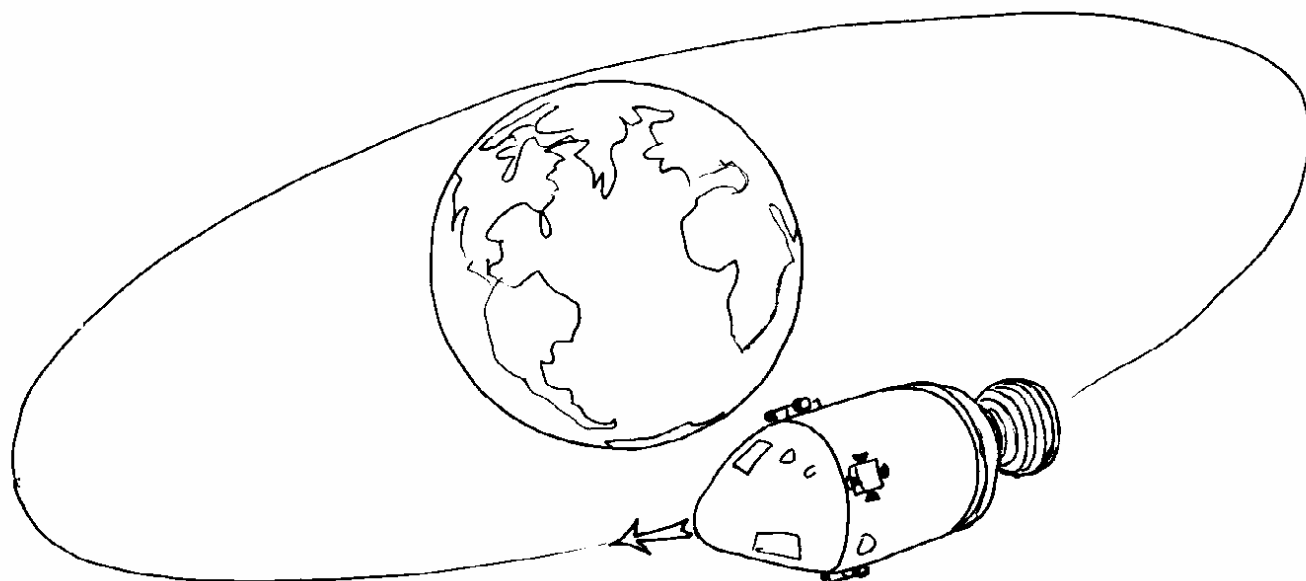


Na całe szczęście, takie fenomeny mają miejsce jedynie przy prędkości bliskiej prędkości światła
czyli ok. 300000 km/s

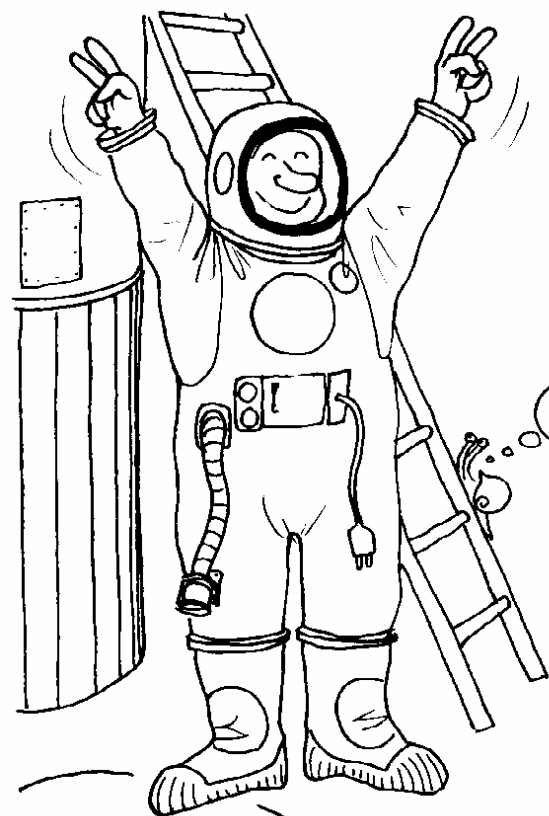


Gdyby wystarczało zaledwie kilka metrów na sekundę, życie takie jakim je znamy wyglądałoby zupełnie inaczej! Hi, hi, hi!

Kiedy kosmonauci zostają przez 6 miesięcy na orbicie, czyli ponad piętnaście milionów sekund..

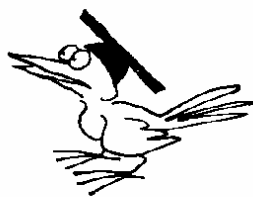


starzeją się o jakieś 1,4 setnej sekundy wolniej!



ale
przygoda..

a kiedy wracają to i tak
tego nie widać
na ich twarzach..



Hmm..



Świat względności wydaje się
kompletnie inny od naszego
codziennego życia..

Narazie światem względności interesują się jedynie specjaliści
z dziedziny fizyki wysokich energii (*).



... I niektóre AGENCJE RZĄDOWE...



(*) także zwana PLUTOFIZYKĄ, ponieważ jest to bardzo kosztowna fizyka..

kiedy zwiększam prędkość, to naprawdę
wszechświat się skurcza?!?

głupstwa!!

misja rozpoczęta!!

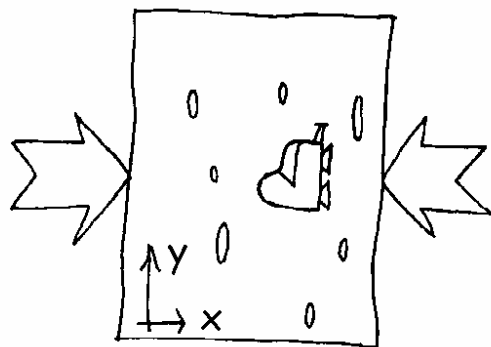
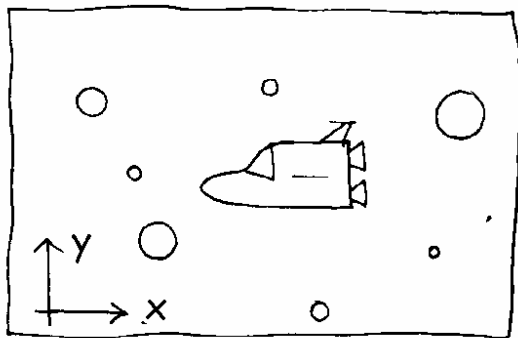
ciekawe jak dużo
pali ta maszyna?

dziesięć tysięcy kilometrów
na sekundę. Wszystkie wskaźniki
w normie. Przyspieszam!

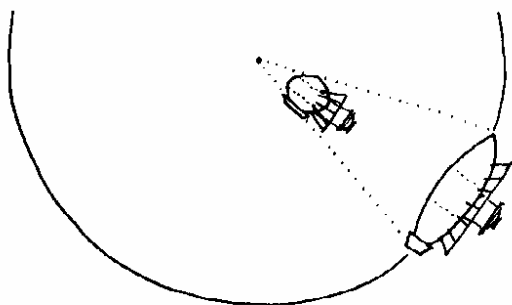


Notatka:

Rzeczywiście Lanturlu nie mógłby zaobserwować efektu skrócenia długości Lorentz'a, ponieważ wszystko się kurczyło: wszechświat, sam Anzelm i jego pojazd!



Tak samo: pasażerowie łodzi podwodnej w Kosmicznym Parku nie zauważają swojego kurczenia się



Dyrekcja

i Analogicznie, jeśli ja Tiresias, przyspieszę, sprawiam, że cały wszechświat ugina się jak akordeon w kierunku, w którym się przemieszczam



co za moc!



To niedorzeczne! Mały ślimak nie może sprawić,
żeby cały wszechświat się ugiął!

a jednak!

Ale tu nie chodzi o to, że wszechświat się kurczy,
czy spowalnia się upływ czasu. Odległości i czas są
jedynie POZORNOŚCIĄ. Wszystko jest iluzją
i nic nie jest bezwzględne.

Taki jest właśnie Świat RELATYWNOŚCI.

Więc jaki jest WSZECHŚWIAT?

To zależy od prędkości obserwatora

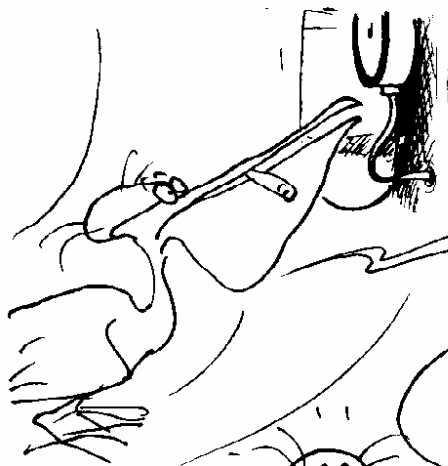
Prędkości względem czego??

Podstawową sprawą jest to, że dwie osoby
poruszające się z tą samą prędkością V w tym samym
kierunku, widzą i istnieją we Wszechświecie
w identyczny sposób.

Ale wróćmy do modelu z Kosmicznego Parku. Zobaczysz, że dla niektórych
istot wszechświat może poruszać się ze szczególną prędkością.

KIEDY CZAS PRZESTAJE PŁYNAĆ

LUB:
Życie wśród
fotonów



Czy w takim razie istnieje prędkość, dzięki której łódź podwodna może zanurzyć się na głębokość, przy której zewnętrzne ciśnienie zrównuje się z ciśnieniem w zbiorniku?

i co wtedy by się
działo??

Zgodnie z logiką, czas
musiał by stanąć w miejscu?!?!



cokolwiek to
oznacza..

Ale w Kosmicznym Parku Pana Alberta, taka
sytuacja mogłaby mieć miejsce tylko w momencie,
gdybyśmy znaleźli się w samym centrum wodnej kuli.

A zanurzenie do takiej głębokości można
osiągnąć poruszając się z prędkością
300 000 km/s



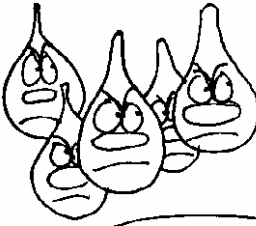
Już chyba głębszych przemyśleń
to mieć nie możemy...





Ale czy cokolwiek zamieszkuje
w tej głębi, w ścisłym centrum, gdzie
króluje ten czas zero absolutny??

Tak, FOTONY



Nas w ogóle CZAS
nie obchodzi!!

Nas czas nie dotyczy
i to nie nasz problem!

czyli elementarne
cząstki światła



No ale przynajmniej mogę
mierzyć prędkość tych fotonów.
Przemieszczają się na odległości D ,
w czasie t , więc ich prędkość równa
jest $D/t = 300\,000\text{km/s}$!

Rodzą się i umierają
- błyskawicznie!

BLEB
BLEB



Zgadza się, tak jest.
To się dopiero nazywa
zabójcze tempo życia..

Ty w inny sposób przeżywasz czas i swoje życie. Dla fotonów sprawy mają się zupełnie inaczej. U nich narodziny i śmierć są zdarzeniami ściśle ze sobą związanymi, bezpośrednio następującymi po sobie.

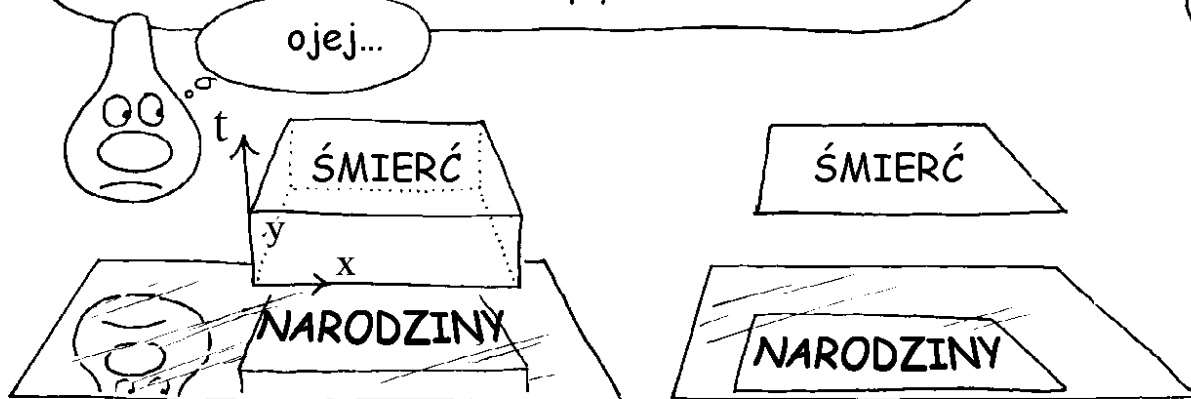


Chcesz powiedzieć, że dla fotonów czas jest kompletnie NIEISTOTNY?

CZAS WŁASNY fotonu ma miejsce w nieskończenie krótkiej teraźniejszości, pomiędzy narodzinami i śmiercią. Wyobraź sobie trójwymiarową czasoprzestrzeń, o współrzędnych (x, y, t) . Jeśli spłaszczysz ją na osi czasu t , otrzymasz powierzchnię dwustronną. Rozróżnienie tych dwóch stron płaszczyzny definiuje kierunek upływu czasu dla fotonu.



ojej...



Widzisz Anzelmie, WSZYSTKO JEST RELATYWNE.

Żeby nauczyć się myśleć jak foton, musiałbyś żyć jak foton..

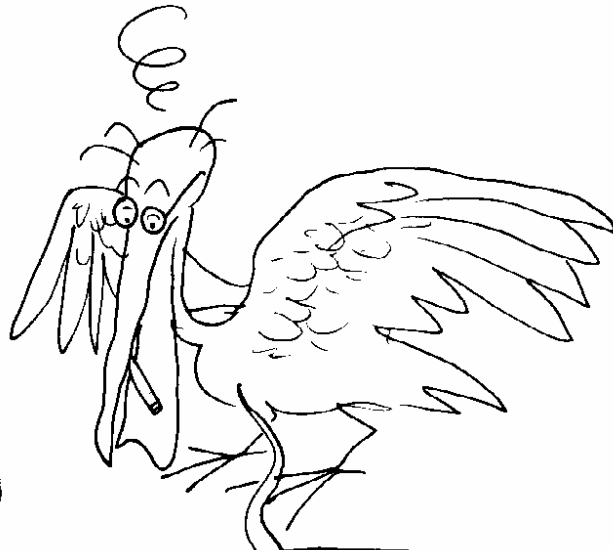
co jest niewykonalne, bo fotony NIE żyją!



A ja chciałbym się wreszcie
pewnego dnia dowiedzieć czemu czas
płynie od przeszłości do przyszłości,
a nie w odwrotnym kierunku!



A czy to ważne?
Gdy czas upływa, my zawsze
podążamy wraz z nim
w tym samym kierunku



chyba zwariowałeś!

A ja mam wrażenie, że gdyby ktoś
zmienił kierunek biegu czasu,
to nikt nawet by tego nie zauważył!



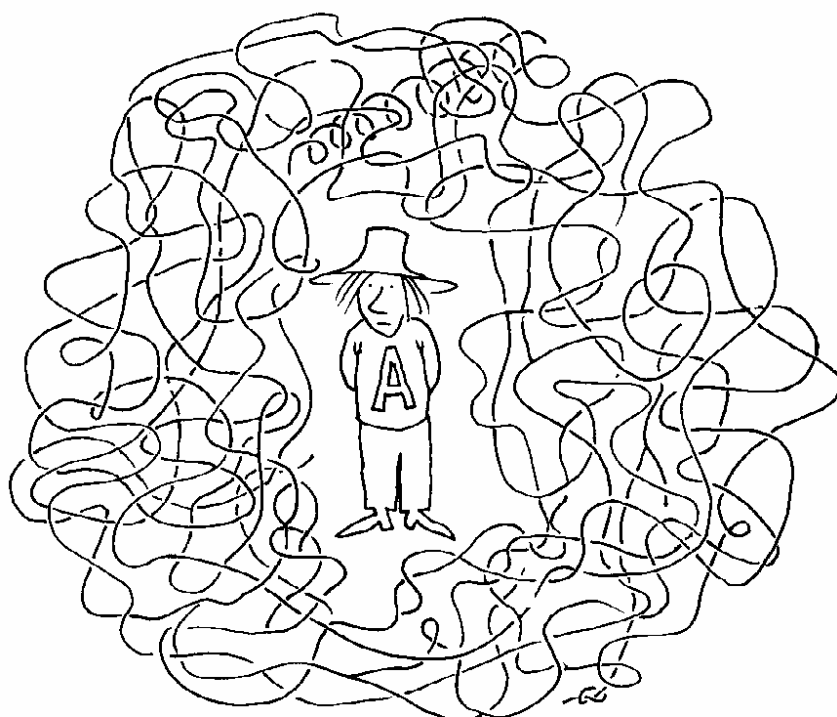
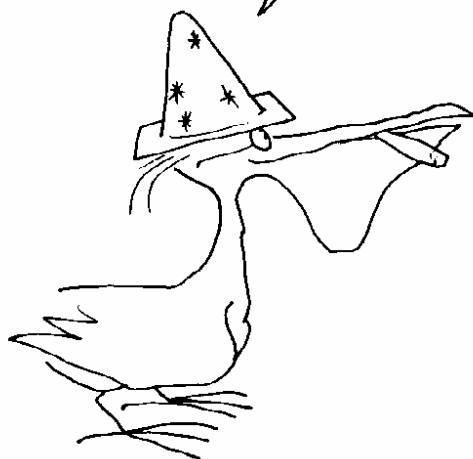


Wiesz, a ja w sumie chciałbym zobaczyć jak to jest być fotonem - nawet gdyby to miało trwać krótką chwilę - ciekaw jestem jak one postrzegają świat!

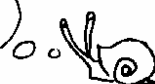


Nie można narysować 4-wymiarowej czasoprzestrzeni. Ale możemy za to w przestrzeni 3-wymiarowej przedstawić przeplatające się trajektorie wszystkich obiektów we Wszechświecie (wszystkich partykuł), które hipotetycznie mógłby obserwować nieruchomy obserwator, będący w stanie spoczynku.

swego rodzaju pozowane
zdjęcie w trójwymiarze..

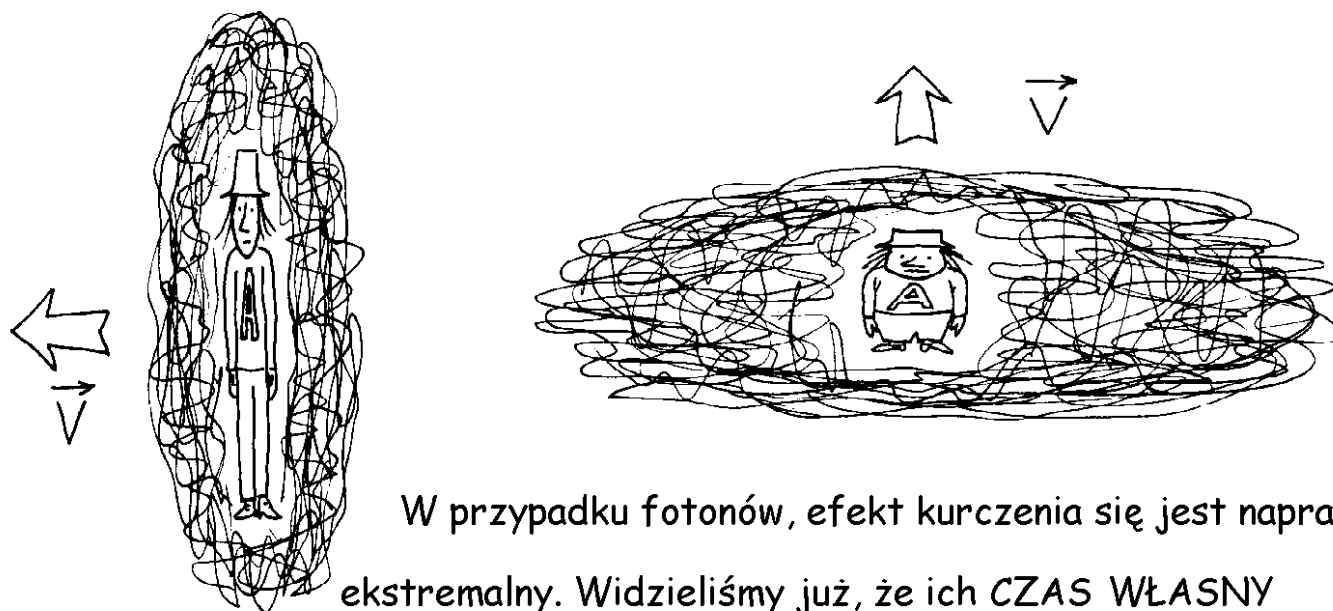


wyglądasz jakby cię wsadzili
do paczki makaronu!

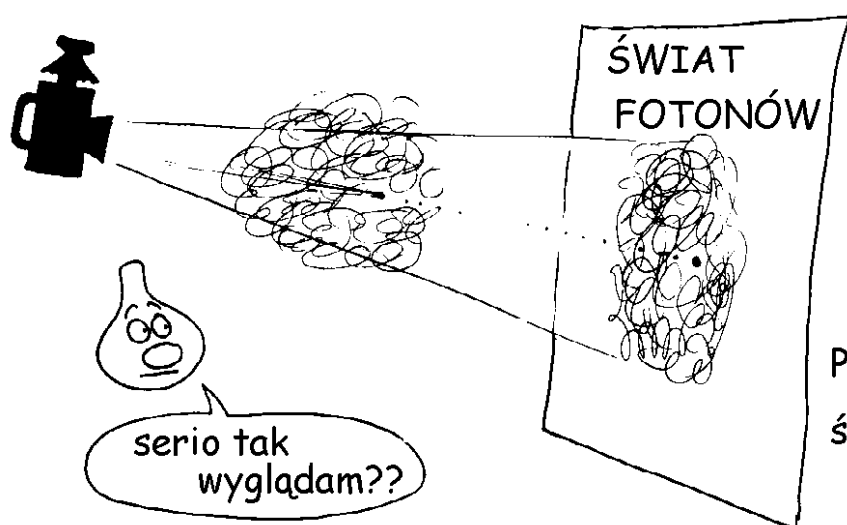


Raczej jak talerz spaghetti albo jak sieć autostrad
w Los Angeles!

Z perspektywy DŁUGOŚCI, Wszechświat jest elastyczny: jeśli obserwator przemieszcza się z prędkością $\vec{V}$ w dowolnym kierunku, to Wszechświat (i sam obserwator) zaczynają jakby kurszyć się w tym samym kierunku

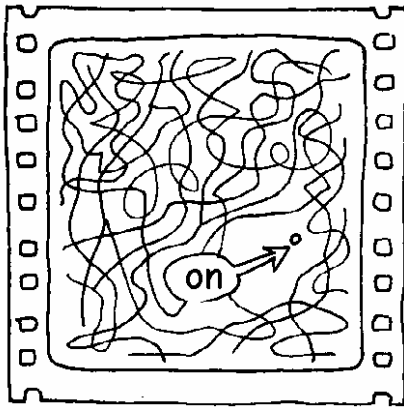


W przypadku fotonów, efekt kurczenia się jest naprawdę ekstremalny. Widzieliśmy już, że ich CZAS WŁASNY jest kompletnie spłaszczony. Gdyby można było go przedstawić w przestrzeni byłby zupełnie płaską powierzchnią o zerowej grubości, wyznaczaną przez kierunek w którym się porusza. Świat fotonów jest DWUWYMIAROWY. A same fotony w tym dziwnym świecie są jak małe, płaskie confetti..



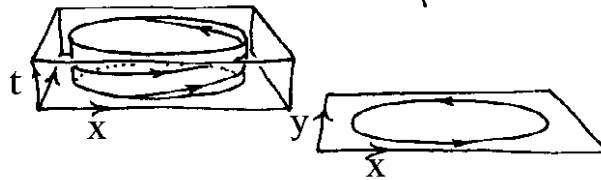
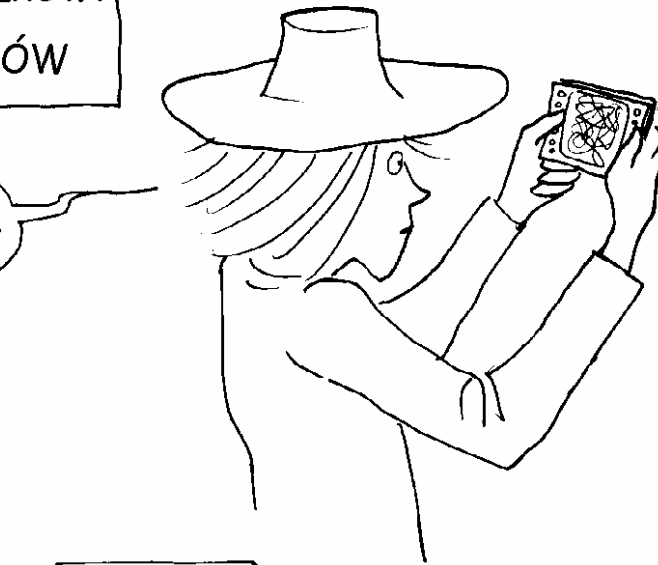
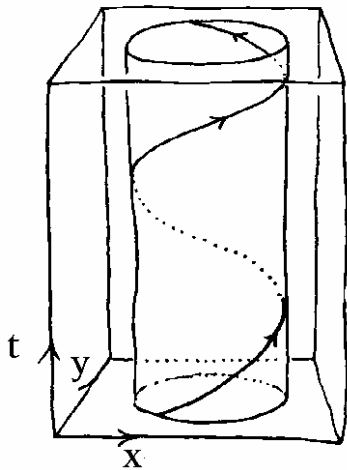
To coś w stylu efektu projekcji na ekranie rysunku przedstawiającego zbitą kulę spaghetti (widziane przez nieruchomego obserwatora). Projekcji, przy użyciu lampy, której linia światła byłaby ukierunkowana wzdłuż ruchu fotonu.

Żeby zrozumieć świat fotonów,
trzebaby nakręcić film podążając
kamerą za ruchem fotonu i następnie
nałożyć na siebie warstwami
wszystkie obrazy z filmu.

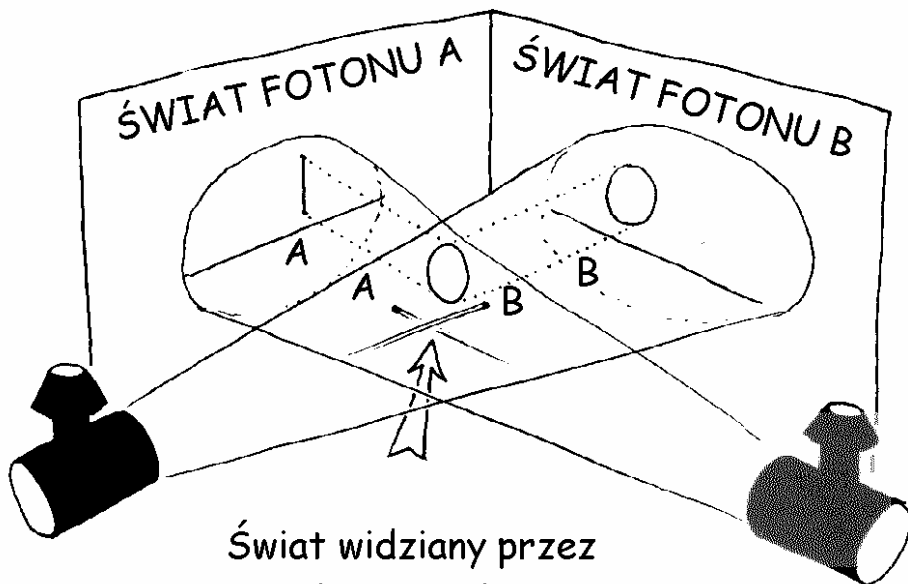


POKAZ PRZEDPREMIEROWY:
ŚWIAT FOTONÓW

o, w ten sposób..

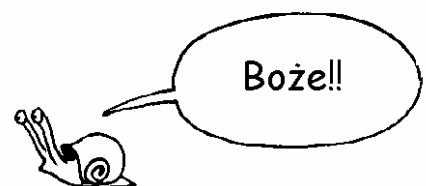


ruch fotonu całkowicie spłaszczony na osi czasu,
znowu przybiera znany kształt okręgu,
po którym poruszały się pająki



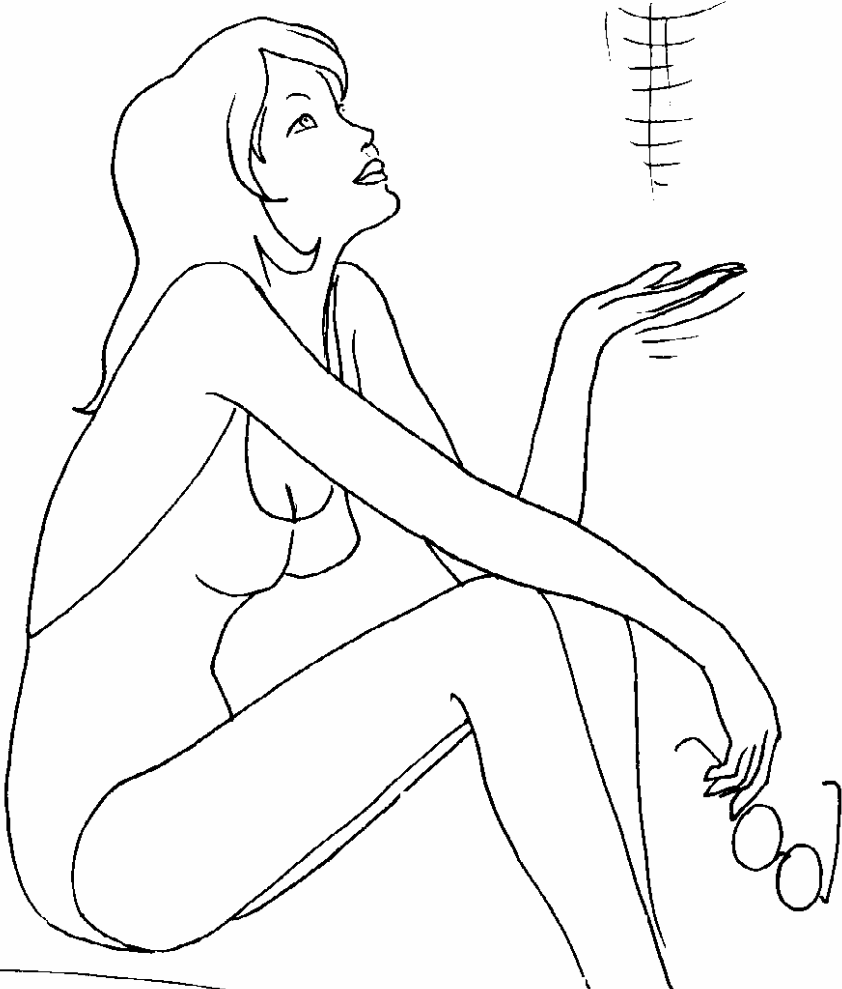
Świat widziany przez
nieruchomego obserwatora

Dwa fotony, podróżujące
w różnych kierunkach mają dwa
całkiem różne "poglądy na świat"





ale czym jest
Wszechświat, co?



wszystkim i niczym
drogi Anzelmie.. Można go
postrzegać i doświadczać
na tysiąc różnych
sposobów.



te wszystkie $x, y, t \dots$
to jakiś żart!

nie, to nie żart
to ALGEBRA!

w dodatku
całkiem
pożyteczna!

NIEZMIENNOŚĆ PRĘDKOŚCI ŚWIATŁA

ZMIENNOŚĆ MASY





To teraz zrobię kolejny pomiar
przy szybszej od V_1 prędkości V_2

foton przebył odległość D_2
w czasie t_2

a jego prędkość wyniosła $D_2/t_2 = 300\,000\text{ km/s}$

czyli dokładnie tyle samo!

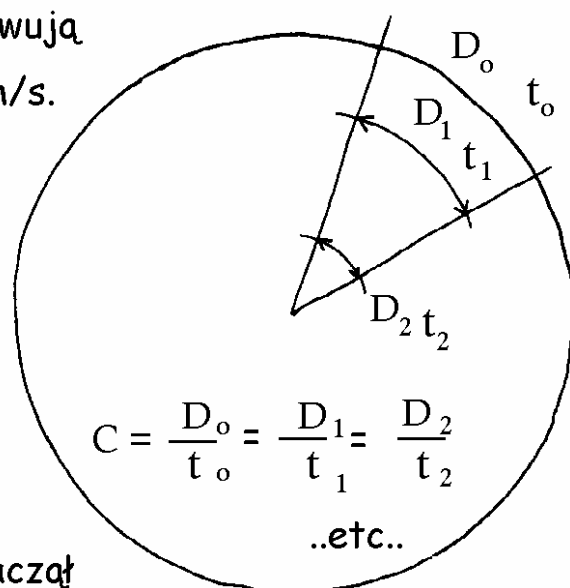


Wszyscy obserwatorzy, bez względu na swoją prędkość, mierzą tę samą prędkość c fotonu, czyli elementarnej cząsteczki światła. Cząsteczki te cieszą się szczególnymi względami w Kosmicznym Parku. Wszystko dzieje się tak, jakby były małutkimi reflektorami, których "promienie" poruszają się ze stałą prędkością kątową, odwzorowując ich obraz na centralnej części wodnej kuli. Ze względu na równoważące się zmiany czasu i odległości, obserwatorzy odnotowują niezmienną prędkość fotonu $C=D/t = 300\,000\text{ km/s}$.

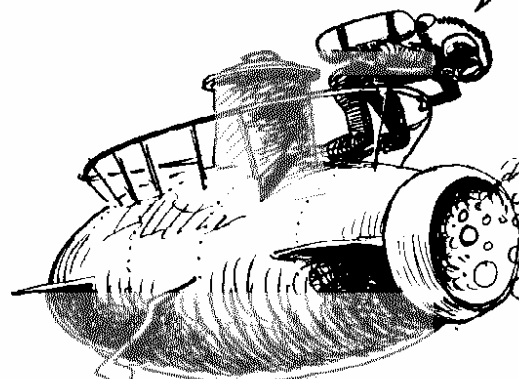
Ta absolutna niezmienność prędkości światła (czyli tu - prędkość fotonów) po raz pierwszy została zaobserwowana przez Michelson'a i Morley'a w 1881 roku.

Trzydzieści cztery lata później, w 1915r. Einstein obalił tradycyjny model czasoprzestrzeni, który nie współgrał z tą niezmiennością. Równocześnie zaczął konstruować nowy model czaso-przestrzeni, który

w zasadzie ilustruje Kosmiczny Park: RELATYWIZM CZASOPRZESTRZENI

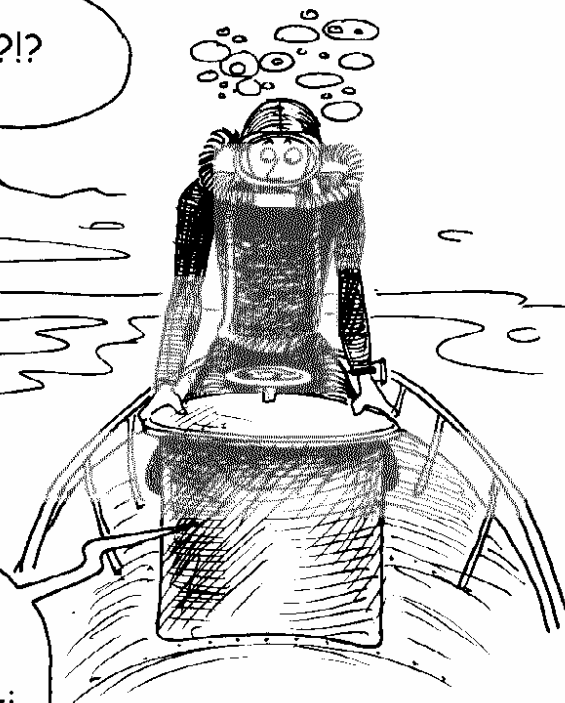
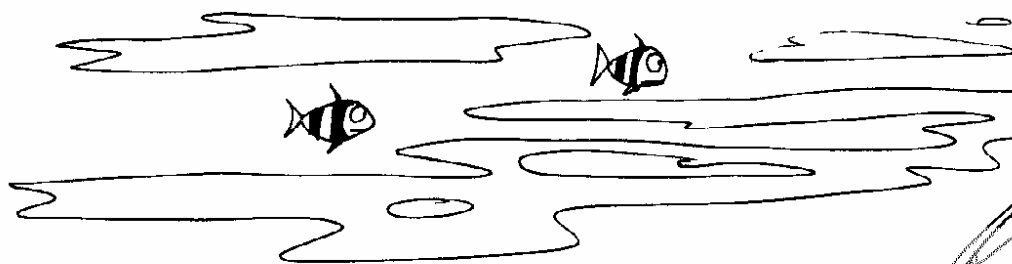


Dogonimy je!
Niech pan jeszcze przyspieszy
Panie Albercie!

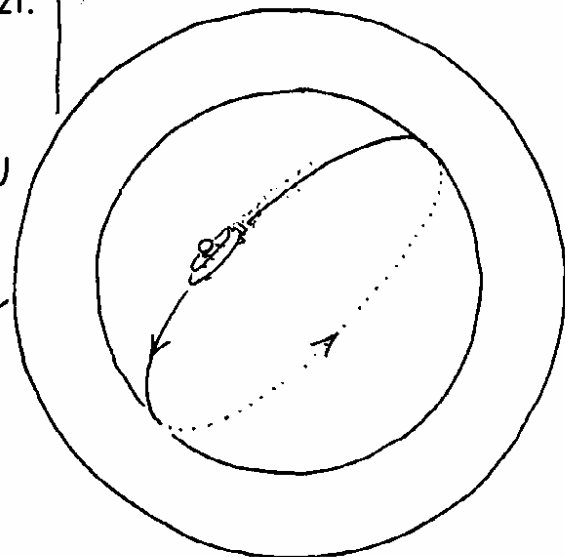


ale to niemożliwe,
synku!

Dlaczego?!?

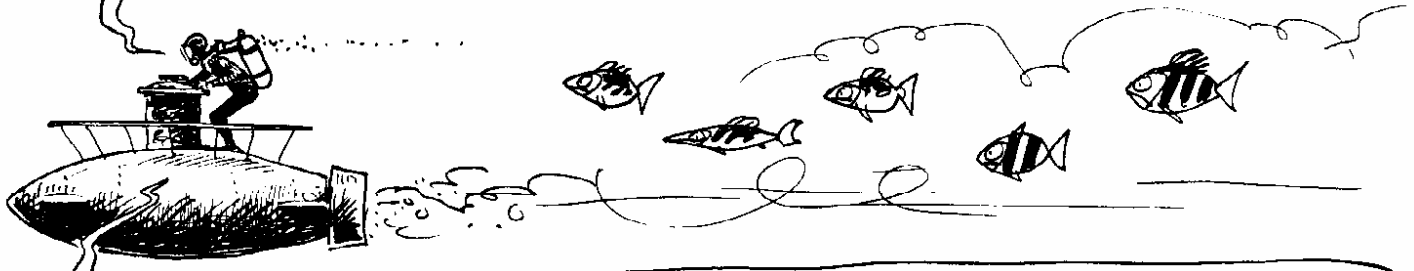


Moja łódź podwodna napędzana jest reakcjami.
CHRONOS, czyli płyn kuli wodnej, nie stawia
żadnego oporu dla ruchu łodzi.
Muszę poprostu przewyciężyć INERCJĘ.
W momencie kiedy osiągnę prędkość V , i wyłączę
motor, moja łódź popłynie wzdłuż DUŻEGO OKRĘGU
po kuli, odpowiadającej głębokości zanurzenia(*).



(*) mowa o LINII GEODEZYJNEJ tej kuli.
Więcej na ten temat dowiesz się z albumu
GEOMETRIKON, z tej samej serii.

Więc w czym problem? Niech Pan odpali motor i nie przestaje zwiększać prędkości, tym sposobem będziemy przybliżać się do tych fotonów.



Niestety im głębiej schodzimy, tym CHRONOS jest gęstszy. W miarę jak nurkujemy głębiej, tym więcej chronosu przedostaje się do naszych zbiorników balastowych. Przez co zwiększa się nasza masa.

Notatka:

Chcielibyśmy zdementować pewną powszechną, błędną opinię: wg której ruch sprzyja chudnięciu. W rzeczywistości jest na odwrót! Fakty mówią same za siebie: opuszczenie stanu spoczynku (masa m_0), zwiększa masę zgodnie z proporcją

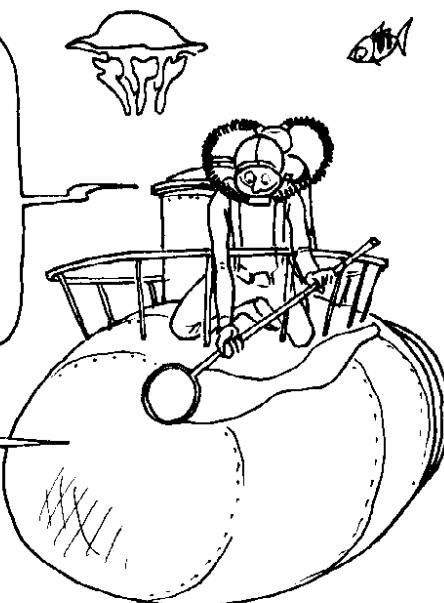
$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Oczywiście, gdy tylko ciało zatrzymuje się, wraca do masy początkowej m_0 .

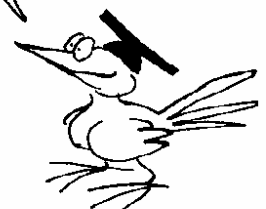


Ależ to jest frustrujące! Prawie tam jesteśmy - $0.995c$, a ja prawie mogę ich dotknąć.. no właśnie.. prawie!

Nasza masa jest już o dziesięć razy większa. Praktycznie nie możemy już bardziej przyspieszyć...



Dla $V = 0.99999c$ masa byłaby 224 razy większa.. itd..



To jest kompletnie bez sensu. Zużyjemy ogromnie dużo energii, goniąc za tymi fotonami..
Uwaga! hamuję!

szkoda..

Pfff! Co za przygoda!

Jeśli dobrze rozumiem, to im więcej energii przekazujemy danemu ciału, tym bardziej wzrasta jego masa..

To normalne, przecież energia i masa
to jedno i to samo: $E=m$



No więc, uwzględniając pewną stałą... którą w tym przypadku jest c^2 .. wzór zapiszemy jako:

$$E=mc^2$$

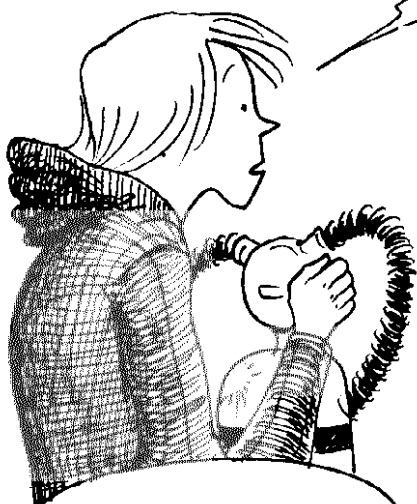
Hmm... teraz tylko prosta kwestia jednostek.

Jeśli nasza jednostka długości wynosiłaby trzysta milionów metrów, zapisalibyśmy wtedy

$$E=M$$

No dobrze, ale skąd bierze się ta wartość

300 000 km/s ??



EEe...hmmm...???

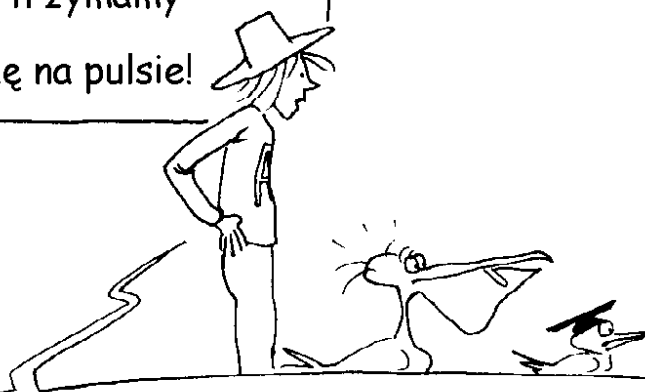


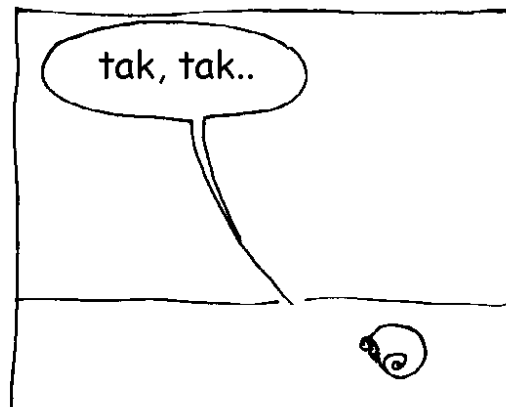
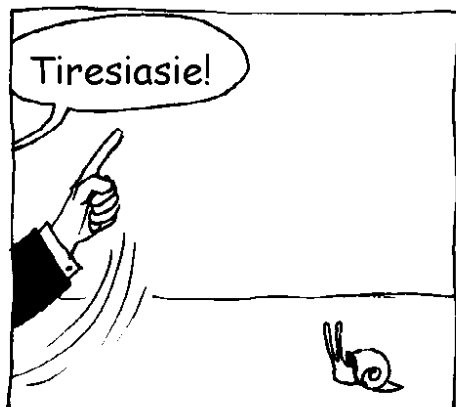
Na twoim miejscu spytałbym raczej skąd

biorą się te kilometry na sekundę..



C jest 'par excellence' jednostką prędkości, pewnym kosmicznym standardem i wzorcem. A metr na sekundę, to jedynie jego nędzny przelicznik..

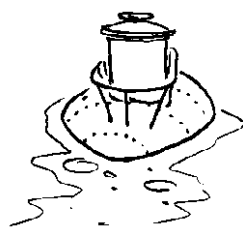




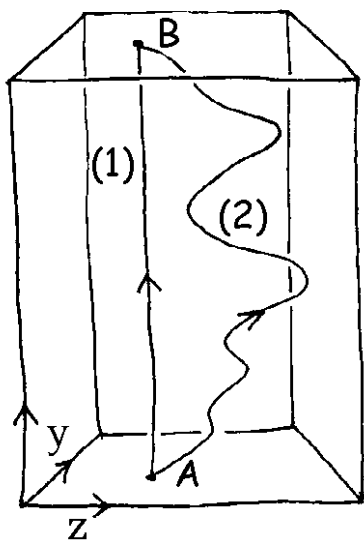
Konstrukcje naukowe podlegają ciągłym zmianom. Bez ustannie załamują się, pękają, żeby następnie odrodzić się w nowej formie..



Co on chciał
przez to powiedzieć?



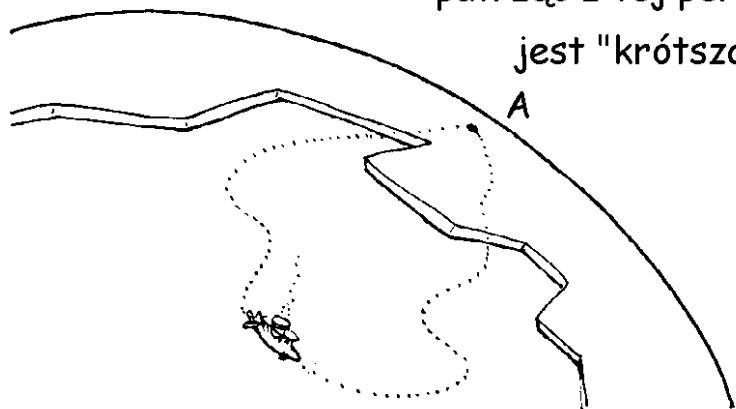
To, że w naszej czasoprzestrzeni,
linia prosta jest najdłuższą możliwą drogą
do przebycia z punktu A do punktu B.



Na przykład odcinek AB w linii prostej, to trajektoria ciała,
które pozostaje w spoczynku. Krzywa (2) prowadząca
z punktu A do B, dotyczy ciała posiadającego pewną PRĘDKOŚĆ.

Wiadomo, że w takich warunkach CZAS WŁASNY
podróżującego (w przeciwieństwie do nieruchomego
obserwatora), będzie upływał wolniej.

Rzeczywista odległość w naszej czasoprzestrzeni stanowi
właśnie czas własny, który upłynął. Dlatego też,
patrząc z tej perspektywy, linia krzywa (2)
jest "krótsza" niż linia prosta AB.



Anzelmie!



święta
prawda!

Przecież to idiotyczne, że
trzeba pokonywać jakąś drogę,
żeby pozostać w tym
samym miejscu!



NIEWYKONALNA PODRÓŻ

W Kosmicznym Parku
nastąpiła ciemna noc..

Zosiu, czym są
gwiazdy?

Gwiazdy są to
słońca.. podobne
do naszego..

Hmm.. Ziemia kręci się wokół
GWIAZDY SŁONECZNEJ.
Myślisz, że wokół tych pozostałych
słońc, też krążą inne planety?

Tak Anzelmie..



a najbliższa nam gwiazda
znajduje się..

Światło z najbliższej nam gwiazdy -
Alfa Centauri, potrzebuje około czterech lat
aby dotrzeć do nas

..jest odległa o..
czterdzieści tysięcy
miliardów kilometrów!

Zaś Pluton, który znajduje się
na granicy układu słonecznego, odległy jest
od Ziemi o jakieś pięć miliardów kilometrów,
czyli ok pięć godzin świetlnych.

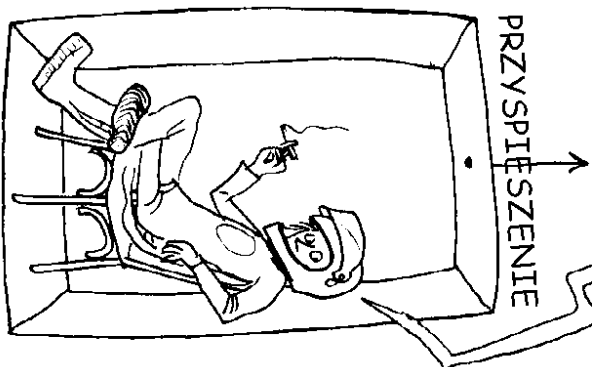
Więc Alfa Centaur położona jest tysiące razy dalej...
Kurczę! ale ten wszechświat jest wielki!

Pan Albert wytłumaczył mi, że potrzeba ogromnej energii, żeby osiągnąć prędkość zbliżoną do prędkości światła. To znaczy żeby móc poruszać się z prędkością ponad 100 000 km/s

Założmy, że posiadam silnik rakietowy, który pozwala mojemu pojazdowi osiągnąć przyspieszenie "g"; oznacza to, że moja prędkość wzrasta w każdej sekundzie o 10 m/s



a oto apartament Anzelma: kuchnia i łazienka

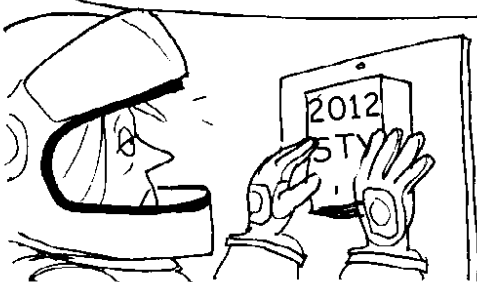


Mój ciężar pozorny jest taki sam jak moja waga na Ziemi, i mogę go utrzymać tak długo jak zechcę

Poruszając się w takim tempie, będę potrzebował jeszcze czterech miesięcy, żeby osiągnąć prędkość 100 000 km/s. W tym czasie, pokonam zaledwie jedną setną planowej drogi..



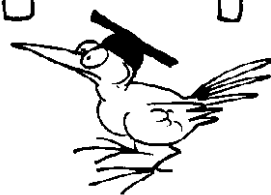
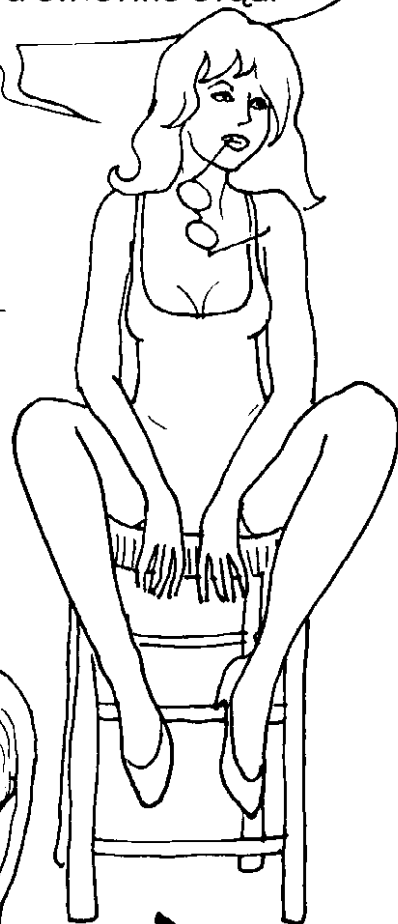
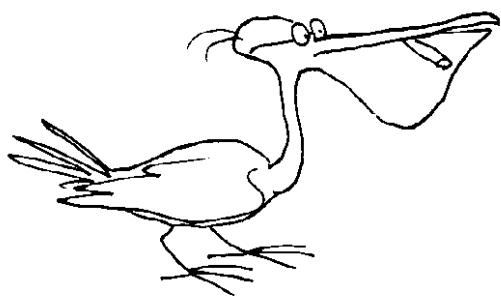
Reszta podróży zajmie niespełna dwanaście lat.. Plus dodatkowo cztery miesiące na wyhamowanie..



i kolejne 4 miesiące, żeby
opowiedzieć ludziom o wszystkim
co tu widziałem..

Tak.. i chociaż jest niewielkie
prawdopodobieństwo, że jesteśmy jedynymi
żywymi istotami we Wszechświecie, to najbliższa
zamieszкана planeta (o ile taka istnieje)
znajdowałaby się o wiele dalej
niż cztery lata świetlne stąd!

inaczej mówiąc, żeby podróżować
zgodnie z zasadami z Kosmicznego
Parku, trzeba by na to poświęcić
całe życie!



Co robić??

Czy taka podróż jest
niewykonalna?

czy ten chłopak
nigdy się nie poddaje?



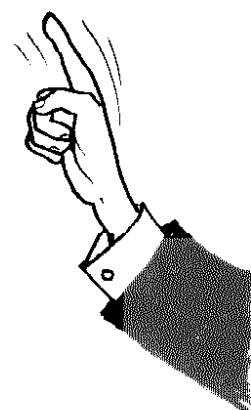
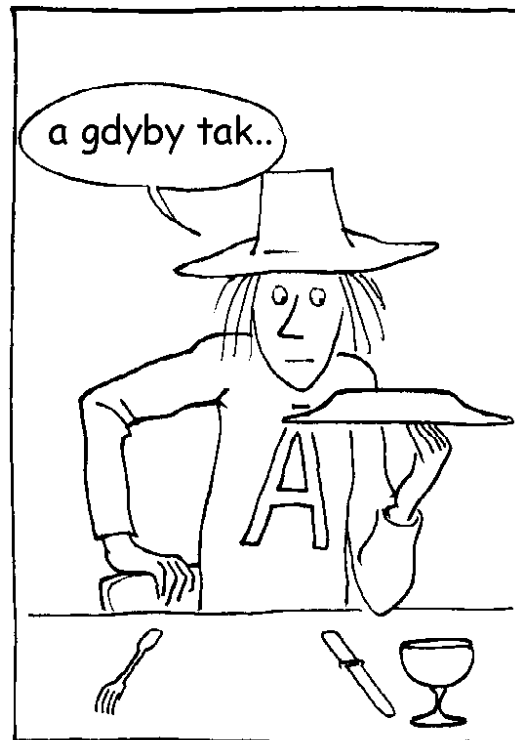
Nie ma sensu poruszać się szybciej niż z prędkością światła.
To tak jakbym chciał dotrzeć głębiej niż do centrum Kosmicznego Parku!



Oczywiście być może
Kosmiczny Park może nie jest
doskonałym i ostatecznym
modelem..



No i co z tego! w dalszym ciągu nie wiem
jak dotrzeć do gwiazd w miarę
rozsądnym czasie..



KONIEC