

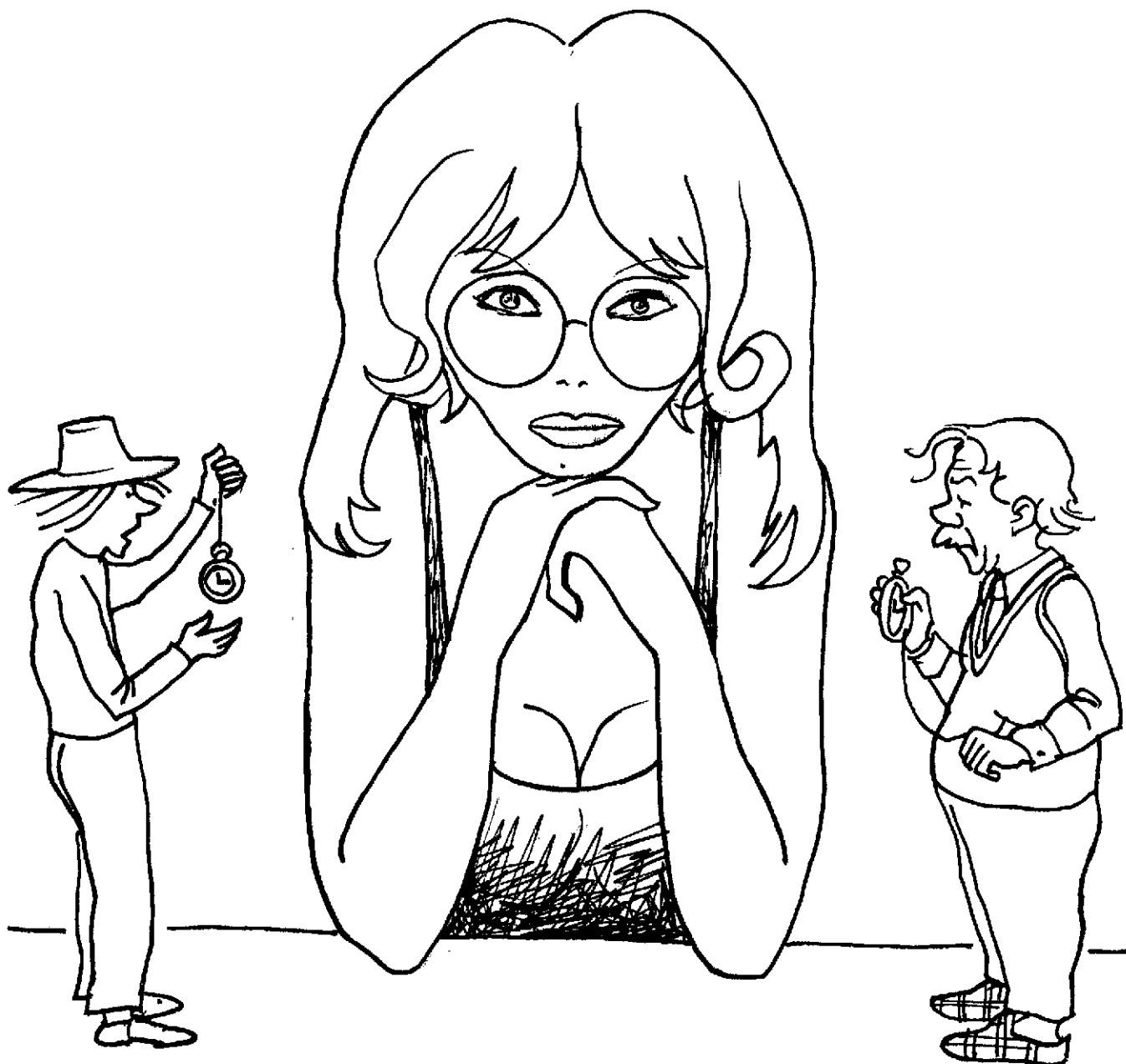
# Savoir sans Frontieres

Pustolovine Archibalda Higginsa  
u epizodi

## SVE JE RELATIVNO

prijevod  
Tanja Mrkalj

autor Jean-Pierre Petit



# *Pustolovine Archibalda Higginsa*

*U epizodi*

## **Sve je relativno**

*Autor Jean-Pierre Pettit*

*Prijevod Tanja Mrkalj*



Asocijaciju, znanost bez granica, oformio je znanstvenik, astrofizičar, Jean-Pierre Petit, u cilju pružanja znanstvenih i tehničkih znanja najvećem broju naroda u što većem broju jezika. Ilustrirani albumi, koji su njegovo autorsko djelo, sada su pristupačni svima i to bez ikakve nadoknade. Formiranjem ove asocijacije svi su slobodni


kopirati postojeće fajlove, bilo u digitalnom obliku ili kao printane kopije, mogu ih prosljeđivati školama, knjižnicama, sveučilištima ili asocijacijama čiji su ciljevi bliski ciljevima znanosti bez granica, ukoliko one tim putem ne stižu bilo kakvu materijalnu dobit, niti imaju kakve političke, sektaške ili propovjedačke konotacije. Ovi PDF fajlovi također se mogu učiniti dostupnim i putem kompjutorskih mreža školskih ili sveučilišnih knjižnica.

Jean-Pierre Petit nastoji otići dalje u prosvjećivanju svijeta, i svoja dijela učiniti bližim što široj publici. Čak i nepismeni ljudi imat će mogućnosti uživanja u njegovim stripovima, jer će tekstualni dijelovi crteža „progovarati“ kada čitaoc upotrijebi dvostruki klik na njima. Ostali albumi bit će dvojezični tako što će prelazak s jednog jezika na drugi biti omogućen jednostavnim klikom. Na ovakav način stripovi bit će korisni i prilikom učenja stranih jezika i razvijanja jezičkih sposobnosti, uopće.


Jean-Pierre Petit rođen je 1937.godine. Svoju znanstvenu karijeru izgradio je kao francuski istraživač. Radio je kao plazma fizičar, upravljao centrom za kompjutorske nauke, pravio kompjutorske programe, objavio na stotine članaka u znanstvenim časopisima, radio je na raznim temama, počevši od mehanike fluida pa sve do teoretske kozmologije. Objavio je blizu trideset knjiga koje su prevedene na razne jezike.

Asocijaciju znanost bez granica možete upoznati i kontaktirati putem internet sajta:

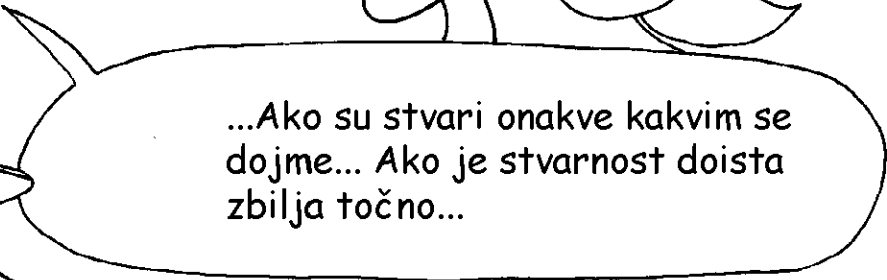
<http://www.savoir-sans-frontieres.com>




Sofi,  
katkad se  
pitam...




Što, dragi?



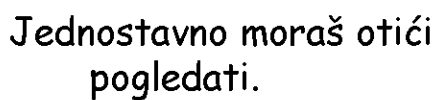
...Ako su stvari onakve kakvim se  
dojme... Ako je stvarnost doista  
zbilja točno...



Ako je možda  
nešto iza svega  
toga.



Hvataj bilješke! Jedan  
kozmos može sakriti drugi.

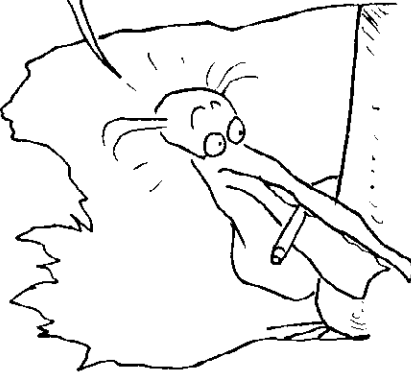


Jednostavno moraš otići  
pogledati.

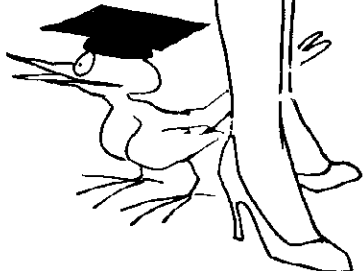




Netko svira violinu.



Vraga! Ovo je preokrenuto.  
Mi smo u katakombama  
fizike.

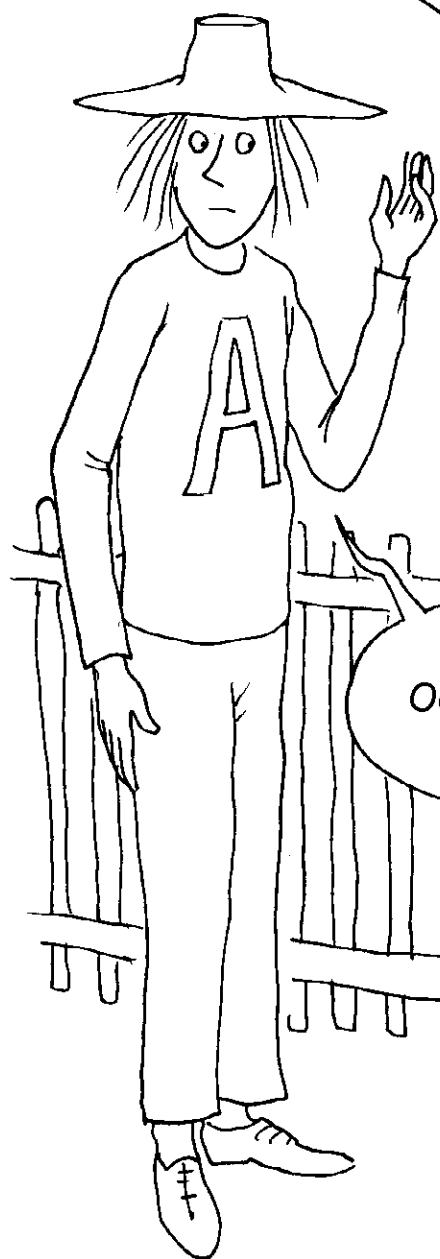


Idemo! Ovo bude  
bilo nesumnjivo  
očaravajuće.

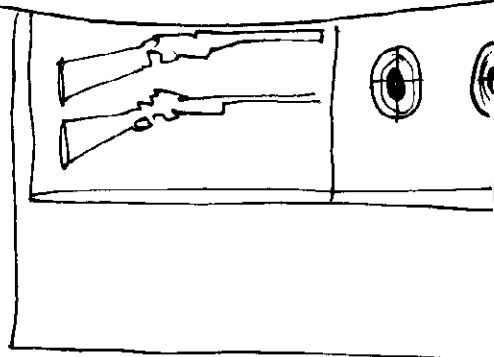
# KOZMIČKI PARK

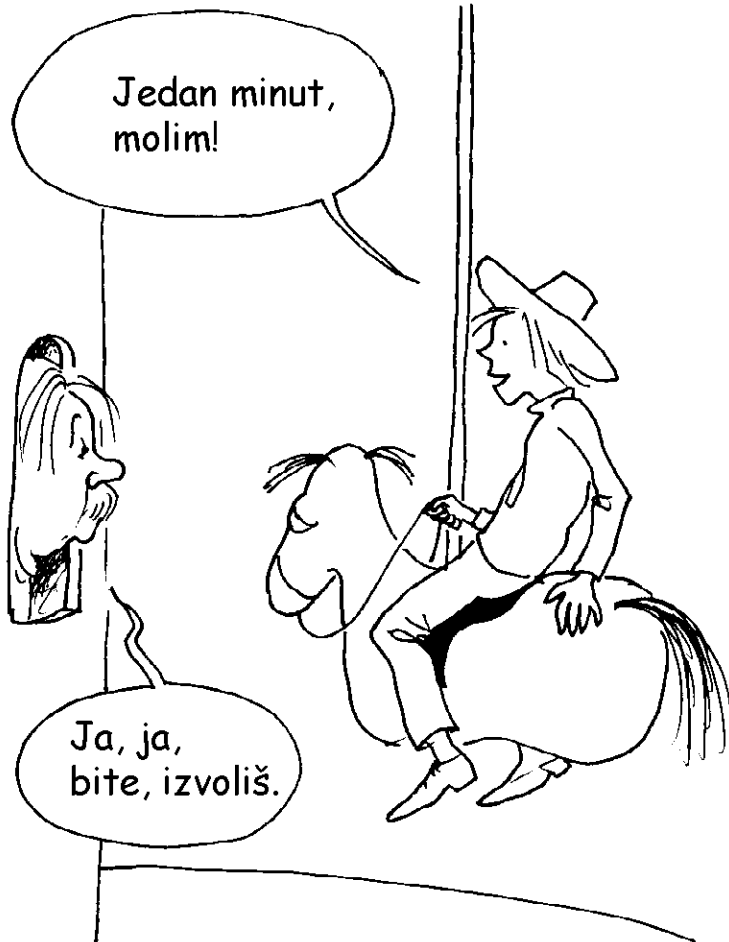
GOSPODIN ALBERT


POSJEDNIK-UTEMELJITELJ



Odavde dolazi.









Vrijeme je isteklo!

Hej, tvoj sat izgleda misli da minut traje 59 sekundi!


Nein, ne, nein. Točno jedan minut!



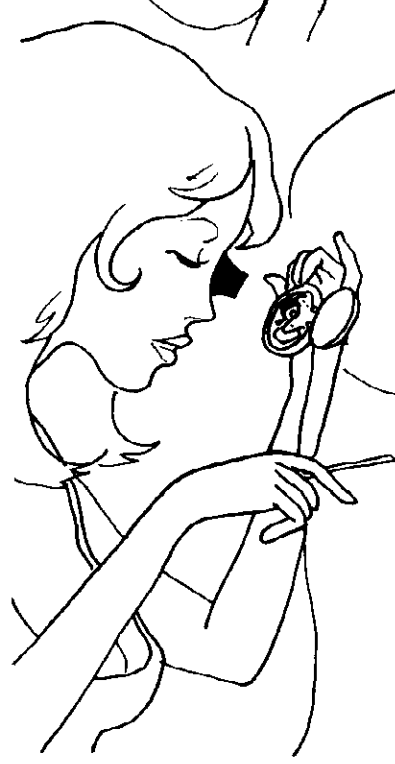
Ovo je KRONOMETAR. On mjeri vrijeme sa apsolutnom tačnošću!




I moj sat je kronometrično savršen, i nov je.



Oh, pa to je zajamčeno...

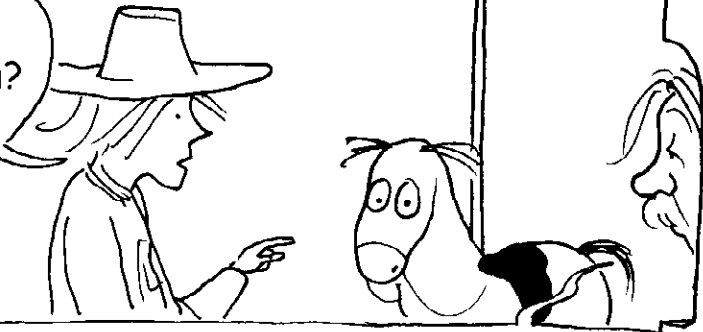


Sve je u redu sa tvojim satom, Archi. Nemoguće je za kronometar pogrešno mjerenje.

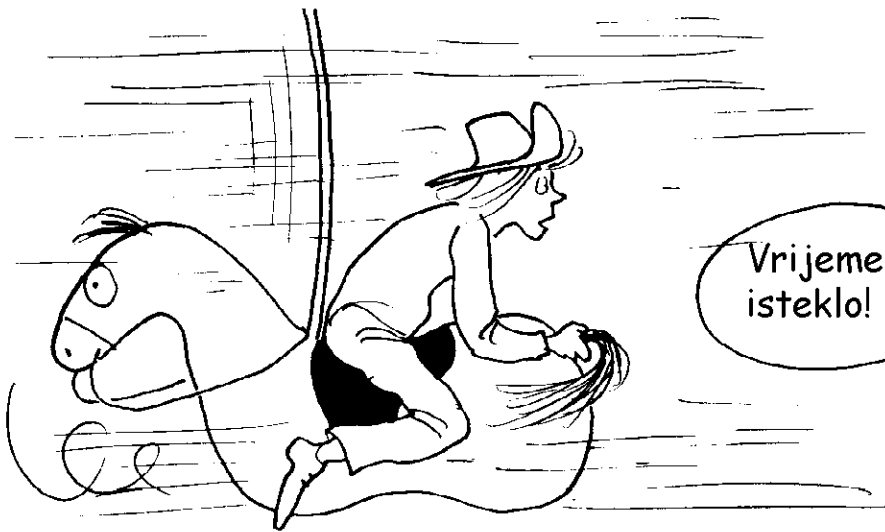


Onda je pogrešno kod onog u luna praku!

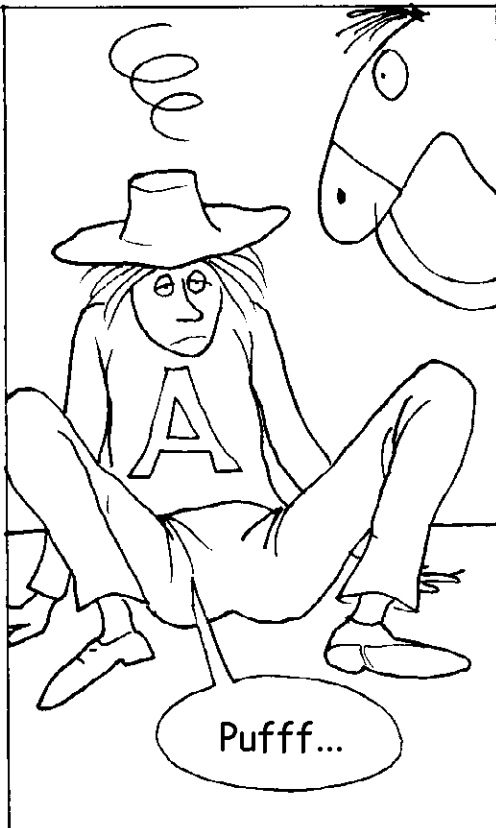
Gospon Albert-  
je li moguće za vrtešku  
vrtenje u obrnutom smjeru?



Ja, ja-bez problema. To i dalje košta deset kuna po minuti.



Vrijeme je  
isteklo!



Pufff...



Hm...

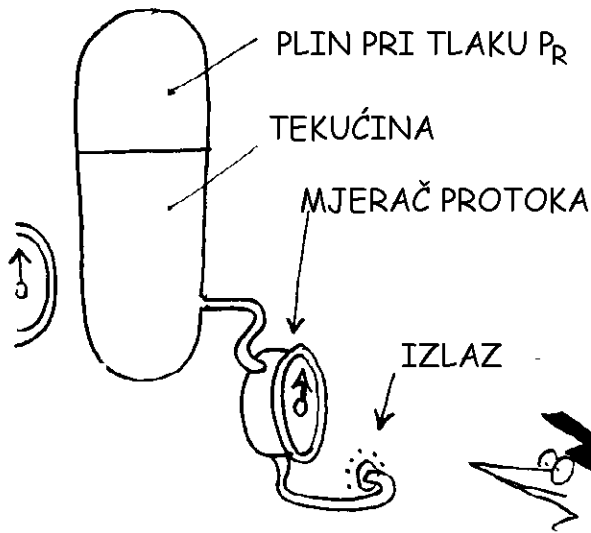


Hej!!





# U MEĐUVREMENU, U LUNA-PARKU



U tom vremenu mi plovimo, ja? To je stari princip CLEPSYDRE.

Naravno. Brzina protoka je srazmjerna razlici između tlaka u rezervoaru i tlaka vani.

Main podmornica je opskrbljena sa ronilačkim stvarima, tako da što brže ide to više zaranja.

To znači-mjeri njenu brzinu, treba nam manometar....

Bokca mu, skužio sam!

Tvoj stroj ima ludi obrt brzine!

U redu, vaše vrijeme je isteklo.

Što je ovo, mi smo na stranici 25.

Ali za moment moramo ostaviti Maxa i Lennyja, neka se oporave od posljedica njihove pustolovine, i vratiti se Archiju...



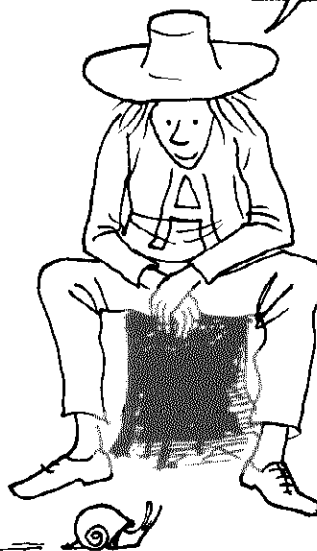
Malo je čudno kad mislim o tome. Ako se gibaš u postoru, onda koji god pravac izabereš uvijek si sposoban za vratiti se svojim početnim koracima i krenuti u suprotnom pravcu.

Gubim zrak.


Tiresias se može jedino gibati spuževom brzinom, tako je lakše meni za prestići ga.



Ili mogu stati, i dopustiti mu prednosti i pobjedu.



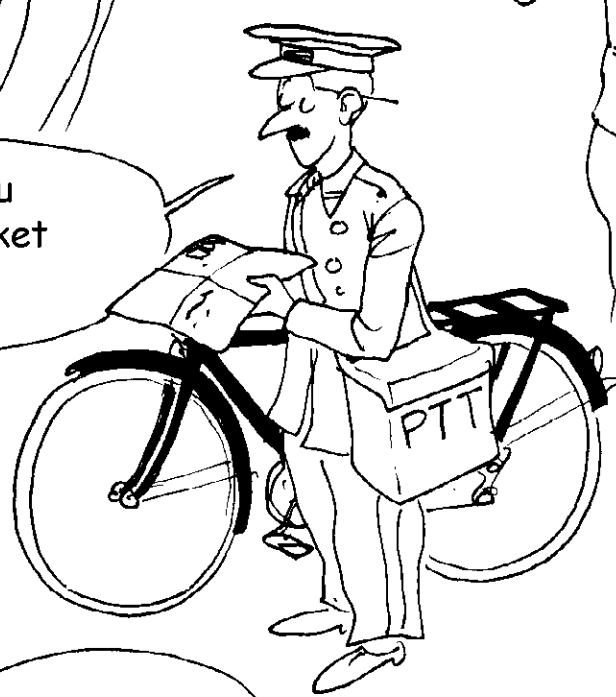
Ali kad se radi o gibanju u vremenu, stvari su malo drukčije.



Pretpostavljam si ovdje je zabranjeno stajati...



... pod pretnjom nemogućnosti ponovnog pokretanja.




Tražim osobu Tiresias? Paket za njega.



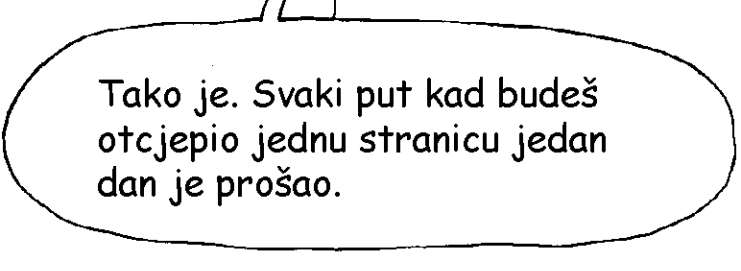
Gospon ili gospođa?



Nema razlike.



Hmm...ovo je kalendar.



Tako je. Svaki put kad budeš otcjepio jednu stranicu jedan dan je prošao.



Ne, ne, Tiresias. Mi ne možemo izmijeniti protok vremena. Moraš čekati sutra za promjenu ove stranice.

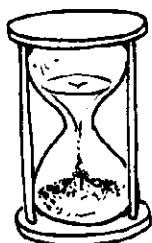
Oh.

## PROSTOR-VRIJEME



Sofi-što je to vrijeme?

To je dimenzija kao sve ostale. Popni se na ljuljačku i budem ti objasnila.



Koja čudnovata naprava!



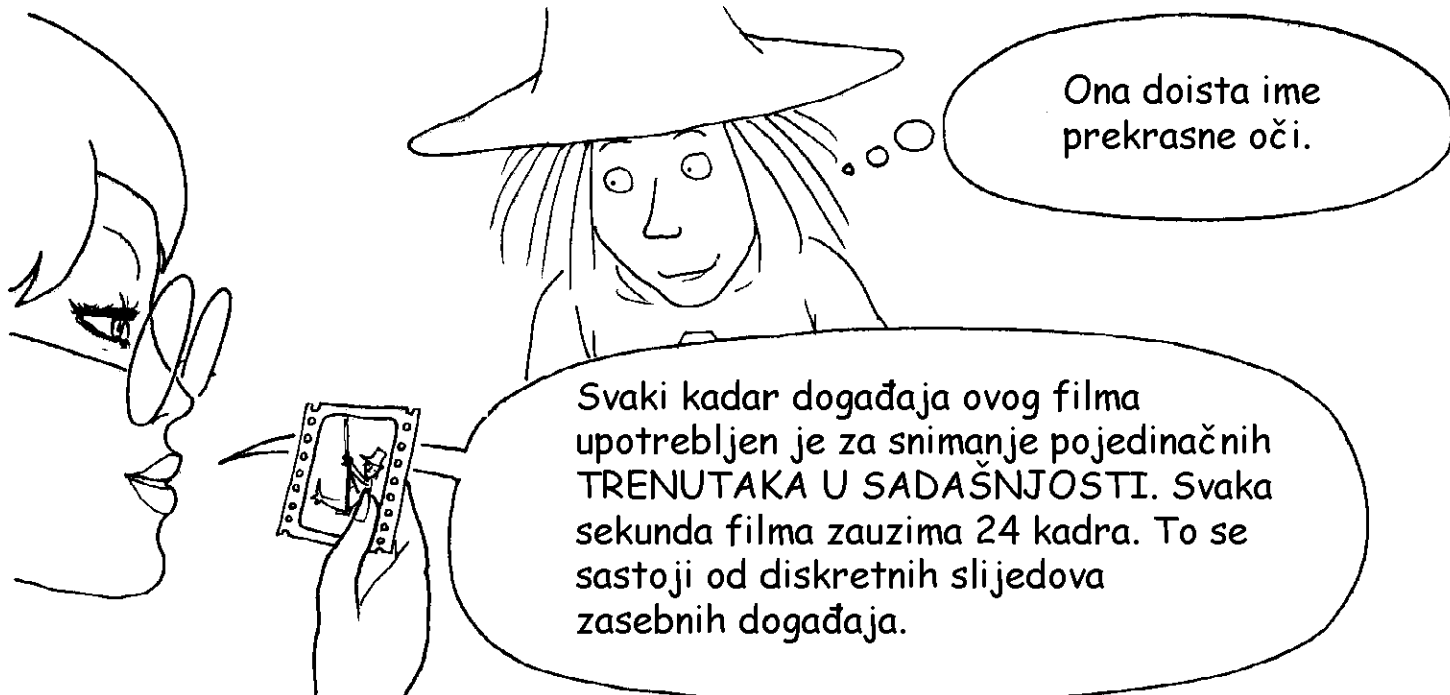


Na primjer, možeš li mi reći zašto vijeme teče u susret budućnosti a ne prošlosti?

Osmijeh, molim!

Što sad?

Dodaj mi škare, Archi.



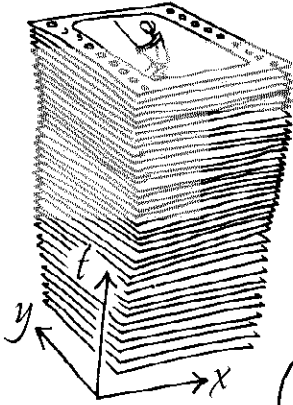
Ona doista ima prekrasne oči.

Svaki kadar događaja ovog filma upotrebljen je za snimanje pojedinačnih TRENUTAKA U SADAŠNJOSTI. Svaka sekunda filma zauzima 24 kadra. To se sastoji od diskretnih slijedova zasebnih događaja.

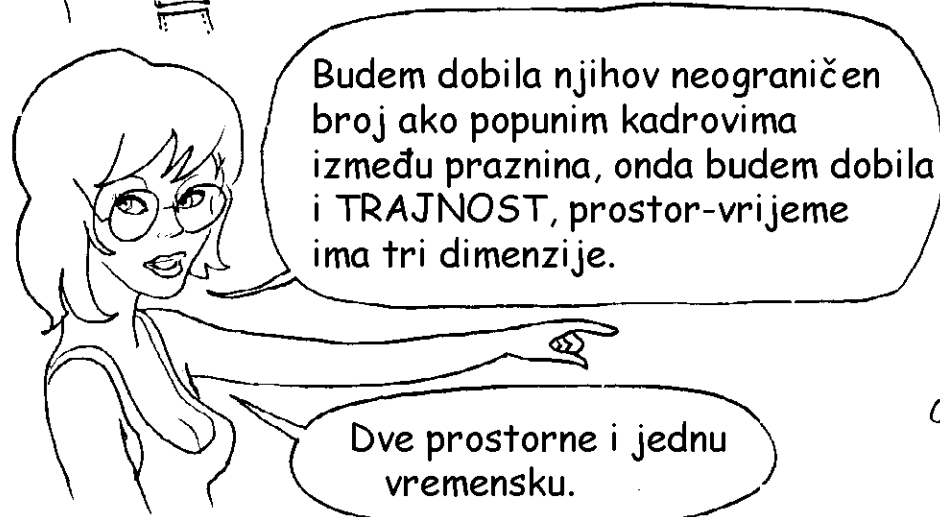


Sad ti budem pokazala nešto interesantno. Gomilaj ove slijedove kadrova.

Dobio si četvrtu dimenziju, prostor-vrijeme.

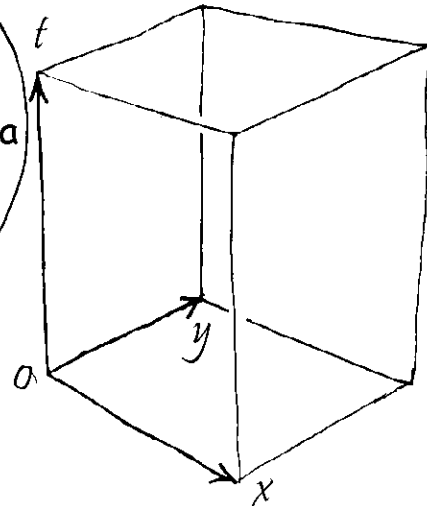


Prostor-što?



Budem dobila njihov neograničen broj ako popunim kadrovima između praznina, onda budem dobila i TRAJNOST, prostor-vrijeme ima tri dimenzije.

Dve prostorne i jednu vremensku.







Zapamti ovo-broj DIMENZIJA za PROSTOR je samo broj veličina potrebnih za odrediti poziciju TOČKE u tom prostoru.

Mi živimo u vremenu i prostoru imajući ČETIRI dimenzije. Npr., potrebno je četiri veličine-četiri podatka-za moći se sresti sa nekim na pravom mjestu u pravo vrijeme.

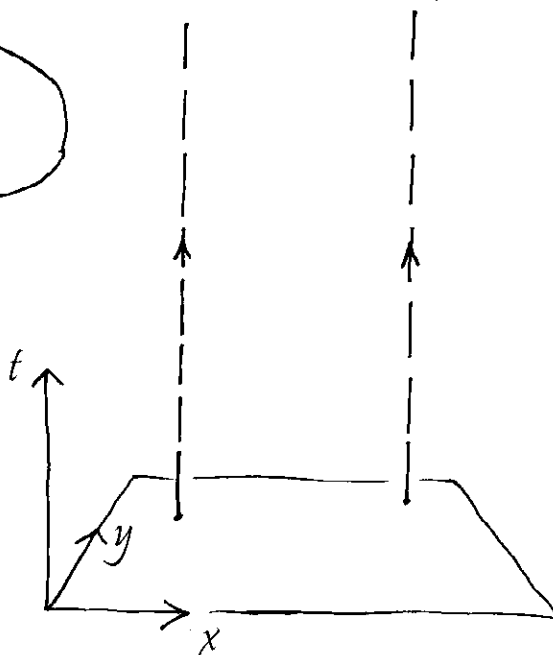
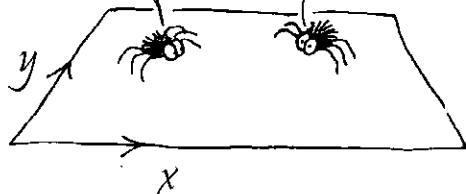
Tiresias me zamolio za naći se sa njim na broju 12, u četvrtoj ulici, na trećem katu. Ali zaboravio je reći kad. Nemam sve 4 pojednosti podatka.



Za učiniti život lakšim za umjetnike, idemo nastaviti misliti o tro-dimenzionalnom prostoru i vremenu (dve prostorne i jedna vremenska dimenzija)...

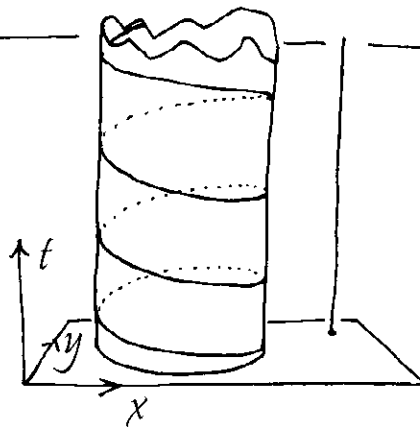
Frendu, shvaćaš li, mi se gibamo u vremenu?

Ali ja se nisam ni malo pomakao!

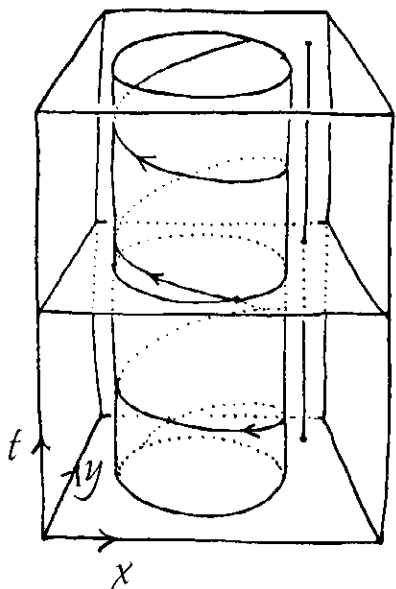


Gibanje ova dva pauka u vremenu i prostoru ilustrirano je na shemi na desnoj strani.

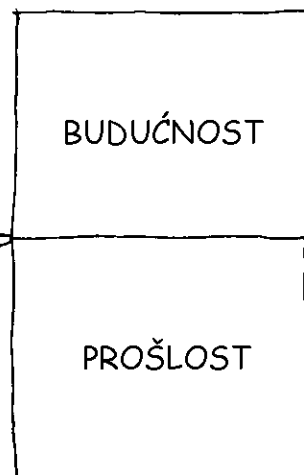
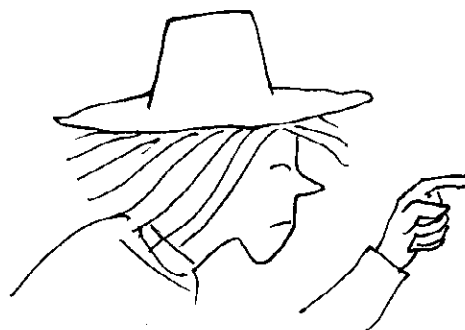
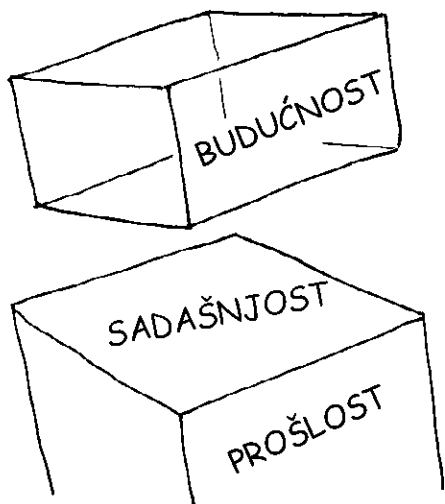
Na primjer, ako idem unaokolo u krugovima, onda moja staza kroz tro-dimenzionalnu prostor-vrijeme dimenziju bude ličila na namotanu oprugu (ili uvojnici).



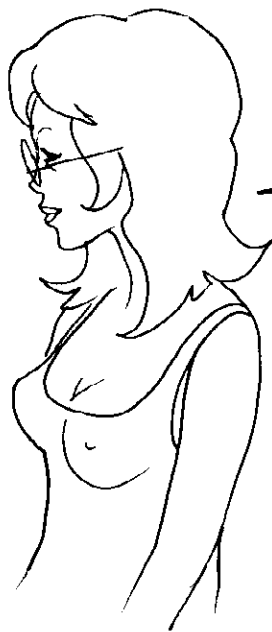
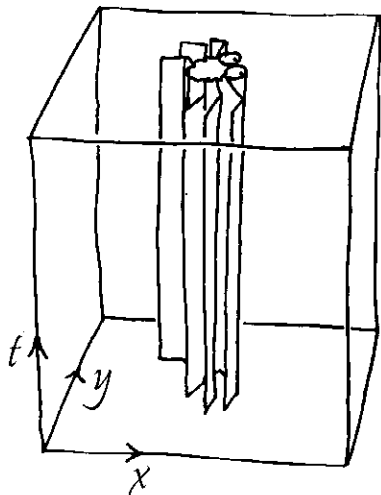
Jesam li razumio. APSOLUTNA SADAŠNJOST, u bilo kom momentu, je kao dio isječka kroz ovaj prostor i vrijeme.



Iznad je budućnost a ispod je prošlost

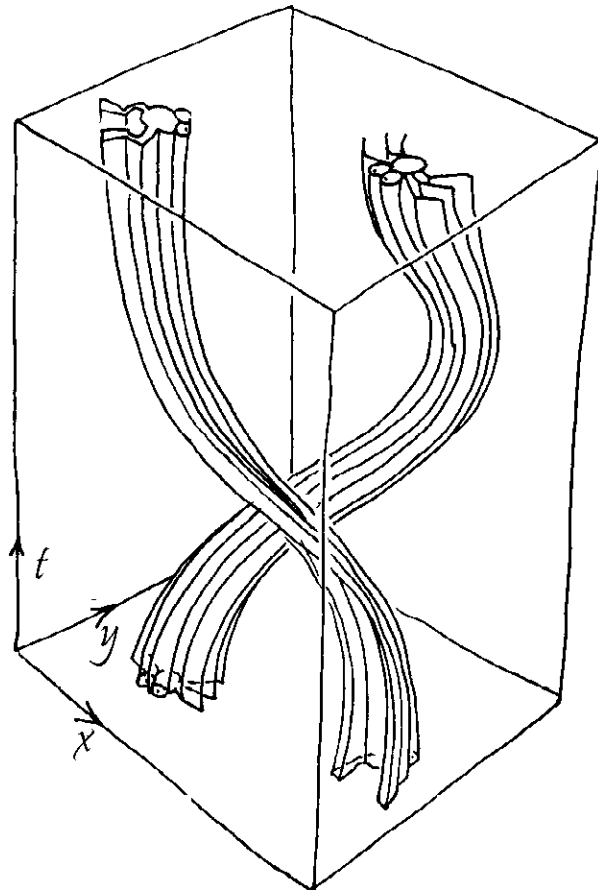


ARISTOTEL JE PRVI ČOVIJEK KOJI JE SHVATIO DA SADAŠNJOST UOPĆE NEMA ČVRSTOĆU.



Za biti potpuno točni, moramo predstaviti stacioniranog pauka u trodimenzionalnom prostoru i vremenu, ovako.

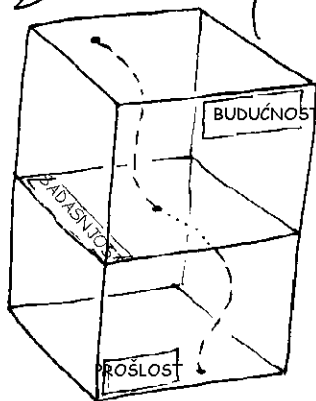
Paukovo preživljavanje ovisi o njegovom putu u vremenu i prostoru, neuspjeh se događa ako susretne žabu na putu.



!!!!



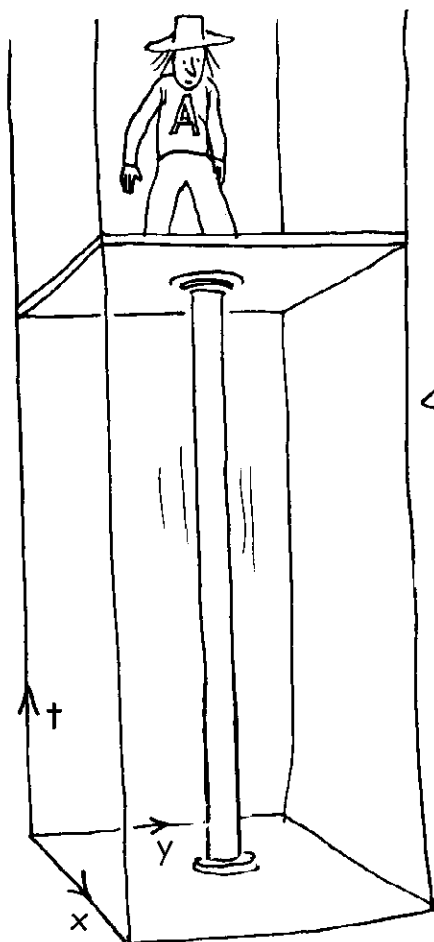
Ali zašto ne vidimo ove prostorno-vremenske putanje?



Zato što možemo vidjeti samo SADAŠNOST.



Vremenski lift daje nam poticaj prema gore. Niti staje niti ide nazad.



Pon Uto Sre Čet Pet Sub Ned

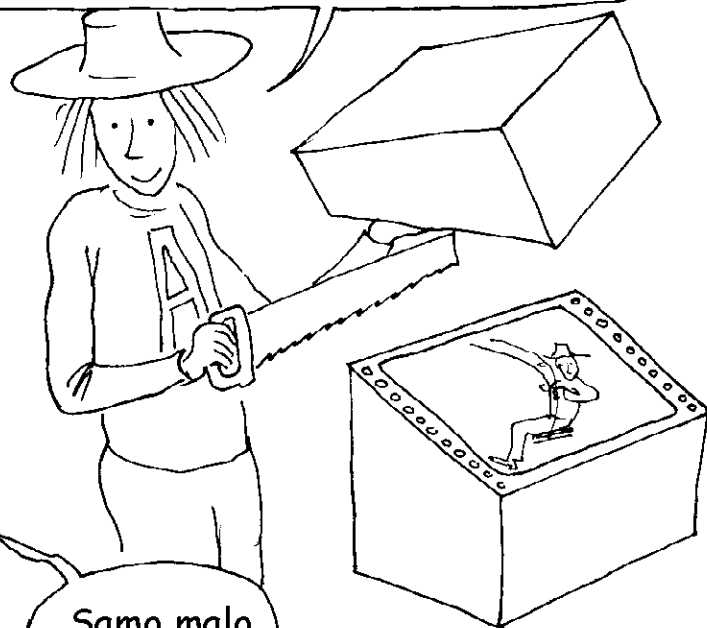
Lift bez vrata...

...bez kontrole...

Milo mi je što je Sofi ovdje.



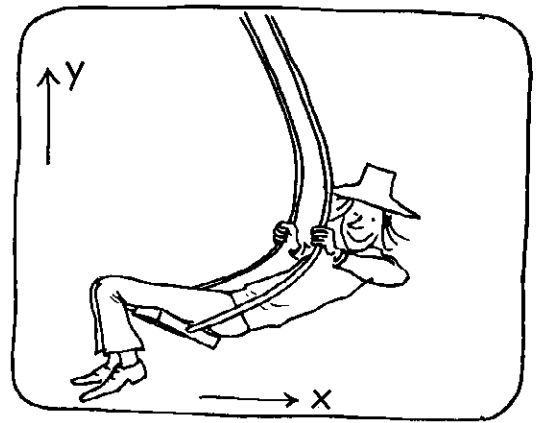
Pogledaj, Sofi-pronašao sam novi pogled na stvari! Odsjekao sam prostor-vrijeme u NEPRAVOCRTNOJ LINIJI.



Samo malo.



To je trik koji često koriste crtači filma.



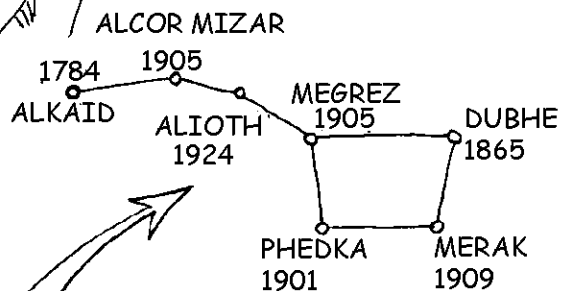
## SVJETLOSNI KONUS



Očito nisi primjetio ovo-mi uvijek vidimo u nepravilnoj liniji presjek zbilje.



Oh naravno, primjetio sam, Eh?



Svjetlo uzima definitivnu vrijednost vremena za dohvatiti nas sa udaljenosti. Shema pokazuje vrijeme u kojem svjetlo napušta zvijezde u velikom medvjedu, kao što sad dolazi.



Misliš zvijezde koje su blizu mogu eksplodirati, i mi o tome ne bumo niš znali godinama?

Nitko mi nikad niš ne govori...

Zamisao Andromede koju mi vidimo kroz teleskop pokazuje kako je izgledalo prije DVA MILIJUNA GODINA.

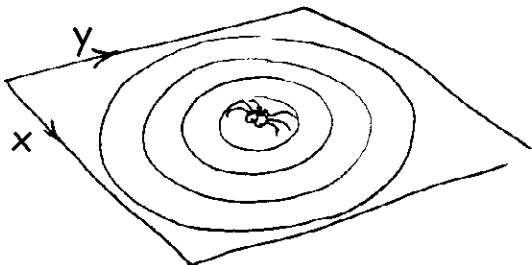
Mi vidimo sunce kakvo je bilo prije OSAM MINUTA!

I moja stopala su starija od mog nosa!

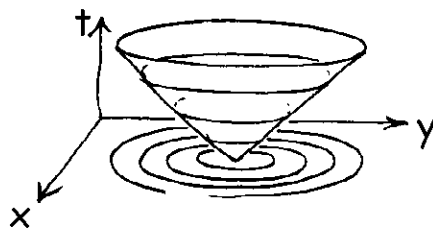
Nema ničeg težeg za vidjeti do sadašnjosti. Možda neki objekt iza moje mrežnice...???

Ne Archi. Mi samo možemo vidjeti prošlost. Tako u bilo kom trenu u kom vidimo nešto je RELATIVNA SADAŠNJOST, kako je ono o čemu smo pričali prije bilo APSOLUTNA SADAŠNJOST. Sadašnjost je strogo osobna stvar.

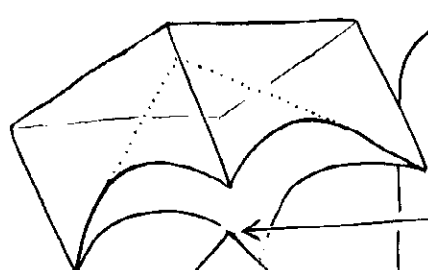
Budemo nastavili diskusiju. Valovi na površini vode putuju konstantnom brzinom. Ovdje je pauk koji je pao u određenu točku, on emitira koncentrične kružne valove.



U prostoru i vremenu ova se poruka prostire kao stožac.



Točno je tako i za svjetlost, koja putuje konstantnom brzinom od 300,000 km/sec.

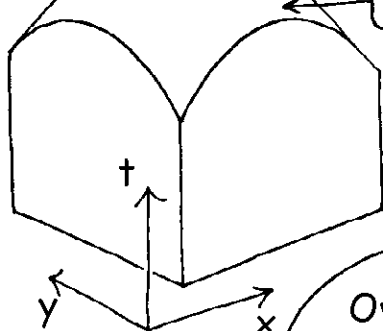


Na isti način, svjetlosni signali primaju od svakog

OPAŽAČ

dolaze iz točke koja je smještena na stožac u prostoru i vremenu

SVJETLOSNI STOŽAC



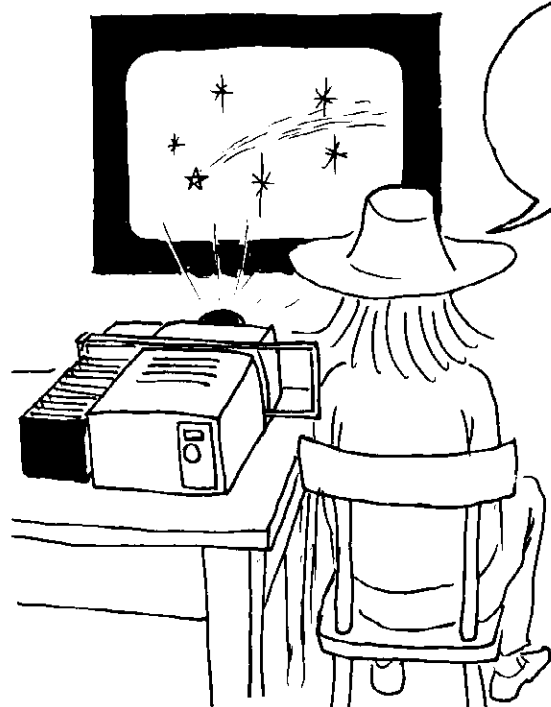
Ovo je ono što čini opažače relativno sadašnjim.

Misliš, nebo je stožac?

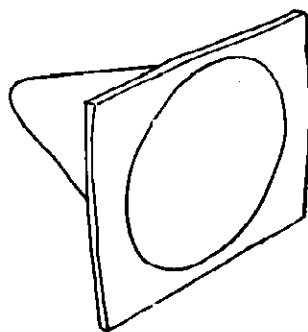
Da, Archi, to je trodimenzionalni stožasti presjek naše četvrte dimenzije prostor-vrijeme.



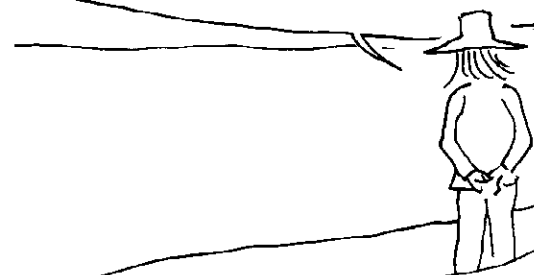
To je koncept o nečemu što ljudski mozak teško može shvaćati. Naše shvaćanje, kao i naše mišljenje, zauzima mjesto u tri dimenzije a ne u četiri. Zato idemo se hitno vratiti na naš model trodimenzionalnog prostora-vremena.



Ovo je doista poučno, gledati prostor i vrijeme ovako. Pretpostavljam za uraditi to kako valja trebam upotrijebiti stožaste slajdove.



Upsss-zaboravio sam na Maxa i Lennija! Prošlo je 15 stranica od kako su isparili!





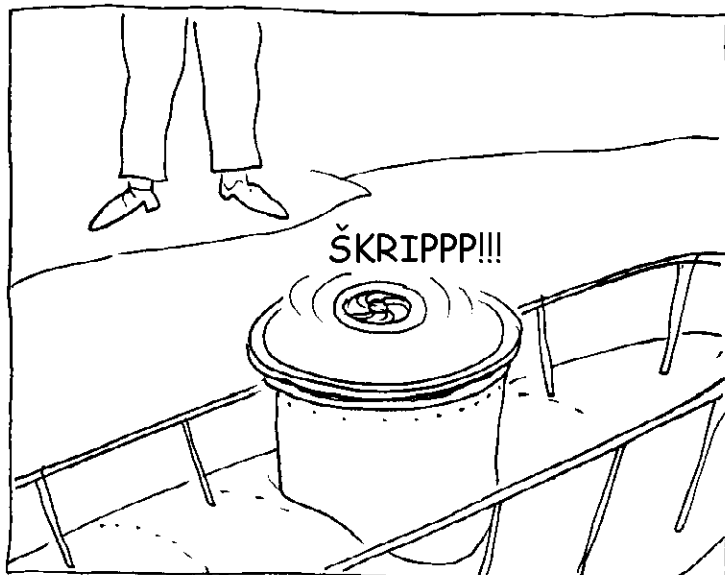
Kad su otišli, ušli su u podmornicu na put od točno jednog minuta... Ali prošlo je puno više!



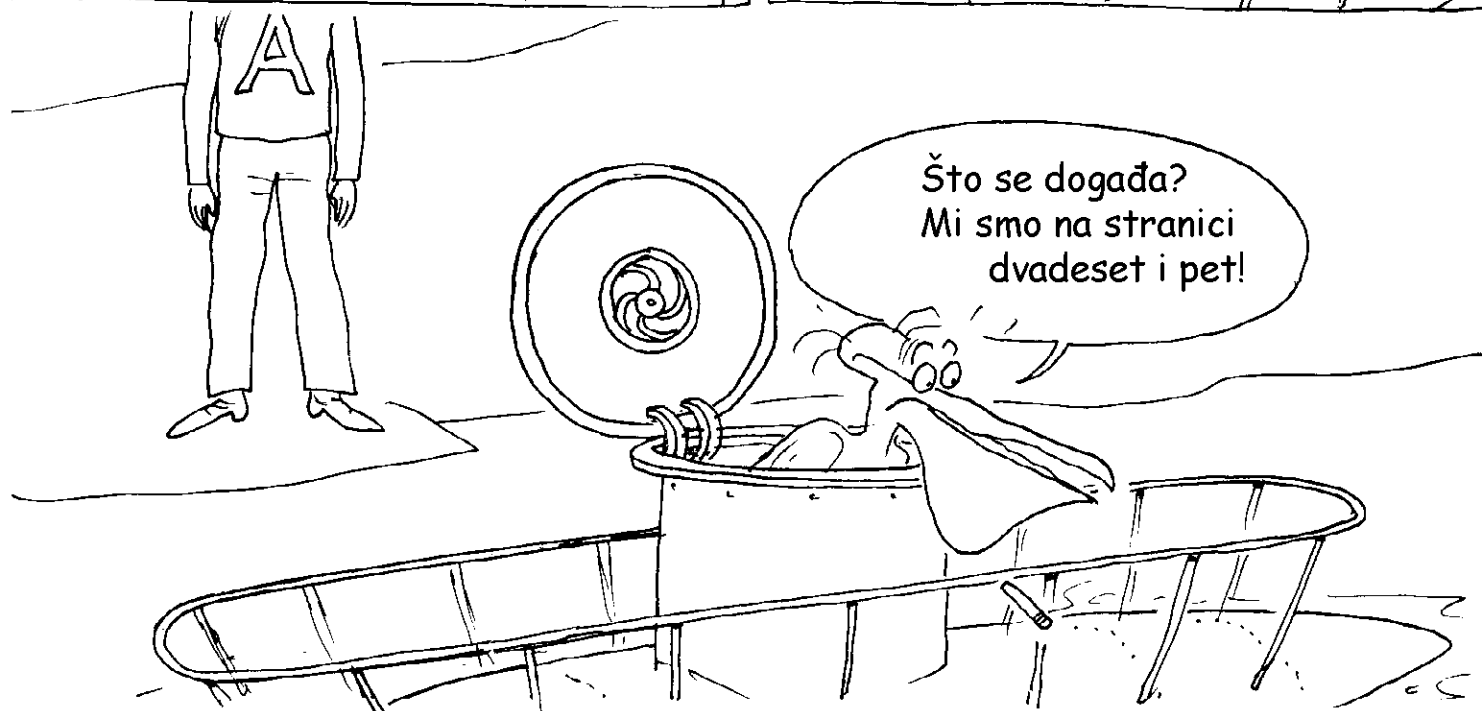
Ah, evo ih, izranjaju, napokon.



ŠKRIPPP!!!



Što se događa?  
Mi smo na stranici  
dvadeset i pet!





Ja, ja, jedan minut  
tačno!

Štoooooo!!!

To je kao u luna parku  
maloprije.

Vrijeme, Archi, nije nešto **APSOLUTNO**.

Što?

Ljepotica je u pravu, što  
brže ideš sporije stariš.

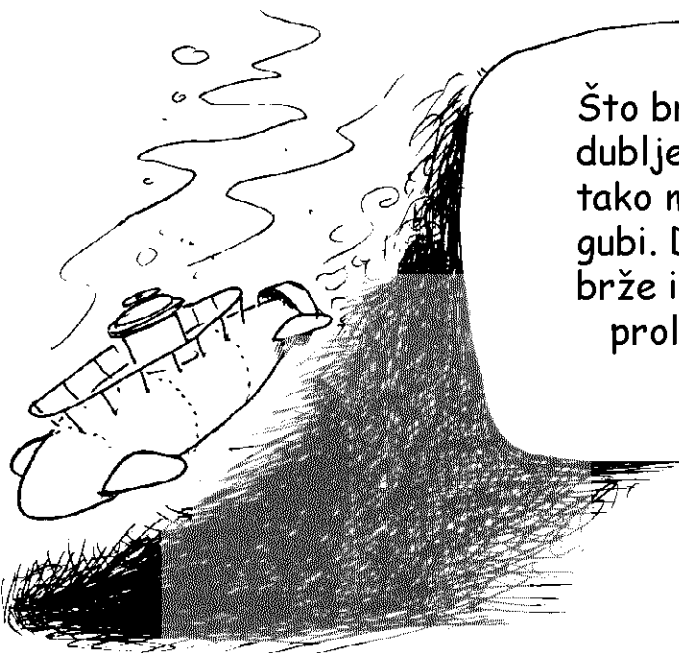
Ali to zvuči potpuno obratno!



Čuj, ta clepsydra, je li Gospon Albert doista govori o vremenu u podmornici?



O da. Kao što sam ti rekao Clepsydra je napajana iz rezervoara pri konstantnim tlakom  $P_R$ . Ono teče van podmornice, gdje je tlak  $P_E$ . Tako je omjer toka srazmjeran razlici u tlaku  $P_R - P_E$ .



Što brže podmornica ide, to dublje roni, i tlak  $P_E$  raste. I tako manje tekućine Clepsydra gubi. Drugim riječima: što brže ideš manje vremena prolazi.



Meni to zvuči kao velika glupost! Kako bude vrijeme prolazilo nekome ko je nepomičan?

Nepomičnost je odnosno na što?

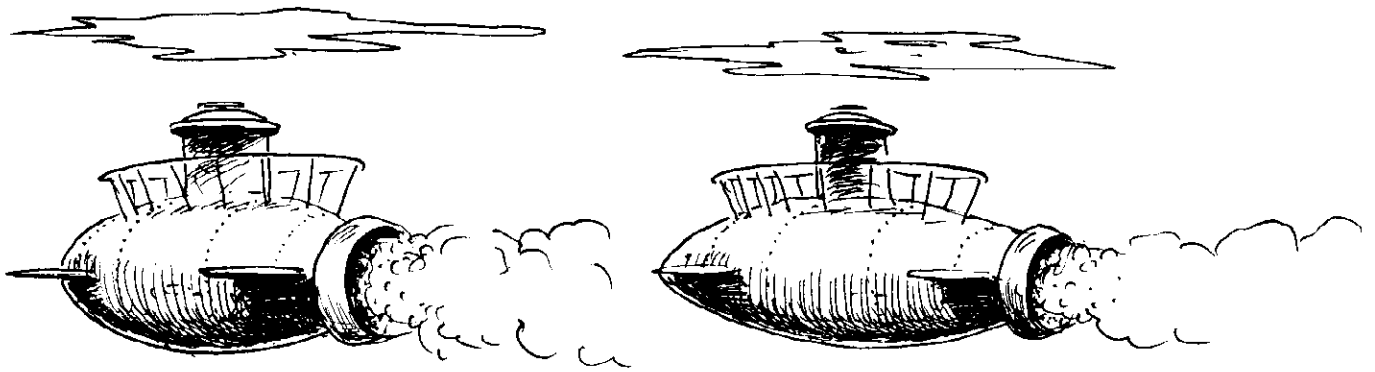
Odnosno je na tok nagovještaja clepsydre koja je smještena u podmornici na kotvi.

Budem razriješio ovo jednom zauvijek.

Pitam se kako je to biti nepomičan?

Sofi: imaš broj 2, a ja broj 1. Budemo ostavili broj 3 u luci, a sa ove dvije budemo plovili pri istom ubrzanju  $\vec{v}$ .

Sjajno što sam van ovog opita!



Oh, pogledaj! Konvoj! Idu istom brzinom  $V$  u istom pravcu na istoj dubini.

Ljudi koji rade opite su ljudi koji nemaju povjerenja u sebe.

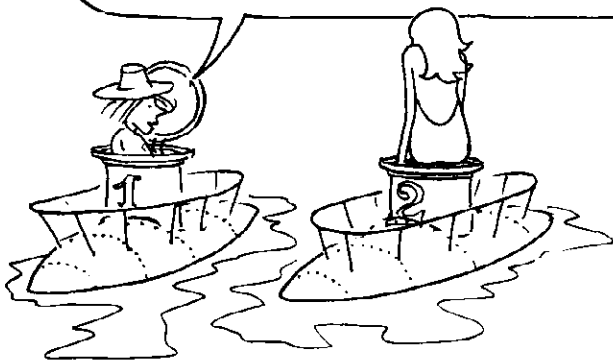
Gospon Albert: što je to gibanje?

BLUP  
BLUP  
BLUP

To je pravo pitanje, Tiresias. Gibanje postoji pri **RELATIVNOJ BRZINI**. To je doista teško za predvidjeti. Objekt, ili grupa objekata (ti, ja, luka) je u stanju mirovanja. U stvari, svako gibanje je relativno. Tako, npr... u ovom trenu Sofi i Archibald, koji se gibaju relativno u odnosu na nas, oni su relativno nepomični jedno prema drugom.



Vratili smo se tamo gdje smo počeli, naše Clesydre potisnule su istu količinu vode, prošlo je i isto vrijeme  $t'$ .



Dva sustava koja su relativno nepomična jedno naspram drugog su SINKRONI.

Potpuno je drukčije za clepsydru koja je ostala na površini, iz broj 3. Ona pokazuje duži protok vremena  $t$ .



Znate, gospon Albert, to je nešto što me muči oko vaše teorije.

Hmmmm

Što to dečko?

Čujte... Na površini možeš mjeriti distancu  $D$  koju smo prešli, i vrijeme  $t$  koje je prošlo, koristeći clepsydru u podmornici broj 3. To daje brzinu  $v = \frac{D}{t}$ .

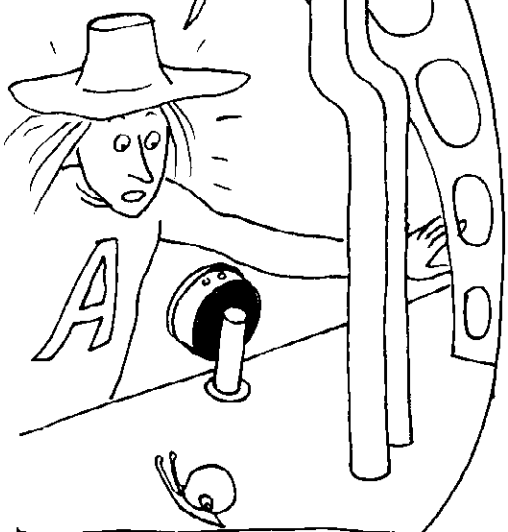
To su mjerenja koja je uradio opažач u mirovanju.

Ali u podmornicama 1 i 2, vrijeme je proticalo sporije. Ako izmjerimo brzinu budemo dobili vrijednost  $V' = \frac{D}{t}$ , koje je veće od  $V = \frac{D}{t}$

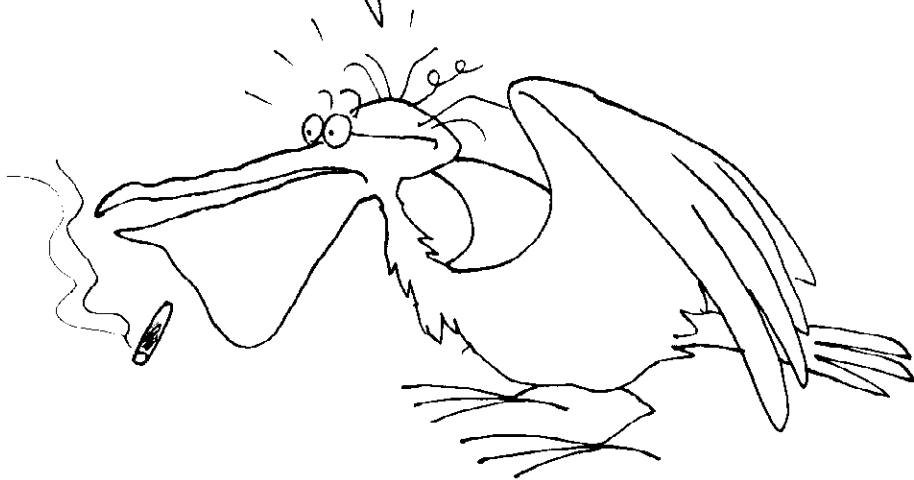


Nisi uzeo u bzir mjerač (Loch) tvoje podmornice (\*).  
To ti bude reklo razdaljinu  $D'$  koju si prešao.

Sveta Marijo!  
 $D'$  je manje od  $D$ !



Svi su poludjeli.  
Znao sam!



(\* ) LOCH je navigacioni instrument koji ti pokazuje razdaljinu koju si prešao.

# LORENTZ-ovo SKUPLJANJE



Čini se  $\frac{D}{t}$  i  $\frac{D'}{t'}$   
su JEDNAKI. U oba slučaja  
dobijam ISTU brzinu!

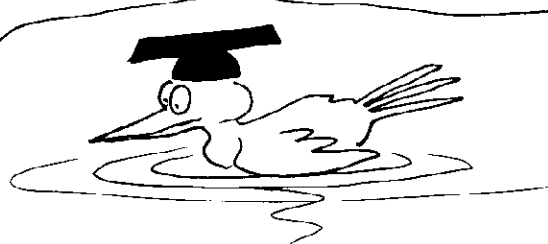
Ali.... Što to  
znači?  
Ahhh?

Vrijeme i duljine su samo  
POJAVLJIVANJA. Nema  
APSOLUTNOG VREMENA kao ni  
APSOLUTNOG PROSTORA.

Oh...Eh..

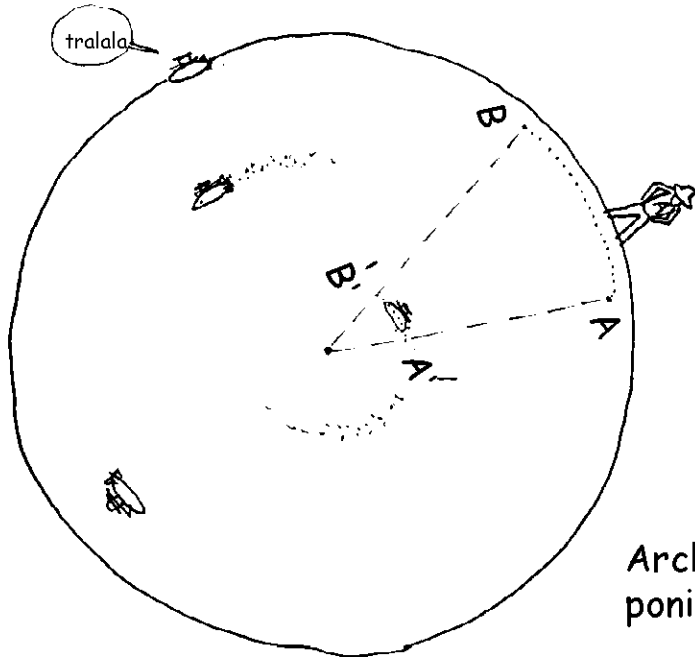


Pomislite na KOZMIČKI PARK i njegov  
ocean, KRONOS. Ali u pamti to su  
bili samo modeli, projektirani za  
bolje razumjeti složenu  
strukturu prostora i vremena.





Za dobiti ideju iz ove skupljene duljine, ili Lorentz-ovog skupljanja (imenovan je po izumitelju); moramo misliti o kozmičkom parku kao o nekakvoj vrsti tekuće sfere.



Archijeva podmornica, koja putuje pri brzini  $V$ , ponire, tako ona plovi  $\widehat{ARC A'B'} = D'$  u OSOBNOM

VREMENU, jednakom  $t'$ . Za opažača koji miruje na površini, ovo gibanje je viđeno kao  $\widehat{ARC AB} = D$ , u vremenu  $t$ . I tu imamo  $\frac{D'}{t'} = \frac{D}{t} = V$ .

Zanimljivo je to vidjeti u ovom modelu, gibanje je ZAVINUTO, i njegovo shvaćanje toga transformira se u DISTANCU.



Ali što je to tako komplicirano?  
Vrijeme koje klizi, prostor koji se  
skuplja... Loše građen svijet!

Nein, nein! To je zbog brzine  
svjetlosti. Uskoro budeš  
skužio.

Jeih, siguran sam u poučnost  
svega ovoga!!

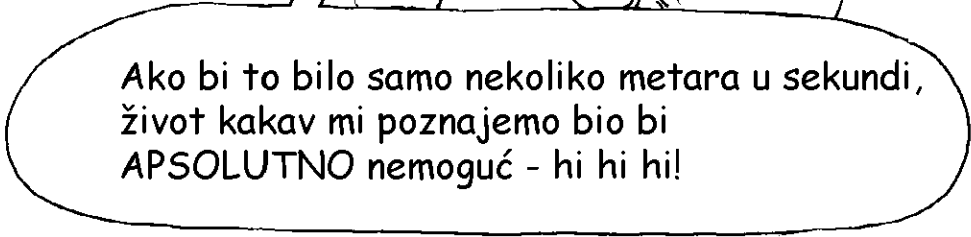
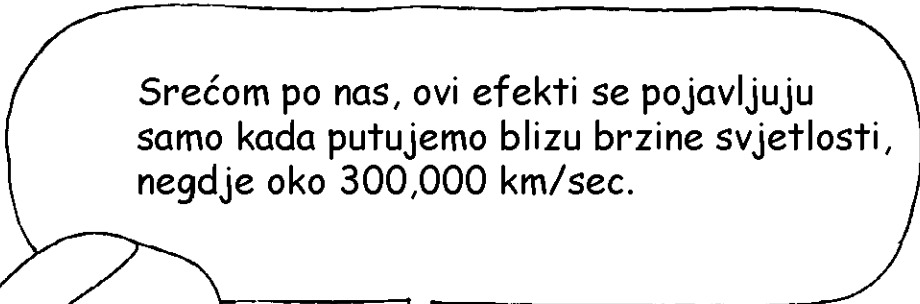
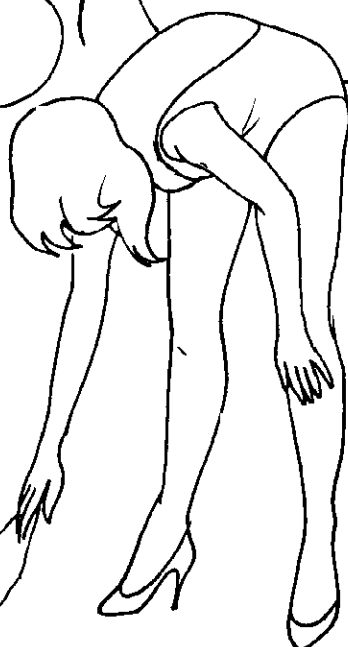
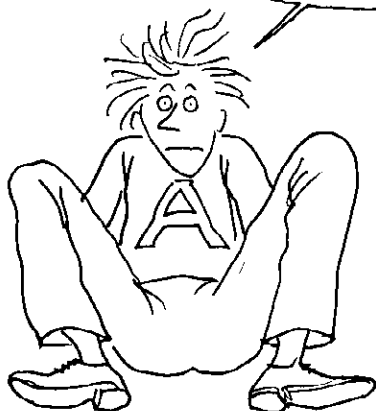
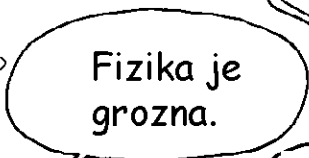
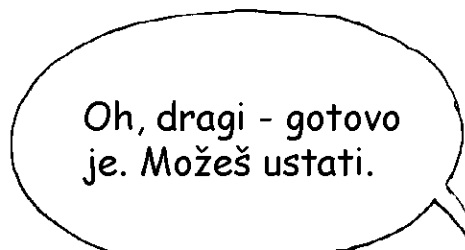
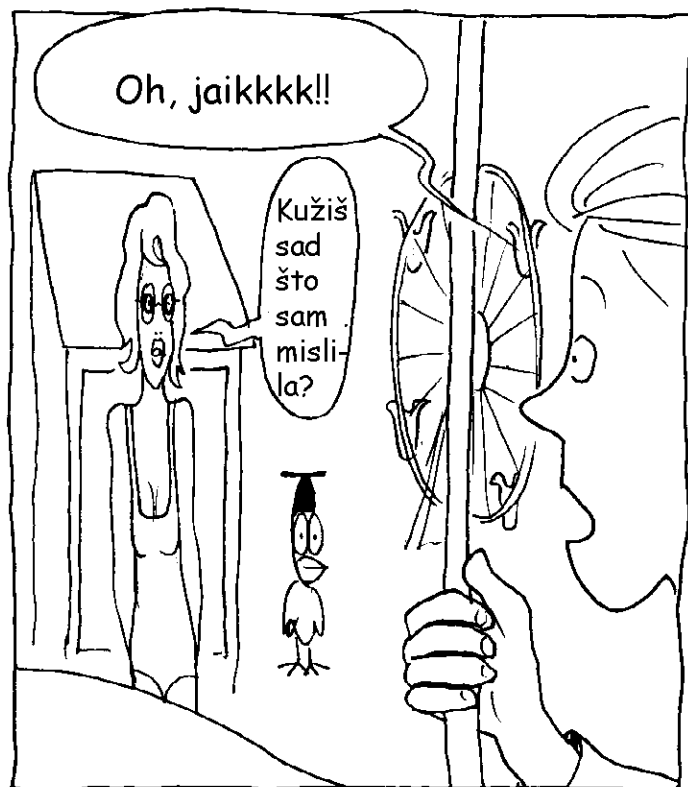
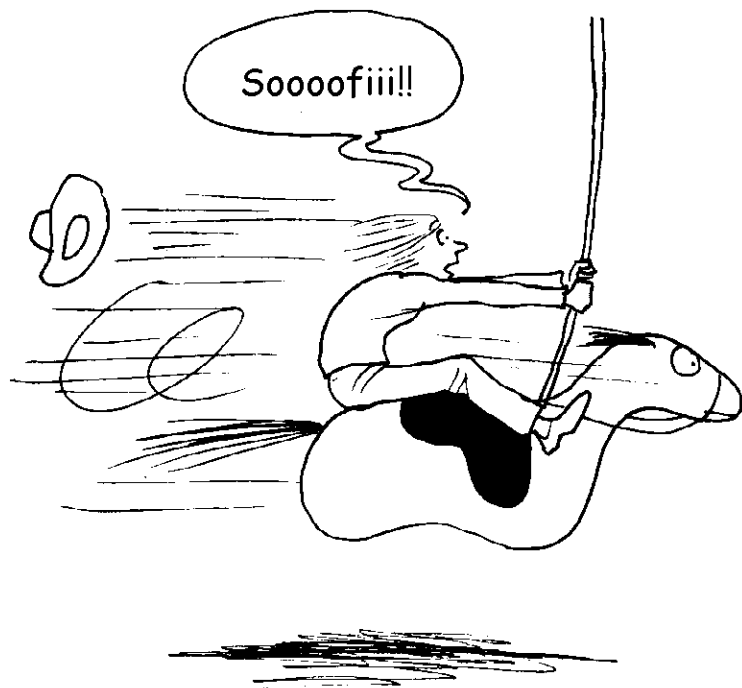
Pa jako su očaravajuće sve ove priče o kapljanju vode u  
nepravilnim oblicima, i podmornica, i ugovornim duljinama.  
Ali što to FIZIČKI znači?

Vratimo se na tvoj vijerni  
prijenosnik, lijepi moj Archi.

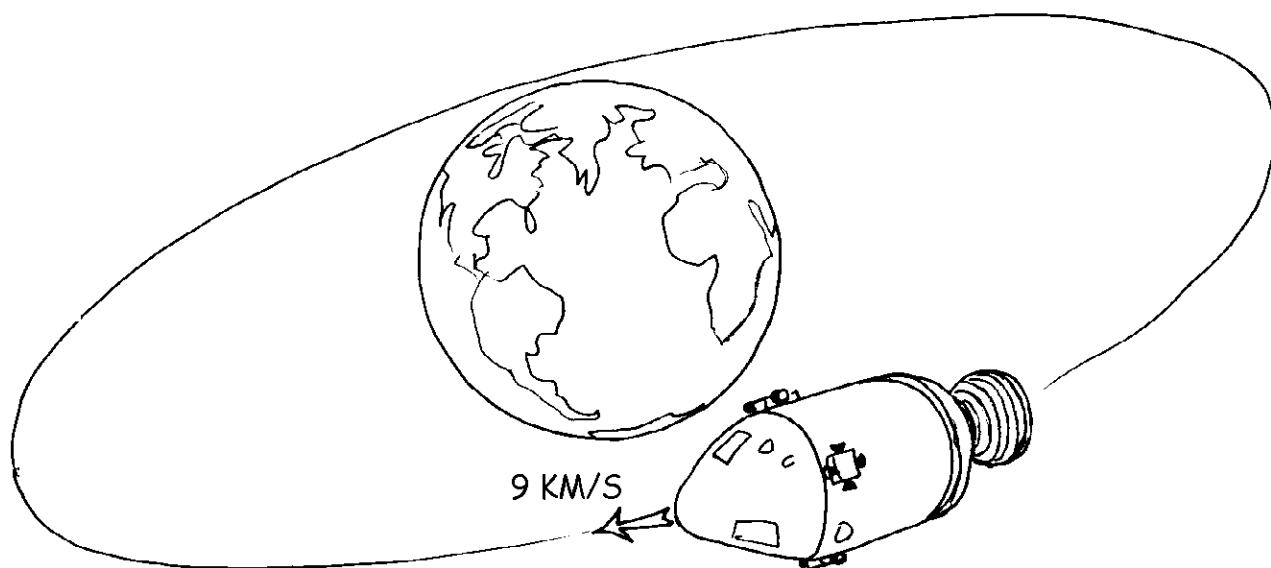
Uh!

Što sve  
ja radim!

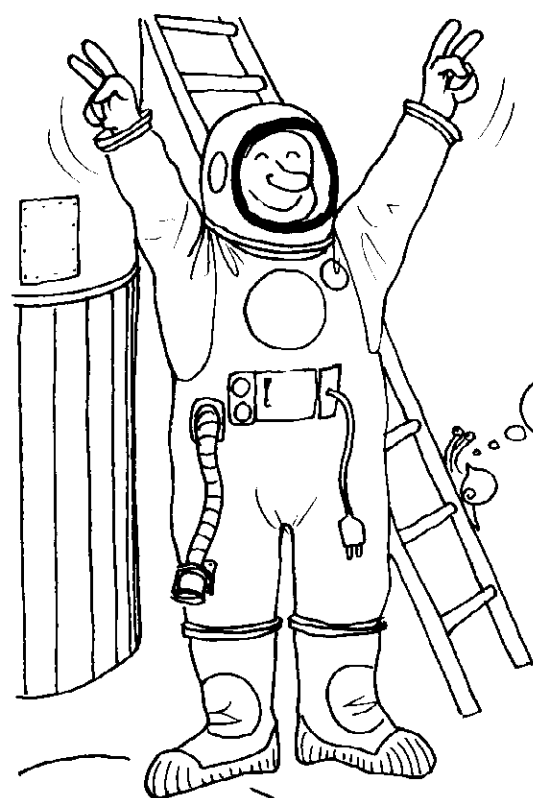
Budeš vidjeo ono  
što budeš vidjeo.



AKO BI ASTRONAUTI OSTALI U ORBITI ŠEST MJESECI, TO JE PREKO PETNAEST MILIJUNA SEKUNDI...

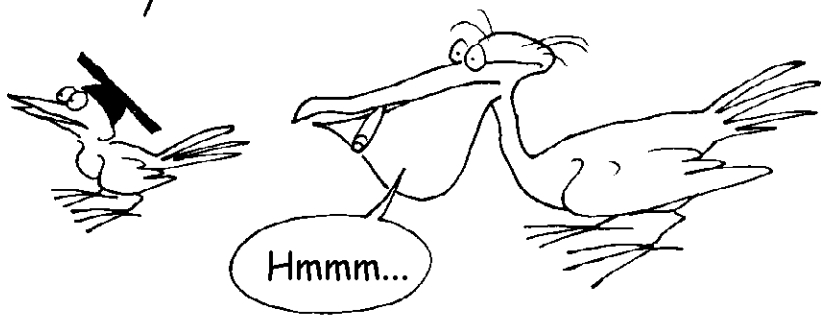


...ONDA BI NJIHOVO STARENJE BILO USPORENO ZA 1.4 STOTI DIO SEKUNDE



Zagrljaj...

I to bi bilo vidljivo na njegovom licu kad se bude vratio.



Hmmm...



Čini se da je SVIJET UVJETOVANOSTI maknut na duži period iz svakodnevnog života.

U trenutku to je samo interesovanje specialista za fiziku visoke energije (\*)



... I određenih državnih agencija...



(\*) Nazivan i PLUTOFIZIKA zato što uopće nije jeftin.

Kad idem brzo, je li to doista prouzrokuje skupljanje?

Nešto seskuplja, to ti mogu reći!

Orao-kontroli lansirali smo se!

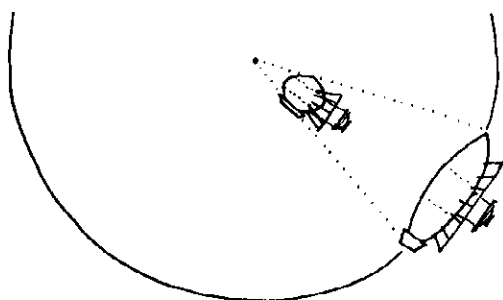
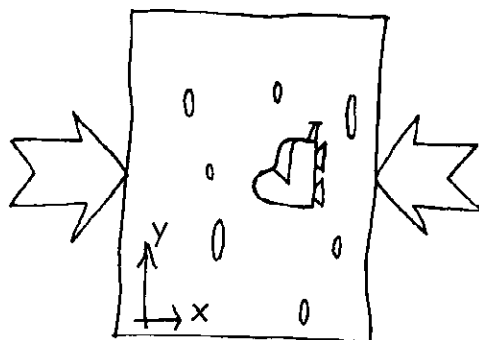
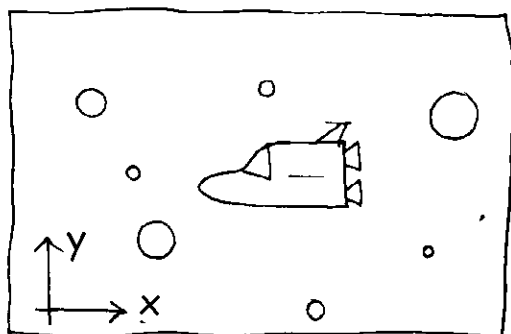
To je doista svemirski ferari..

10 tisuća kilometara u sekundi. Svi sustavi-normalni, ubrzavam!



### PODSJETNIK

U biti Archibald Higgins ne može zbiljski opažati Lorentz-ovo skupljanje, iz dobrog razloga što se SVE skuplja: kozmos, svijet Archibald i njegov brod.



U isto vrijeme putnici u KOZMIČKOM PARKU ne primjećuju nikakvo skupljanje.

*The Boss*

Znači ako malo ubrzam ja budem zbio cijeli svijet kao harmoniku, u pravcu mog gibanja.



Kakva snaga.



To je smiješno! Ti mali spužu ne možeš to uraditi!



Ipp!

To nije pitanje skupljanja svijeta ili polakog protoka vremena. Duljina i vrijeme su samo izgledi. Sve je iluzija i ništa nije apsolutno.  
To je svijet UVJETOVANOSTI.

I kakav je to svijet?



To ovisi o brzini i opažaču.

Brzina odnosna na što?

Osnovna ideja je ova- dvoje ljudi koji se gibaju istom brzinom  $V$  u istom smjeru trebaju vidjeti svijet na isti način.

Ali nazad u kozmički park. Budeš vidjeo za neka bića kozmos je naročito fascinantno...



# KAD VRIJEME STOJI

Ili: život  
među fotonima



Zar ne postoji brzina koja omogućuje podmornici da plovi na dubini u kojoj je njen tlak isti tlaku iz rezervoara?

Bogca mu! Što se događa ovdje?

Logično, vrijeme bi trebalo STATI...



Štogod to značilo...

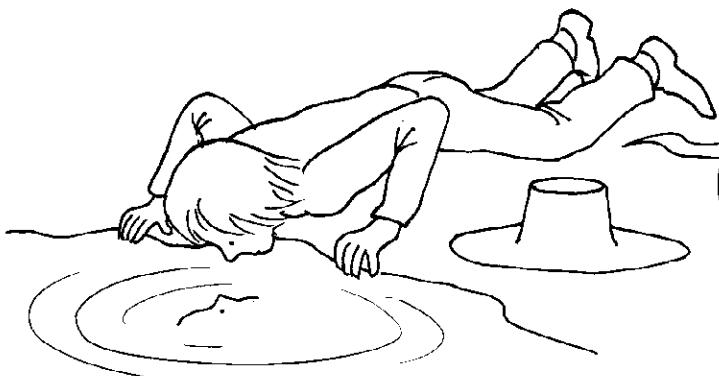
U kozmičkom parku gospona Alberta, modelu Kozmosa, to se događa kada dođeš do CENTRA vodene sfere.



To je dubina do koje dođeš kada je tvoja brzina 300,000 km/sec.

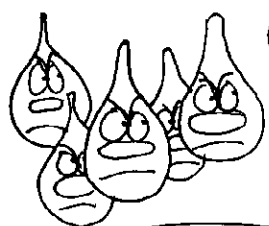
Sad smo došli do BITI STVARI! Ovo je dubokoumno razmišljanje.





Da li nešto živi na dnu svog ovog KRONOSA, u centru stvari, gdje vlada apsolutna ništica od vremena?

Vrijeme-to je briga za druge, ne za nas.

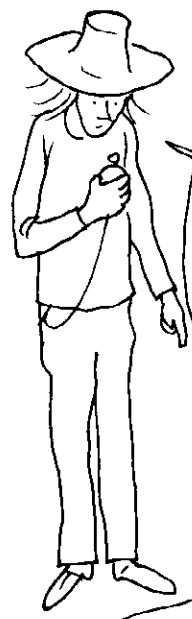


Mi ne brinemo o tome!

Da, FOTONI.



Sastavni dio čestica svjetlosti.



Iako je tako, ja i dalje mogu mjeriti koliko brzo fotoni putuju. Oni se gibaju kroz distancu  $D$  u vremenu  $t$ , i njihova brzina je  $D/t=300,000$  km/sec. Imam čudno osjećanje-vidjeo sam taj broj ranije...

Oni su rođeni-onda su umrli-u trenutku!

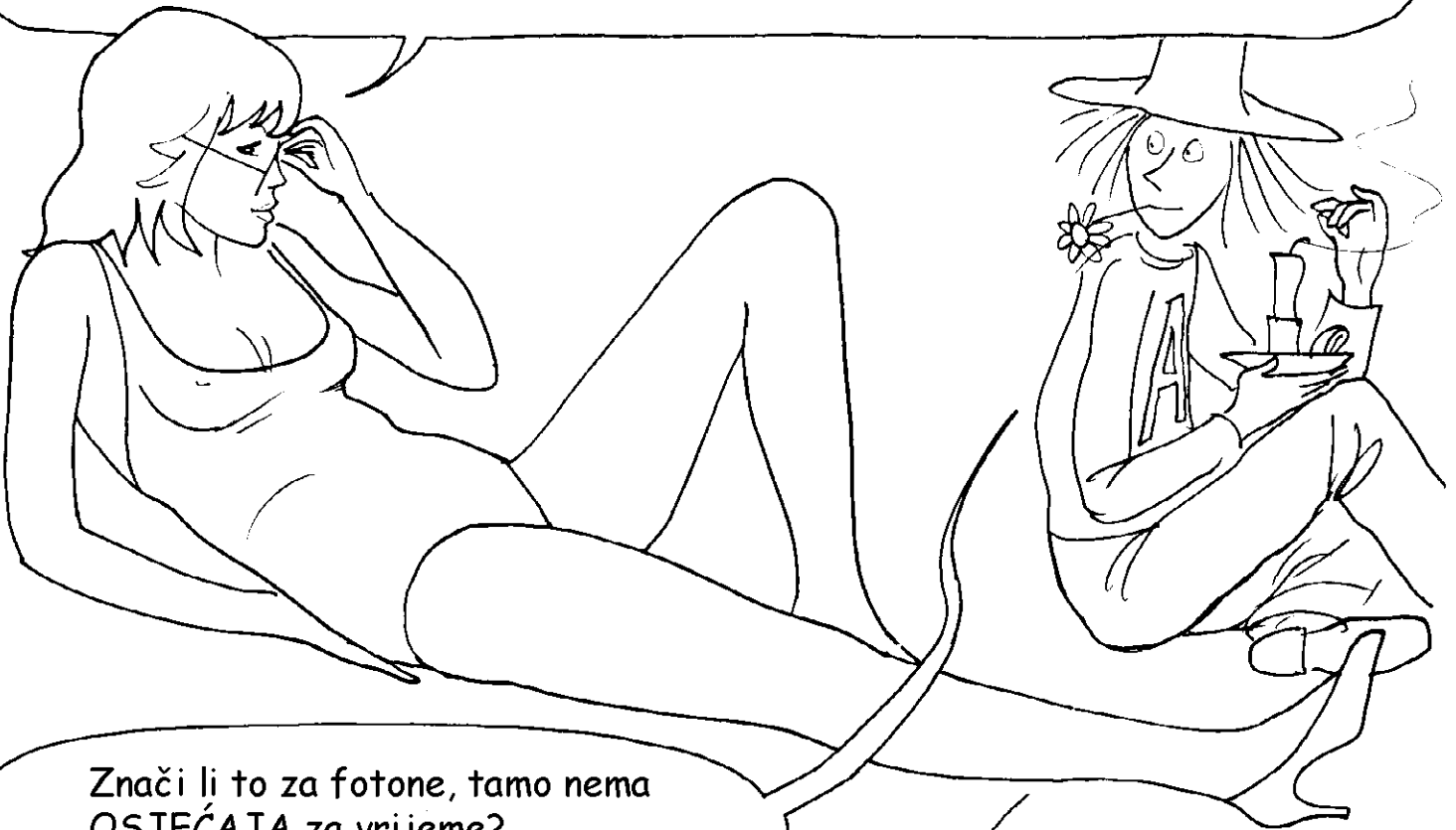


blup, blup



Da-to je doista život u brzjoj traci...

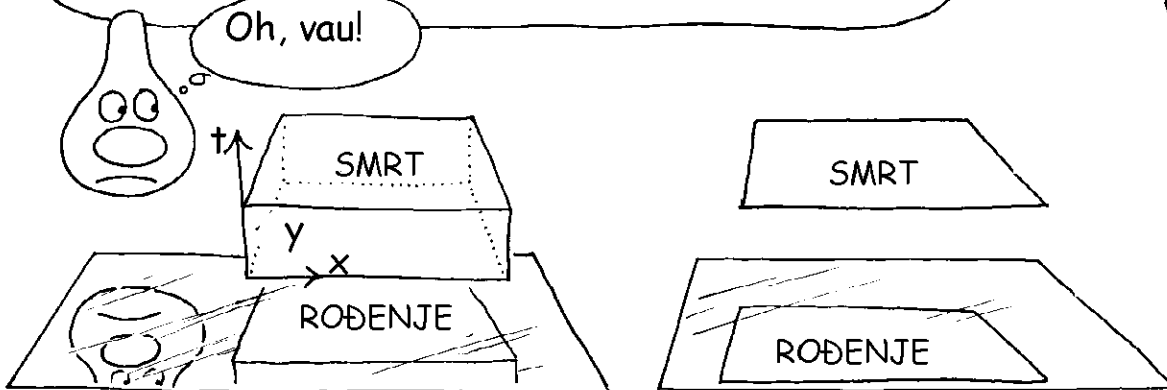
Postojati u vremenu, to je TVOJ način života. Fotoni imaju drukčiji životni stil. Za njih rođenje i smrt su dva uzastopna događaja.



Znači li to za fotone, tamo nema OSJEĆAJA za vrijeme?

PRAVO VRIJEME za fotone u kom oni rade u beskrajno maloj sadašnjosti, je sendvič između sadašnjosti njihovog rođenja i sadašnjosti njihove smrti. Ako uzmemo u obzir tro-dimenzionalni prostor-vrijeme sa koordinatama  $(x, y, t)$ . Ako to poravnate u pravcu vremena vi dobijate površinu koja i dalje ima dvije strane. Razlikovanje između ovih strana definira smijer vremena i fotona.

Oh, vau!



Vidiš, Archi, sve je relativno. Za naučiti razmišljati kao foton, moraš živjeti kao foton. Što je teško, zato što fotoni ne žive!

I dalje se nadam netko mi bude rekao zašto vrijeme juri iz prošlosti u budućnost umjesto u drugom pravcu!

BLUP  
BLUP

Zar je to bitno? Kako vrijeme prolazi, mi se uvijek gibamo sa njim u istom smjeru.

Ti si poludio, ili što?

Stičem dojam ako netko najednom preokrene smjer vremena, nitko to ne bi primjetio!

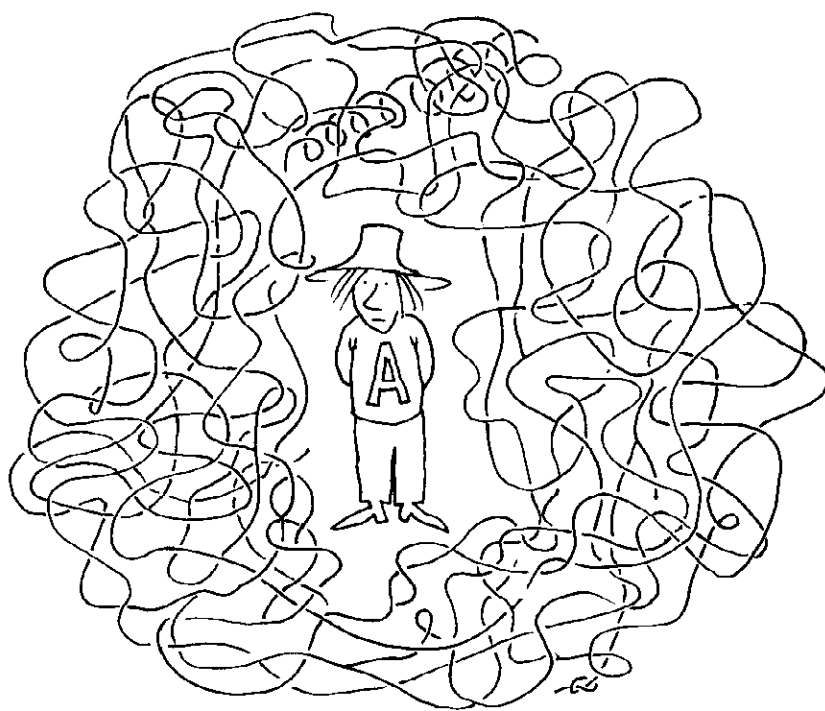
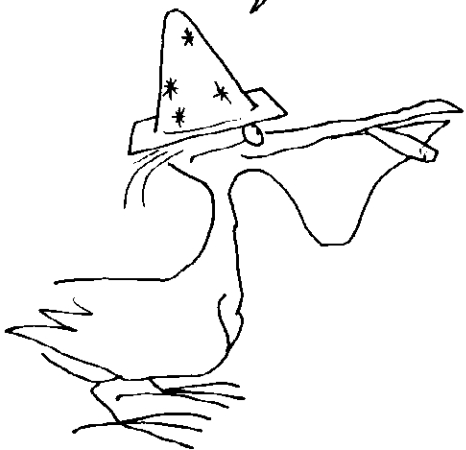


Čuj, uživao bi biti foton-čak i na tren-  
tako bih dobio ideju o tome kako oni  
vide kozmos i svijet.



Nije moguće nacrtati 4-dimenzionalni prostor-vrijeme.  
Ali možeš, u tro-dimenzionalni, prikazati isprepletene  
putanje koje prate svi objekti u svijetu (to su, sve  
čestice) onako kako bi bile viđene od strane hipotetičkog opažača koji je u stanju  
mirovanja.

Nešto kao prikačena  
fotka u tri dimenzije.



Stvarno izgleda kao put crva.



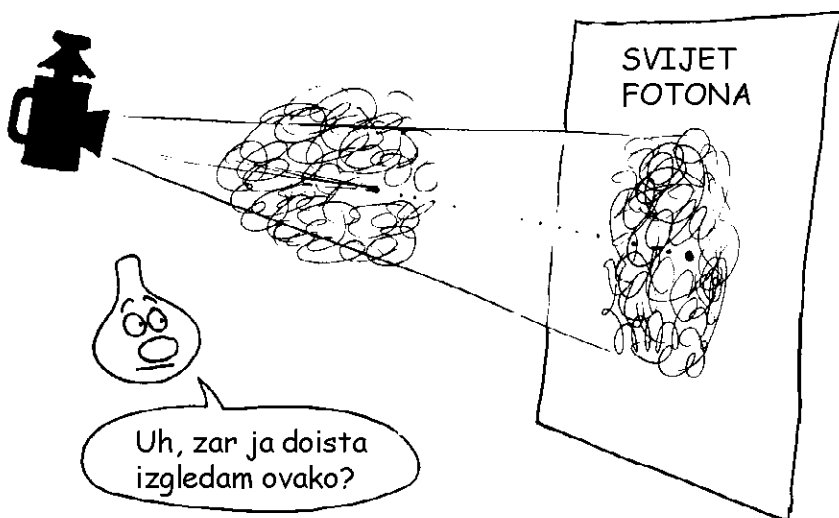
Ti dobiješ nešto slično tanjuru špageta...

Koliko god udaljenost ide, svijet je elastičan. Ako se neki drugi opažatelj giba pri ubrzanju  $\vec{V}$  u određenom smjeru onda sve što se zbiva u svijetu (i opažatelj) bivaju skupljeni u tom istom smjeru.

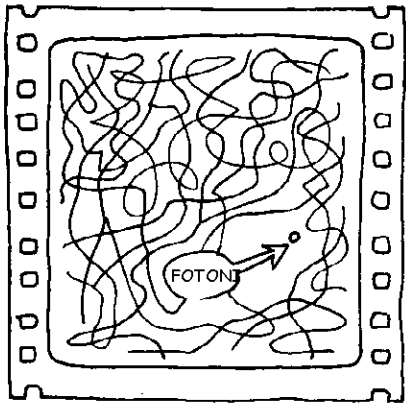


Fotoni shvaćaju ove efekte skupljanja do krajnosti. Mi smo vidjeli kako je njihovo osobno vrijeme potpuno spljošteno. Ako se to može primjeniti na svijet, onda bude

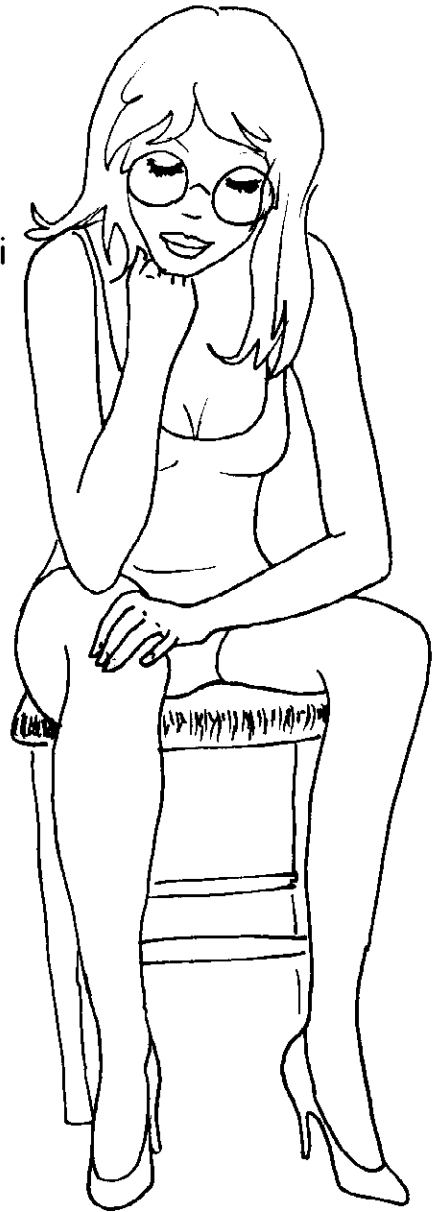
svijet postao spljošten kao palačinka i to u smjeru gibanja. Tako fotoni nastanjuju dvo-dimenzionalni svijet... Fotoni su smješteni u tom svijetu kao male, ravne škrobotine.



Budeš vidjeo ekekt toga projektirajući na ekran sliku hrpe špageta (viđena od strane opažatelja u stanju mirovanja), uporabom svjetla čija je osovina usklađena sa smjerom u kom se fotoni gibaju.

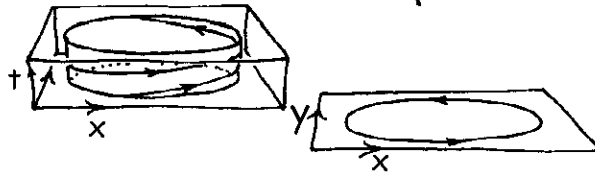
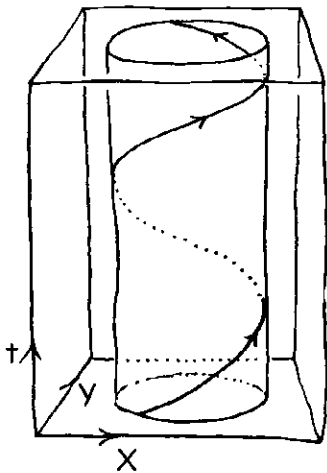


Za razumjeti svijet fotona  
trebaš zamisliti snimanje  
filma uporabom kamere  
tako što pratiš smjer gibanja i  
složiš sve kadrove.

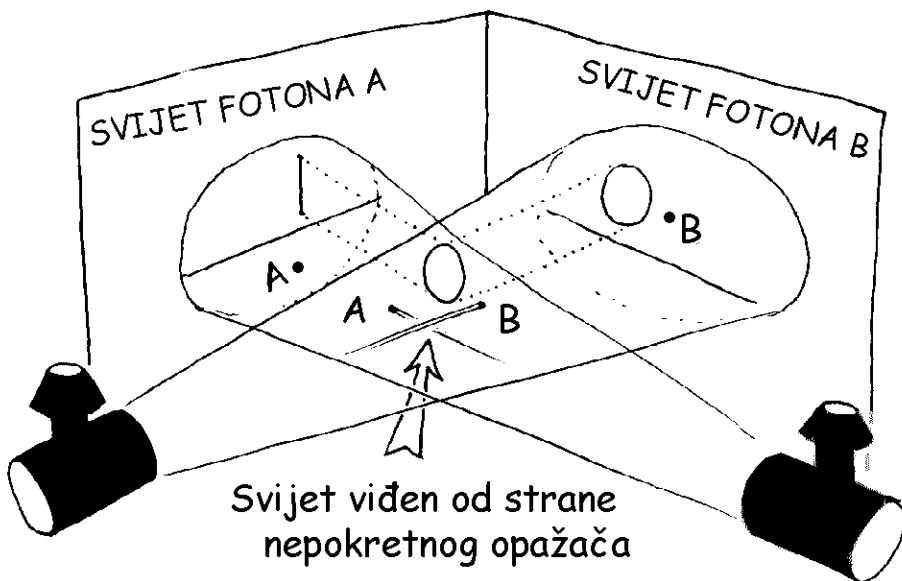


SVJETSKA PREMIJERA:  
SVIJET FOTONA

Ovako...




Ovako zgnječiš vremensku aksisu,  
onda paukova mreža postaje  
ponovno krug!



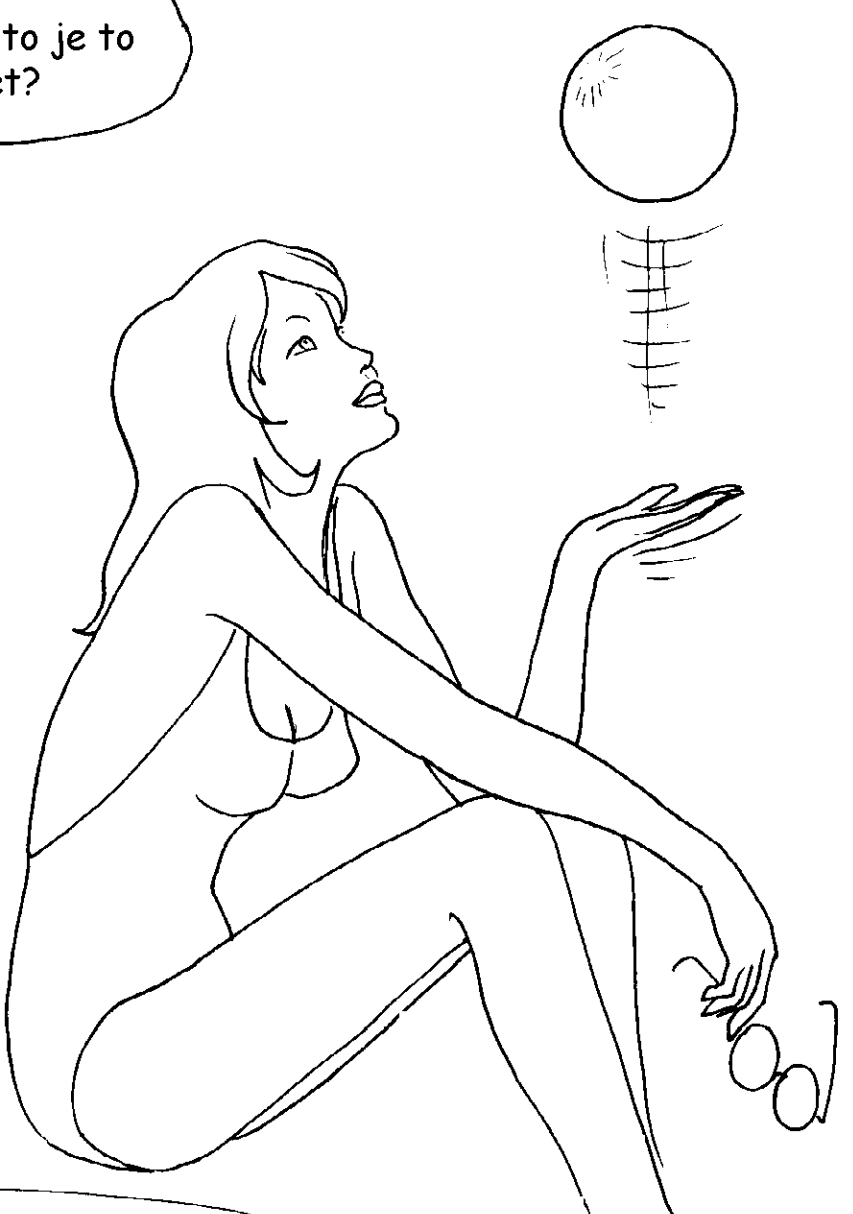
Svijet viđen od strane  
nepokretnog opažaća

Dva fotona koji putuju u  
drugčijim smjerovima imaju  
potpuno drukčiji opazaj svijeta.


Isuse Bože!



Da, ali što je to svijet?




Sve i ništa u isto vrijeme. Postoji tisuću i jedan način za vidjeti ga ili ga živjeti.



x's, y's, t's - sve su to besmislice!

Ne nisu - to je ALBEBRA.

Unatoč svemu, ona ima svoju uporabu!

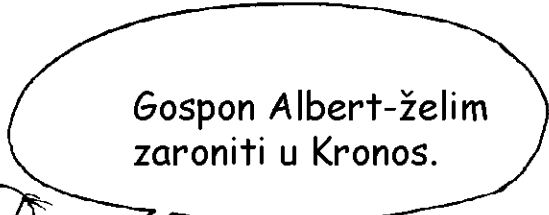




# POSTOJANOST BRZINE SVJETLOSTI VARIRANJE KOLIČINE

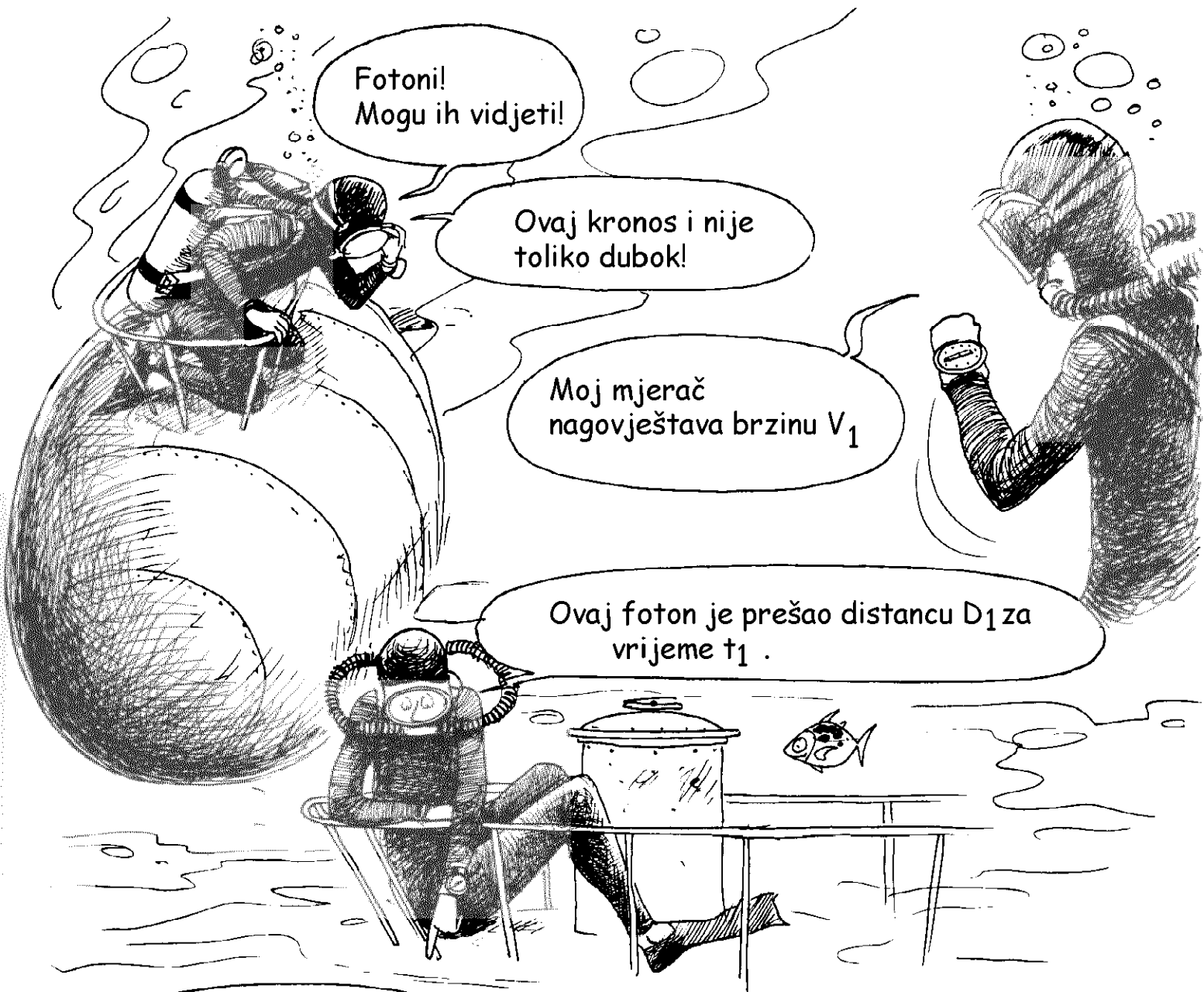


Obazrivo, dragi.



Kako želiš.





Fotoni!  
Mogu ih vidjeti!

Ovaj kronos i nije  
toliko dubok!

Moj mjerač  
nagovještava brzinu  $V_1$

Ovaj foton je prešao distancu  $D_1$  za  
vrijeme  $t_1$ .

Dijelim  $D_1$  sa  $t_1$  i  
dobijam 300,000 km/sec.

Brže, gospon Albert!

Sad idem drugom brzinom  $V_2$ ,  
bržom od  $V_1$ . Budem izveo drugo  
mjerjenje.

Ovaj foton putuje  
ovu distancu  $D_2$  u  
vremenu  $t_2$ .

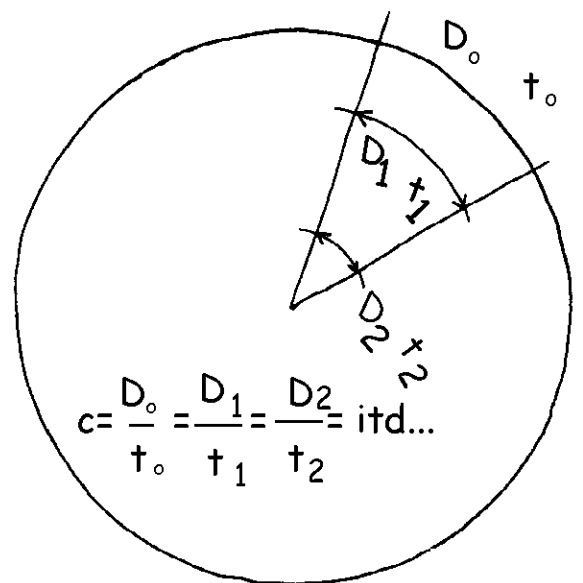
To je brzina  $D_2/t_2 = 300,000$  km/sec.

Smiješno. Ova dva vremena su ista!

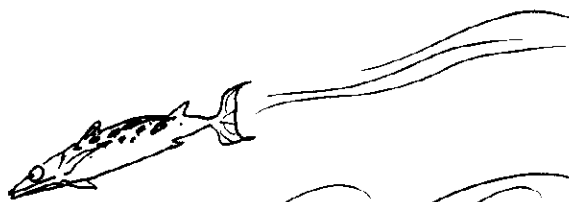
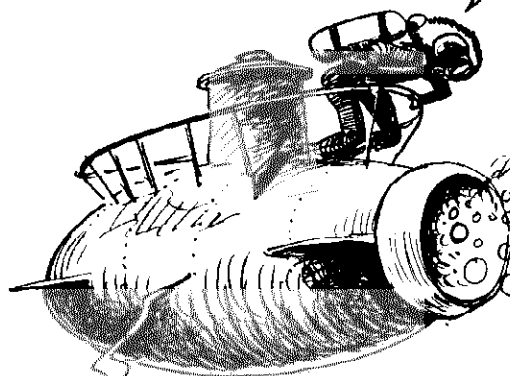
Svi opažači, bez obzira na njihovo ubrzanje, dobijaju identičnu vrijednost  $c$  kad mjere brzinu fotona - fundamentalnu česticu svjetlosti, koji zaokupljaju osobito mjesto u kozmičkom parku. Sve se zbiva ako se oni ponašaju kao mali projektori čiji se "zraci" gibaju pri konstantnom zavinutom ubrzanju, projektirajući njihove slike na sve koncentrične sfere koje čine kronos. Usljed nadomještanja promjena u razdaljini i osobnog vremena, opažači stalno pronalaze  $c = D/t = 300,000$  km/sec.

Ova apsolutna konstanta brzine svjetlosti (tj. brzina fotona) je prvi put opažena od Michelsona i Morleya 1881.

Trideset i četiri godine kasnije, 1915. Einstein je odbacio stari model prostornih i vremenskih dimenzija, zato što je postao neuskladiv. Krenuo je u traženje nove dimenzije. Kozmički park nam daje uvid kako to izgleda.



Skoro smo ih sustigli!  
Brže gospon Albert, Brže!!



BLUP

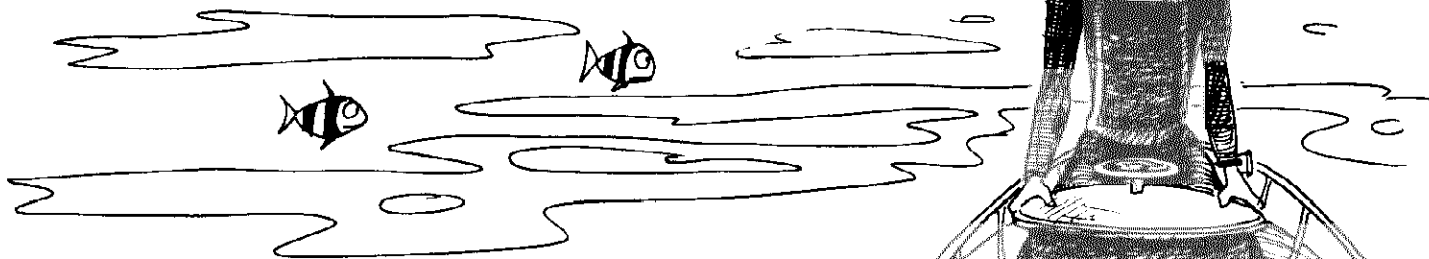
BLUP

BLUP

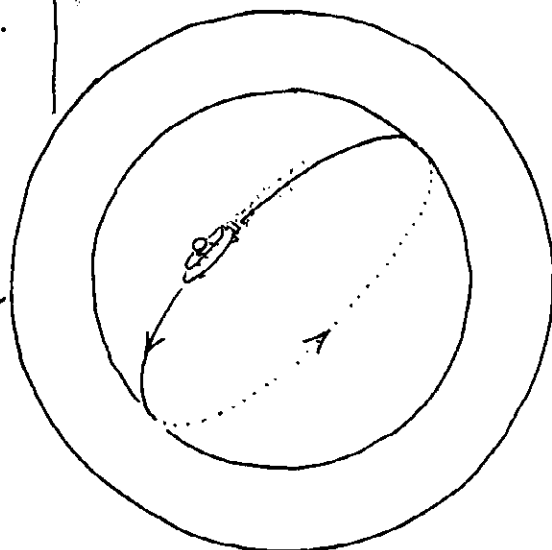
BLUP

Nemogućno dečko!

Zašto?

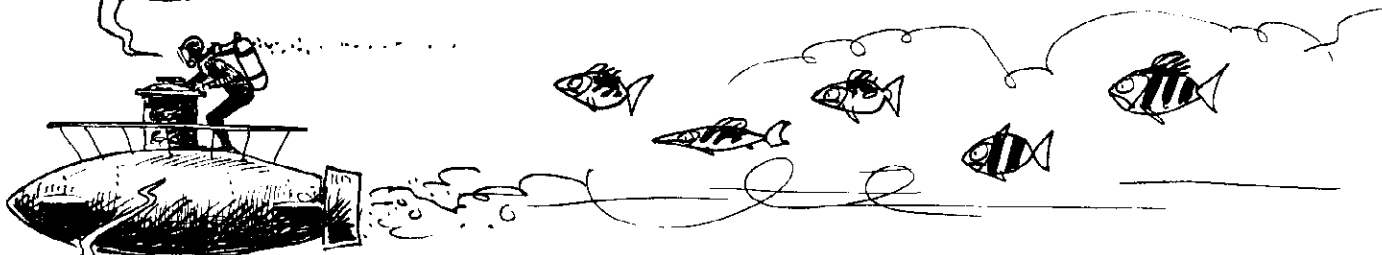


Moja podmornica ide naprijed pomoću povratnog djelovanja. Kronos se ne opire gibanju unaprijed; sve što trebam uraditi je nadvladati INERCIJU. Kada dostignem brzinu  $V$  i ugasm motore, podmornica pluta u VELIKOM KRUGU čija sfera pristaje toj dubini (\*).



(\*). Drugim riječima, MJERNIČKI na sferu.  
Pogledaj strip "Pogled Euklida", iz iste serije.

I što je problem? Pali ponovno motore i drži to ubrzanje.  
Onda budemo ubrzo dostigli te proklete fotone!



Ne mogu, Archi. Što dublje idemo, kronos postaje gušći. Što se više spuštamo kronos više ulazi u balastne bazene i mi postajemo jako teški. Naša masa raste.

#### PODSJETNIK:

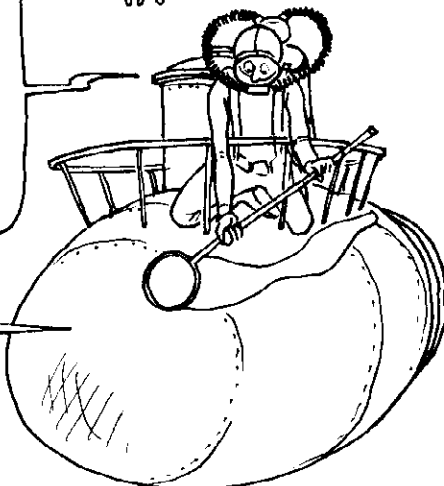
Želimo raspršiti opću zabludu-onu u kojoj tjelesni trening omogućuje gubitak kilaže. Zapravo, suprotno je točno! Jednostavna akcija ostajanja u mirnom stanju (masa  $m_0$ ) poraste na masu  $m$  suglasno srazmjeri

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

. Naravno, kad stanete, vraćate se na početnu težinu  $m_0$ .



To je stvarno frustrirajuće! Skoro smo tamo-0.995c, i skoro ih mogu dirnuti-ali ne skroz!



I naša masa je desetostruko porasla-ne možemo se gibati brže!

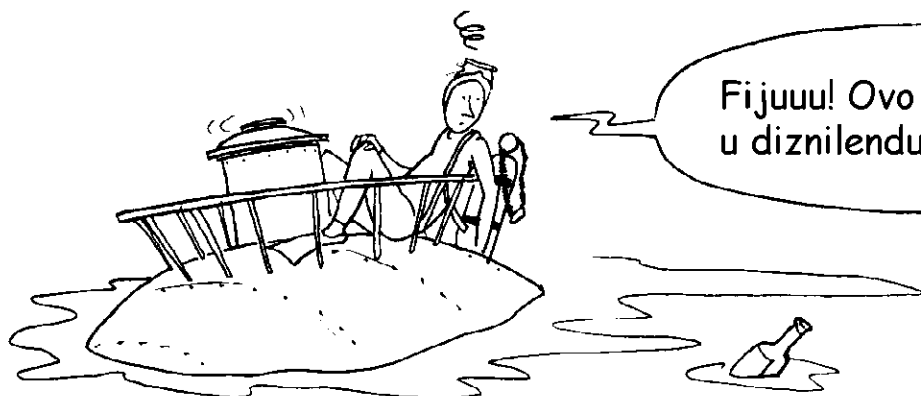
Za  $v=0.99999c$  masa treba biti 224,...i tako dalje



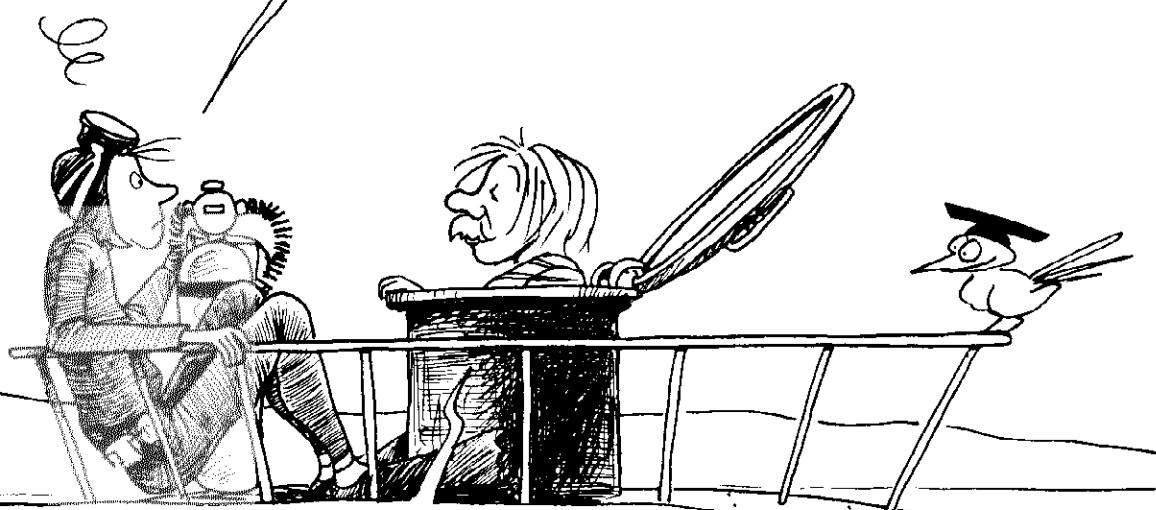
Mi trošimo bezgranično puno energija ako lovimo te fotone. Spremi se, izranjamo!



Fijuuu! Ovo ne buš doživjeo u diznilendu!



Ako vas dobro shvaćam, što više energije daješ tijelu masa se povećava.



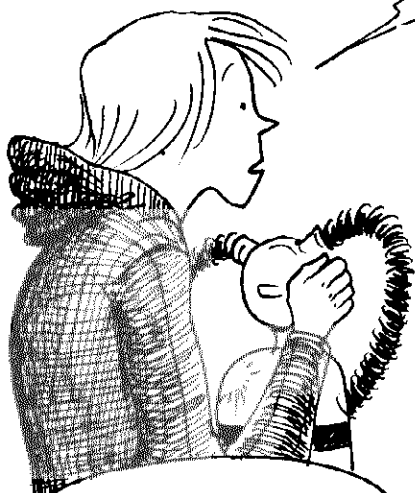
Da. to je tačno, masa i energija su iste.  $E=mc^2$ .



Vratimo se na konstantan faktor.... koji je kvadrat  $c$ . Možemo napisati  $E=mc^2$ .  
Hmmm...  
To je stvar spajanja. Ako je naš spoj duljine bio 300,000 km onda imamo

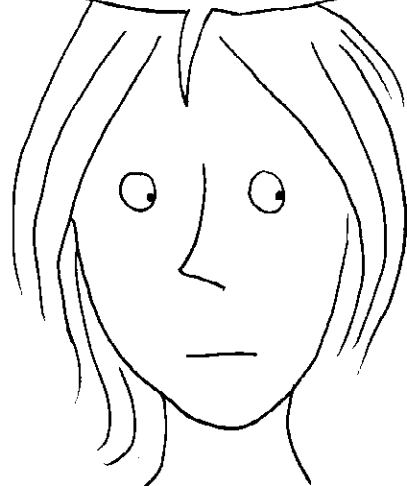
$$E=m$$

Odakle je ova vrijednost od 300,000 km/sec za  $c$  stigla?



Ja bih ovako pitao: odakle dolaze ti kilometri i sekunde?

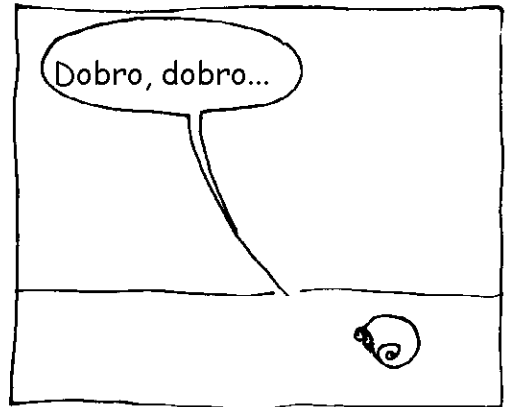
Ja-što-to?



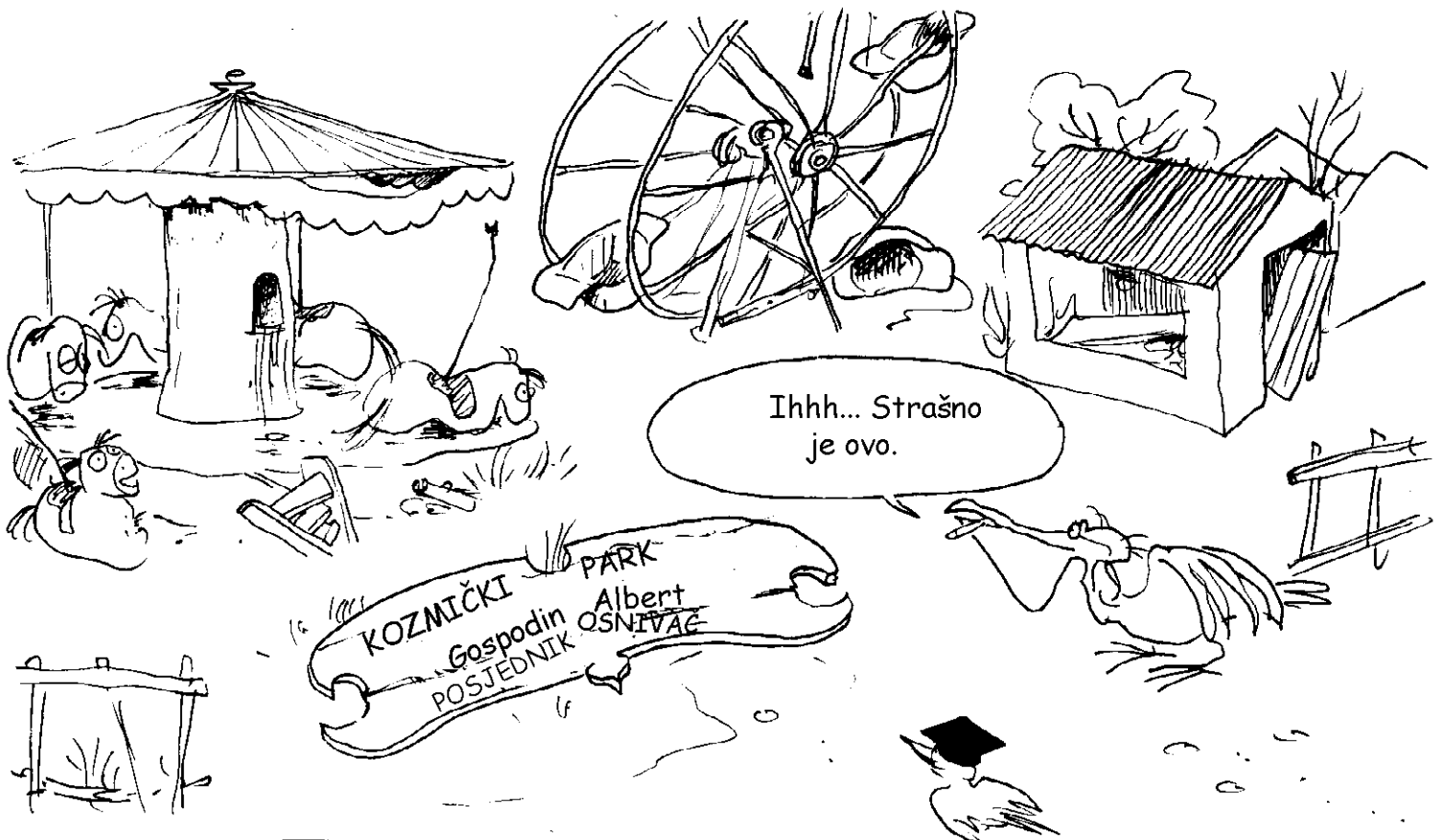
$c$  je spoj brzine. To je općeniti kozmički standard. Kilometar po sekundi je samo broj koji je nekoliko puta bez ostatka sadržan u nekom većem broju.







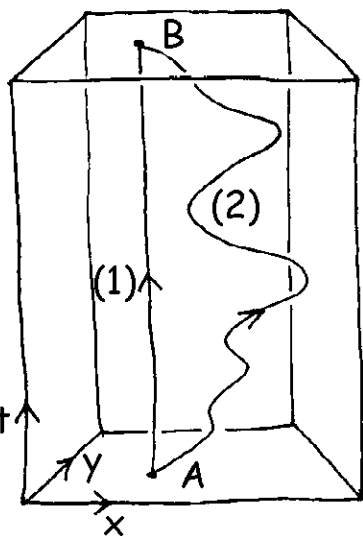
Znanstvena građevina je subjekt paradigmatičkog udara.  
Iznova ona puca, urušava se i ponovno se rađa iz svojih ruševina.



Što mu to znači?

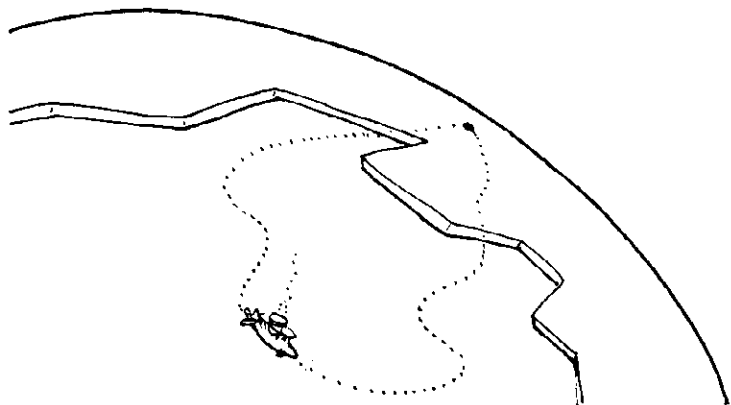


Upravo to, u prostoru i vremenu, prava crta (1) od točke A do točke B je najduži put između njih.



Na primjer, ravan segment  $\overline{AB}$  je put koji bi pratio ako si u stanju mirovanja. Svijen put (2) uvodi efekte BRZINE u igru. Već smo vidjeli kad se gibaš, tvoje OSOBNO VRIJEME (vrijeme onog koji putuje, a ne nepomičnog opažača) teče sporije.


Pravo mjerenje udaljenosti, u prostoru i vremenu, je koliko je prošlo osobnog vremena. Sa ove točke gledišta svijen put postaje KRAĆI od ovog ravnog.



Tako je




Vrti mi se..


To je GLUPO, moraš pratiti put koji stoji u mjestu?!  


## NEMOGUĆNO PUTOVANJE

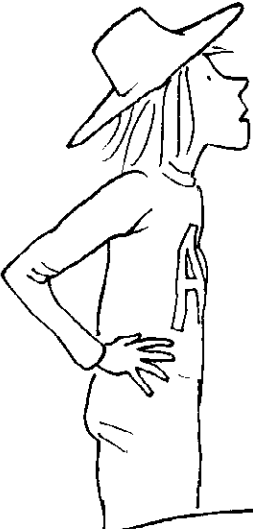
Noć je pala u kozmičkom parku

Sofi-što su zvijezde?  



Sunca kao ovo naše.  


Naša zvijezda ima svoju osobnu planetu: Zemlju. Misliš li da i ostale zvijezde imaju svoje osobne planete?  


Zasigurno, Archi.




Koliko je daleko najbliža zvijezda?




Svjetlosti treba 4 godine do nas sa našeg najbližeg susjeda PROXIMA CENTAURI.



To je....  
40 trilijuna kilometara!



Pluton je na kraju sunčevog sustava, to je oko 5 bilijuna kilometara - tj., 5 svjetlosnih sati.



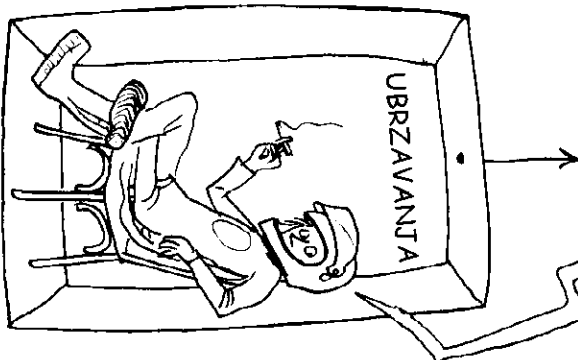
Proxima Centauri je 10 tisuća puta dalje...  
Boga ti, Kozmos je veliko mjesto!!

Gospod Albert mi je objasnio - potrebne su ti nevjerojatne količine energije za dostići brzinu svjetlosti. Pitam se ako želim ići 100,000km/sec...

Pretpostavljam si, imam fuzioni motor koji može ubrzati moj svemirski brod na "9" (ubrzanje identično gravitaciji na zemljinoj površini). Onda se bude u svakoj sekundi moja brzina povećavala za 10 m/sec.



Ovo je Higginsov apartman: kuhinja i kupaona.



Moja očita težina je ista kao ona koju imam na zemlji, tako je mogu podržati koliko god to želim.

Po ovoj procjeni bude mi trebalo 4 mjeseca za dostići najveću brzinu od 100,000km/sec. Tijekom tog vremena, budem prešao samo stoti dio udaljenosti.



Onda bude ostatak puta trajao otprilike 12 godina... Plus četiri mjeseca za ponovno usporavanje...



I isto toliko ako se  
želim vratiti za reći  
ljudima što sam tamo  
pronašao...

Da... Unatoč tomu što postoji dragocjena  
mala šansa da smo mi jedina živa bića  
u kozmosu, najbliža nastanjena planeta  
(ako uopće postoji) vjerojatno bi bila dalja  
od 4 svjetlosne godine!

Veliš mi da je putovanje  
kozmosom po zakonima  
kozmičkog parka karijera za  
cijeli život.

I...Što nam je  
činiti?

Je li putovanje  
zauvijek nemoguće?

Ovaj dečko nikad ne  
odustaje!

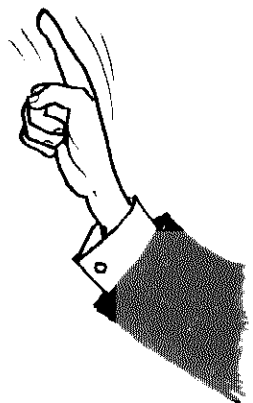
Ići brže od brzine svjetnosti to nema nikakvog smisla.  
To je kao pokušati roniti dublje od centra kozmičkog parka!



Naravno,  
kozmički park možda  
nije osnovni model.



Vrlo vjerovatno. Ali to mi ne  
govori kako doći do zvijezda u  
prihvatljivom vremenu.



KRAJ