

Savoir sans Frontieres

DOBRODRUŽSTVÍ ANSELMA LANTURLU


BIG BANG



JEAN-PIERRE PETIT

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

PROLOG

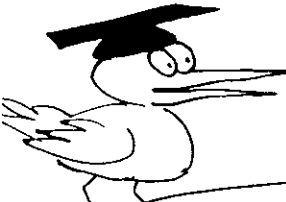


Víš, Sofie, často se ptám, kde se to tu všechno vzalo, jak vznikl vesmír...

Bylo vždycky VŠECHNO takové? Země, nebe?


Bylo nebe vždycky modré?

Svítily na černé obloze vždycky hvězdy?




Na ÚPLNÉM ZAČÁTKU, byl náš vesmír mrňavý a velmi teplý: takové malinkaté peklo.

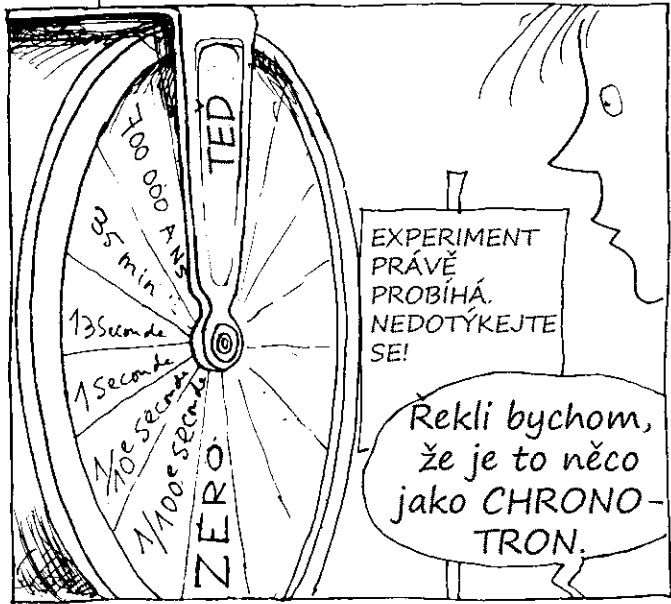
A pak to prdlo?



Jo, ale to je hrozně dlouhá historie a aby se mohla vyprávět, musíme se vrátit do doby strašně, strašně dávno.



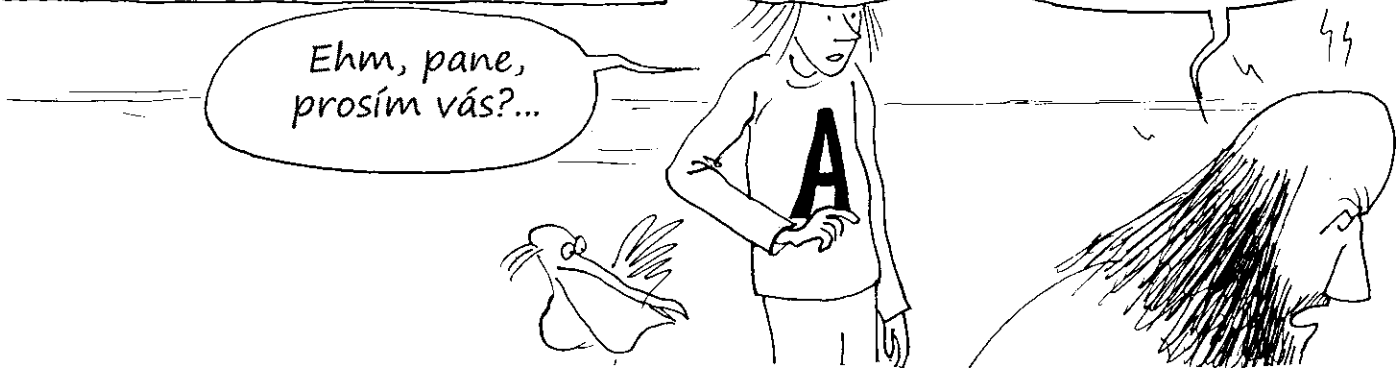
Oh, pojd'te se podívat!



NAJEDNOU...



POČÁTEK VŠEHO



Tak a zas
je to v háji!

Podfoukli
mě...

Jestli je to, co se tu snažíte položit,
koberec, tak jste vážně nemehlo.
To se musí nechat!

Vypadá,
že s tím kobercem má
nějaký problém, ten váš
kámoš...

To je pohroma...
je to samá boule!..

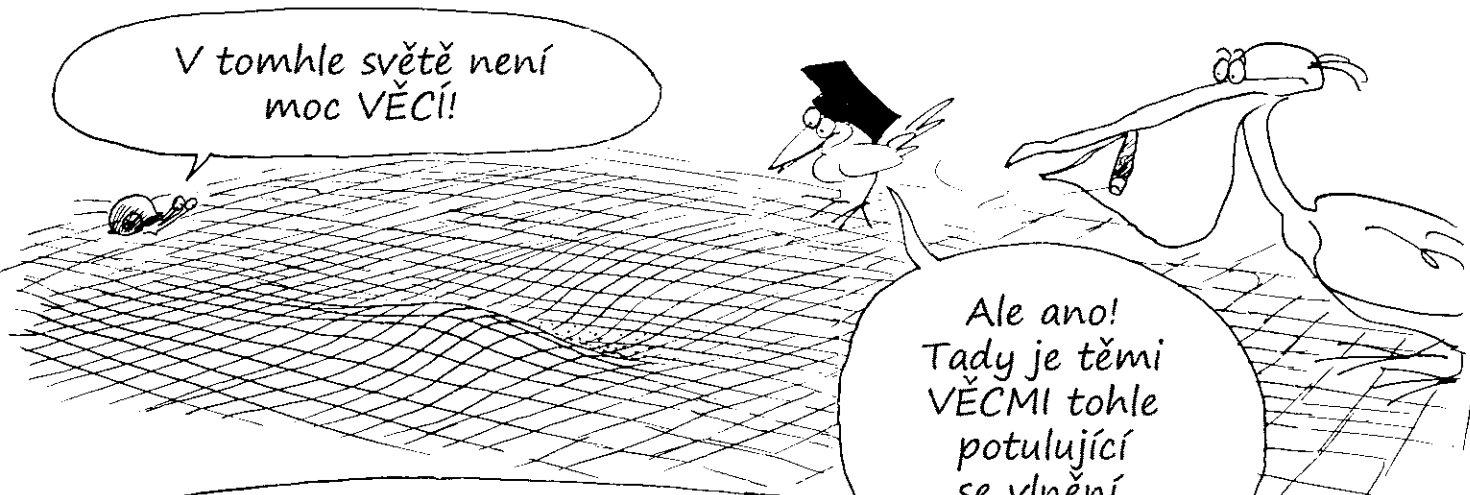
To je jasné, že jsou tam
boule. Chtěl jste tam toho dát moc.
Koberec je stlačený...

Tsss...kdyby to
nebylo stlačené,
nebyla by v tom
žádná energie:
byl by jenom
prostor...

Kdyby to aspoň bylo zkrabatělé rovnoměrně! Ale to je
spousta boulí, které se tu proměňují rychlostí tři sta
tisíc kilometrů za sekundu, jak je napadne.

Je to kvantové...d'ábelsky kvantové...

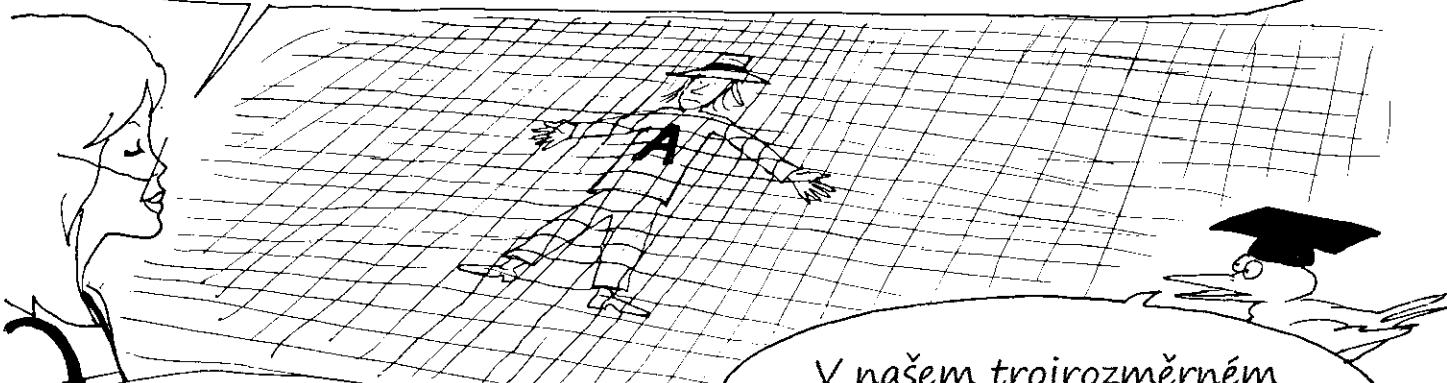
Je to co?...



V tomhle světě není
moc VĚCÍ!

Ale ano!
Tady je těmi
VĚCMI tohle
potulující
se vlnění.

Svět, který tu vidíme, má jenom
dva rozměry. Je to tedy PLOCHA, jejíž nerovný
povrch představují částice, hmota, záření. Kdybys byl součástí
tohoto dvourozměrného světa, vypadal bys asi takhle.



To není hezké,
to vůbec není hezké...

V našem trojrozměrném
světě jsou částice také
lokální proměnou zakřivení.



Předtím to
bylo lepší.

Před...čím!?

Konečně...budu těmto
potulujícím se bouřím říkat
FOTONY.

Panebože, můj ty bože!
Je tu ještě jiná věc...

Co?

Ale podívejte se na to!
Je to všude!!!

Nejen, že se to boulí, ale
ještě to i víří. Krásná práce!

Něco jako malé víry, jako když
zakroučíte prostěradlo na posteli.

To je zvláštní. Některé se točí
jedním směrem a jiné zase
opačným.

Pohybují se rychlostí
300 000 km/s jako vaše fotony.

Budu těmto potulujícím se vírům
říkat NEUTRINA, když se budou točit
takhle:

A ANTINEUTRINA, když se budou točit
opačným směrem:

To je šíleně rozbouřené. Ani jedno ploché
místečko na vašem koberci. To je doslova
jedna boule vedle druhé (*).

Tenhle svět je příliš,
příliš nestálý. Je to
úplně zvrané!...

Kdyby v tom všem byl aspoň náznak nějakého řádu! Ale
to je naprostý binec. Celé to stojí na náhodě! Je to hazard!

Mám hrůzu z hazardních her!

Náhoda, milý příteli,
to je d'ábel!

Ah..

KOSMOSOL
VESMÍRNÝ POVLAK

Nehraju ani
kostky...

Oh, podívejte! Tamhle
se NĚCO děje...



(* Vlastnost toho, čemu říkáme ZÁŘENÍ ČERNÉHO TĚLESA
(d'ábel ví proč...).

Tady jsou dvě potulné boule.
Jedna druhé jde naproti.
Vejdou do sebe.

BLUB!

To je hotové
TOHU va BOHU,
drazí přátelé!

Teď to dělá takové
puchýře. Jeden vyboulený
a druhý promáčkнутý.

Vzdalují se jeden od druhého rychlostí,
která se blíží 300 000 km/s.

Dobře. Hrbolkům budu říkat HMOTA a důlkům ANTIHMOTA. Je tu ZAKŘIVENÍ, tedy i LÁTKA.

Foton - důlek a hrbolek současně - je svou vlastní antičásticí.

HMOTA a ANTIHMOTA, které se zrodily ze srážek mezi fotony, se pohybují relativistickou rychlostí.

Hrbolek, důlek, no to záleží...

Jaký smysl má mít tahle hlubokomyslná úvaha, Tirésie? Jsou tu prostě útvary, které se objevují jako důlky a jiné jako hrbočky. Přijde mi to úplně jasné...

Ale to proto, že jsme tady na té straně koberce. Kdybychom byli na druhé straně, pod ním, z hrbočků by se staly důlky a z důlků hrbočky.

Ale...já vidím jenom jednu stranu!!!

Tirésie!!!

Dneska si šnek nemůže ani zavtipkovat...

?...

Zase jeden epistemopolda (*).

Počkejte! Tady...když se hrbolek s důlkem střetnou pomalu, vzejdou z toho dvě potulné boule. Je to opačný úkon.

Mmm...prostě ANIHILACE jedné hmotné částice s její antičásticí, což dá dva fotony.

Je to TOHU va BOHU.

Hmm..


(*) ze slova Épistémé: věda a Polda: polda

Vznik a zánik částic, přeměna ve dvojici fotonů, se střídají v nespoutaném rytmu. V tomto chaotickém světě, ve světě neuspořádaném a proměnlivém. Nic než husté hemžení fotonů, neutrin, antineutrin a četných částic a antičástic, nestálých a rozmanitých. To je TOHU va BOHU (*).

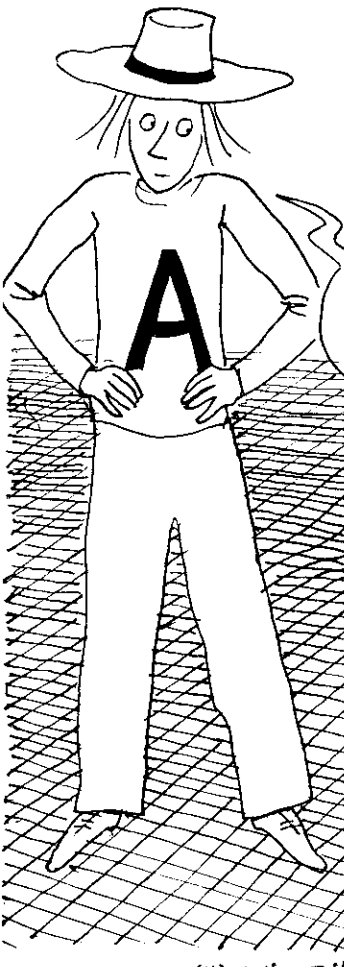


To mi připomíná
SEXONY.

Co jsou SEXONY?



To jsou částice, které tráví svůj
čas rozmnožováním.



Podle všeho jsou potulné boule různě široké,
zrovna tak jako hrbolky, které jsou buď úzké
a vysoké, nebo široké a ploché.

Rozpětí potulných boulí,
FOTONU, budu nazývat
VLNOVÁ DÉLKA λ .

Představme si, že pomocí
lana, jímž zatřepu, vyvolám
kmitání. Nejdřív s ním
zatřepu lehce. Dodám mu
málo energie a vlnová
délka λ tak bude velká.

Když teď s lanem zatřepu prudčeji,
dodám mu více ENERGIE a vlnová délka λ
bude mnohem kratší.

aiij!

Čím víc vlna přenáší
energie, tím je její vlnová
délka menší.

Řekl bych, že ENERGIE přenášená
FOTONEM, zrnkem SVĚTLA, bude
NEPŘÍMO ÚMĚRNÁ své VLNOVÉ DÉLCE λ :
E nabyde hodnoty $\frac{1}{\lambda}$.

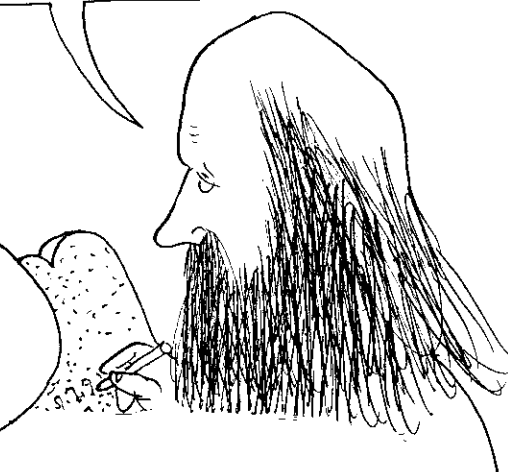
Takhle by to
mohlo jít...

ČÍM MENŠÍ, TÍM TĚŽŠÍ

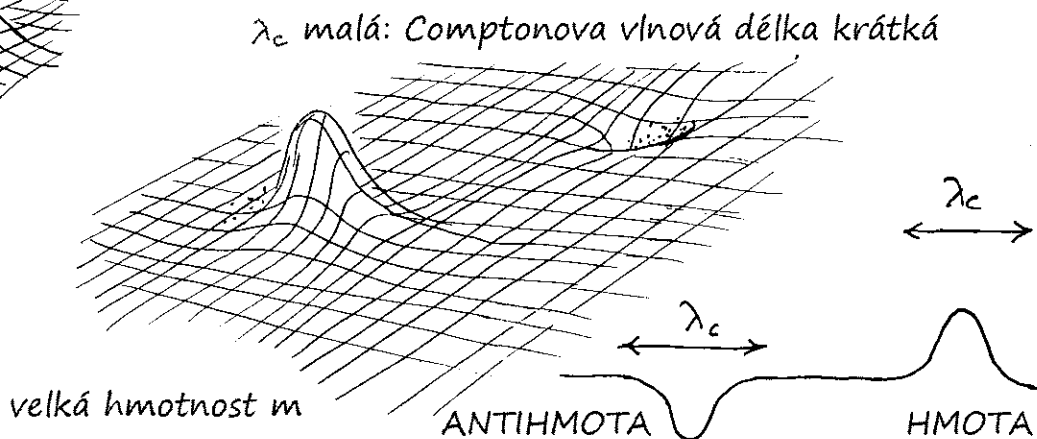
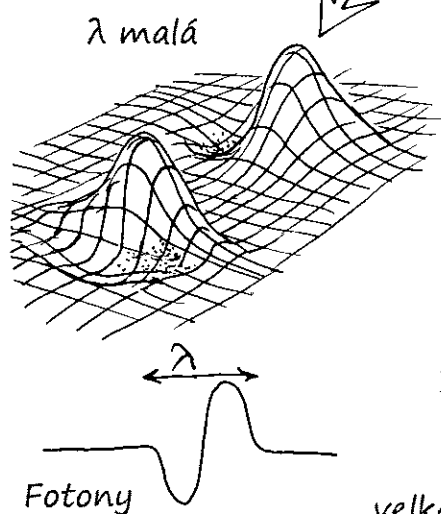


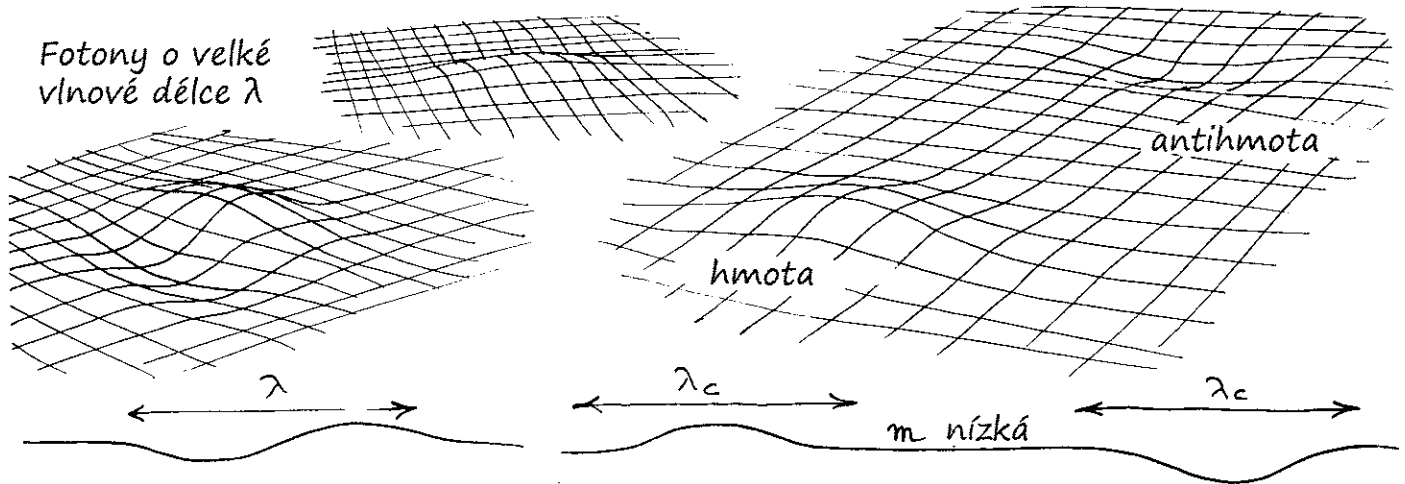
Co se týče těchto potulných boulí, kterým říkáte FOTONY, jsem pro. Ale co odlišuje úzké a dlouhé hrbolky či důlky od těch širokých a plochých?

Téhle šířce důlků a hrbolků budu říkat COMPTONOVA VLNOVÁ DÉLKA λ_c , která bude NEPŘÍMO ÚMĚRNÁ HMOTNOSTI m , přičemž m bude odpovídat $\frac{1}{\lambda_c}$.



Velmi energetické fotony o krátké vlnové délce se budou podílet na vzniku vysokých a úzkých částic (a antičástic) o značné hmotnosti m .



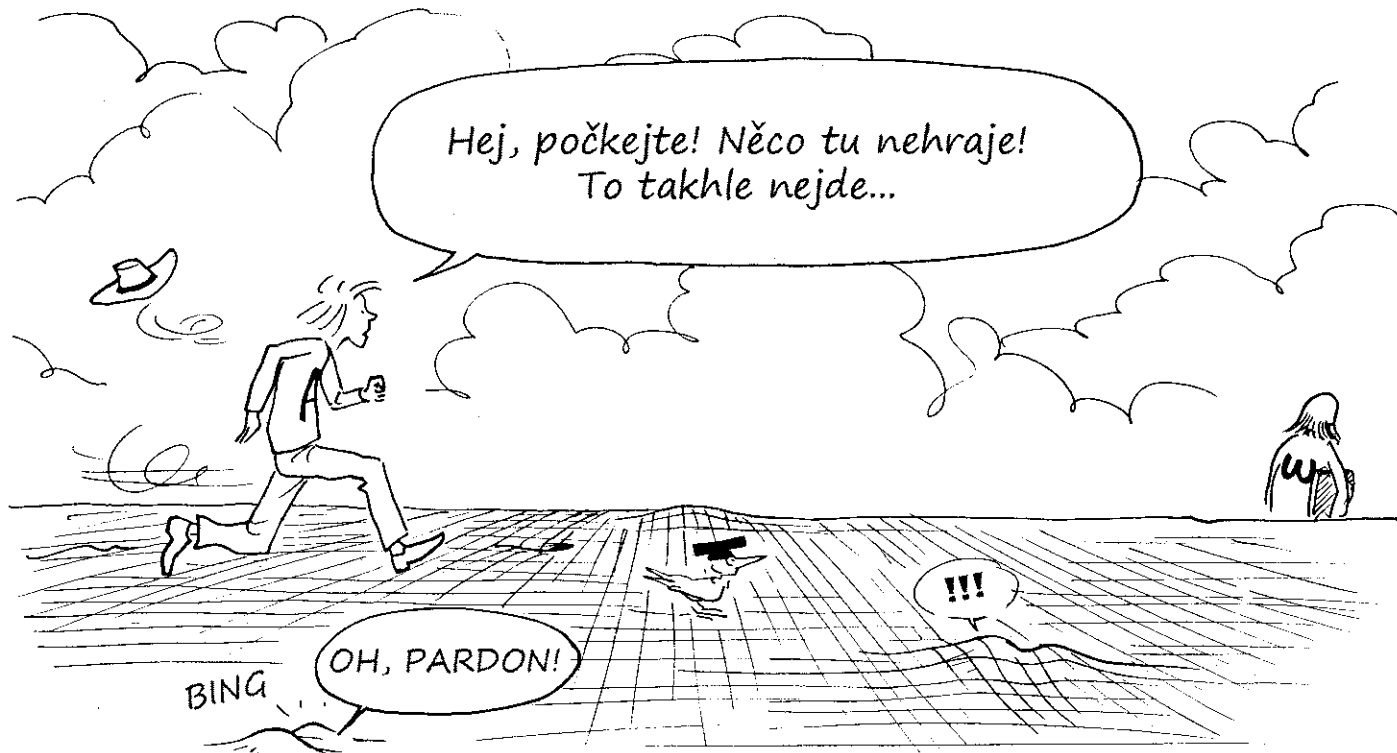


Fotony o velké vlnové délce \rightarrow částice o velké Comptonově vlnové délce. Naopak fotony relativně málo energetické se budou podílet na vzniku dvojice částice-antičástice o velké vlnové délce, to znamená o nízké hmotnosti: λ_c velká, m nízká.

Vlastně je to mnohem jednodušší. Podle toho, co vidím $\lambda = \lambda_c^{(*)}$, to znamená, že částice (a antičástice) mají stejnou "velikost" jako fotony, které je vytvářejí.

Když tedy známe HMOTNOST jedné jakékoli částice, můžeme okamžitě odvodit vlnovou délku záření, které ji vytvořilo.

(*) Připomeneme si, že E (energie) = m (hmotnost). Viz komiks VŠECHNO JE RELATIVNÍ.



PROTONY a NEUTRONY mají skoro stejnou hmotnost. Jsou Tedy stejně velké. Ale elektron je mnohem lehčí. Logicky by tedy měl být ...větší !?!

Přesně. PROTON a NEUTRON váží $1,66 \times 10^{-27}$ kg. Elektron váží $9,1 \times 10^{-31}$ kg. Je tedy 1850 krát lehčí: tedy i 1850 "větší".

Já...eeh...uf
uf uf...

Už jsi někdy
viděl nějaký
proton?

Eeh...
NE...

No!

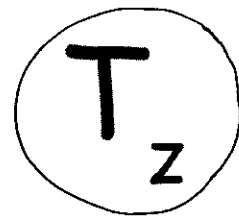
Mmm, ta dnešní geneze je opravdu krásná.

Co to vyrábíš?

Vyrábím ATOM VODÍKU, který bude víc odpovídat skutečnosti. S jedním velkým elektronem a mrňavým PROTONEM tvořícím jeho JÁDRO.

Panebože, panebože! To je chaos...koneckonců... mé milé děti, pomůžete mi do téhle změti vnést trošku řádu.

TEPLOTA ZÁŘENÍ



Sakra...

Všechny ty fotony mají různou vlnovou délku a různou energii. Ale v rámci této skupiny nadefinuji průměrnou vlnovou délku a průměrnou fotonovou energii.

TEPLOTA ZÁŘENÍ T_z bude měřítkem této průměrné energie fotonů.

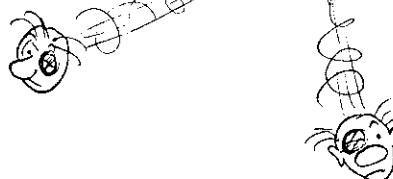
Taková zkáza...

STAV ROVNOVÁHY



Takže jedna směs může mít více teplot?!?!?

PONG!

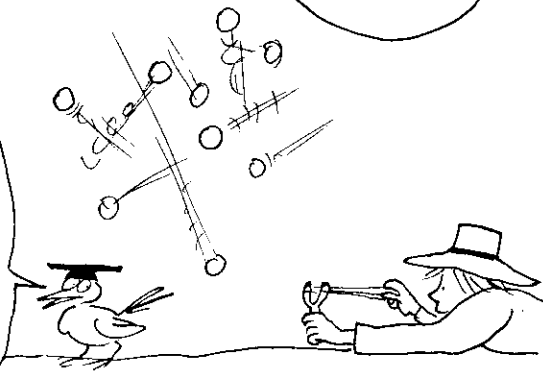


Ano, ale o tom si budeme povídat na straně 46. Zatím si částice mezi sebou, popř. s fotony, vyměňují energii, a to tak, že do sebe narážejí. Tento mechanismus se snaží teploty sjednotit, ABY SI BYLY ROVNÉ a aby se systém dostal do stavu TERMODYNAMICKÉ ROVNOVÁHY.

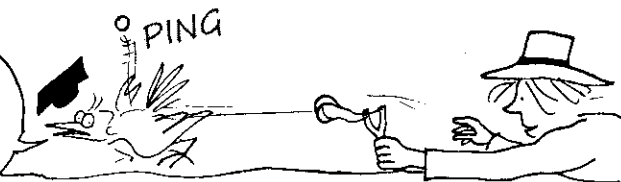
TEPLOTA HMOTY

T_h

Všechny tyhle HMOTNÉ částice mají různou hmotnost m a různou rychlost V . KINETICKÁ ENERGIE jedné hmotné částice je $\frac{1}{2} mV^2$. Ale v rámci tohoto množství můžu určit průměrnou aktivační (TEPELNOU) energii.



A TEPLOTA HMOTY T_h bude měřítkem této PRŮMĚRNÉ AKTIVAČNÍ ENERGIE.



TERMODYNAMIKA

Když má částice příliš energie, když je příliš rychlá, příliš "horká", srážka s jinou částicí ji zpomalí. Když je moc pomalá, platí opak. Pokud je tento jev energetické vazby, která vznikla při srážce, dostatečně intenzivní, teploty se vyrovnají. Ale nejenom, zůstanou si rovné i v případě, že tuto směs roztáhneš nebo stlačíš.



Eláá...

Rychleji!

Ne tak rychle!

Tak co, dáme si voraz...

To je rušno! Částice a antičástice se rodí a umírají v párech pekelným tempem.

Za jakých podmínek vznikne jeden pár částice-antičástice?

PRAHOVÁ TEPLOTA

Aby vznikl jeden PÁR částice-antičástice o společné hmotnosti m , je zapotřebí energie $2mc^2$, která je dodávána párem fotonů majících energii vyšší nebo rovnou.

Pokud je průměrná energie fotonů menší než tato prahová energie mc^2 , to znamená, je-li teplota záření T_z příliš nízká (pod prahovou hodnotou), tyto hmotné částice nebudou moci vzniknout.

Jo...

O VÝVOJI DRUHŮ

PŘEŽITÍ jednoho druhu částice je vždycky potíž. Může být zajištěno rychlým výrobním tempem.



Hele, sexony!

Což předpokládá, že teplota záření T_z bude vyšší než prahová teplota spjatá s určitým druhem.

Je-li teplota T_z nižší, připadá v úvahu vícero příčin zániku.

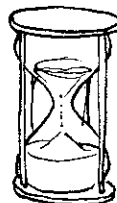
Nejobávanější je anihilace s antičásticí.



Potom ne zrovna šťastná setkání všeho druhu.


Vesmír je zabijácké doupě.

Konečně částice mají svou vlastní DÉLKU ŽIVOTA (*). Po tom, co jim čas vyprší, se samovolně rozpadnou na další částice a záření.



Problém je udržet se naživu...


(*) Viz komiks VŠECHNO JE RELATIVNÍ



Jaká je teplota?

Vezmi si jeden foton
a změř jeho
vlnovou délku λ .

Hernajs, dvacet tisíc miliard stupňů (2×10^{13} K).



Zdá se, že je tam skoro stejný počet fotonů,
neutrin, protonů, neutronů, elektronů (a jejich
antičástic).

Při tak vysoké teplotě je celý svět
RELATIVISTICKÝ. I hmotné částice letí
rychlostí, která se blíží rychlosti světla c .

V komiksu VŠECHNO JE RELATIVNÍ, jsme viděli, že když se rychlost
jedné částice blíží k rychlosti světla, její VLASTNÍ ČAS se srazí jako
omáčka.



Vlastně je to ale sakramentský problém...
jestli se všichni trmácejí rychlostí světla, tak ČAS (*)
pak už neplyne?!?! Není tu nikdo, kdo by ho žil...

A

Nic se nepohybuje dostatečně
pomalu, aby zde byl čas, který by
plynul příznačným způsobem.



Ouh!...

Svět BEZ ČASU
by postrádal SMYSL.

Čas je možná vymožeností, kterou si
můžou dovolit jenom některé světy?

To je d'ábelské!

No, podle toho, co jsem
už viděl a slyšel...
PROSTOR, ČAS, VESMÍR,
nejsou nic jiného než
nafouknutá bublina.

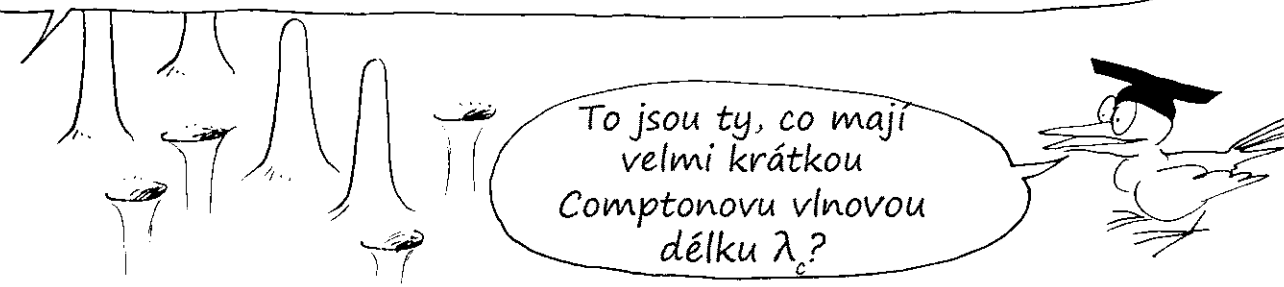
Univerzální
přísada
do všeho?

Bubliny
Perlimpinpin

(*) Vesmírný čas, který by mohl být průměrem VLASTNÍCH ČASŮ.

ELEMENTÁRNÍ ČÁSTICE

Nesed'te tu se založenýma rukama a pojd'te mi pomoci vnést trošku řádu do téhle změti ELEMENTÁRNÍCH ČÁSTIC.



To jsou ty, co mají velmi krátkou Comptonovu vlnovou délku λ_c ?

Tyhle velmi masivní částice jsou HYPERONY (*).

Pak jsou tady HADRONY. Jejich součástí jsou PROTON a NEUTRON (stejně jako antiproton a antineutron). Ty jsou schopné vytvořit JÁDRO. Aby mohly tyhle částice vzniknout, je potřeba teplota záření vyšší než 10^{13} K, deset tisíc miliard stupňů.

To je jejich prahová teplota.

Comptonova vlnová délka protonů a neutronů odpovídá hodnotě $1,35 \cdot 10^{-12}$ cm. Tisícina miliardtiny centimetru.

ZÁKAZ STRKÁNÍ NOSU DO NEUTRONU

(* Pouze hypotetické v současném stavu poznání.

HADRON pochází ze slova HADROS, což je řecky silný, těžký.

Tirésie, vy umíte řecky?

Je tu rozhodně stejně ANTIHADRONŮ jako HADRONŮ.

Konečně, tady máme LEPTONY (*).

LEPTON

ANTILEPTON

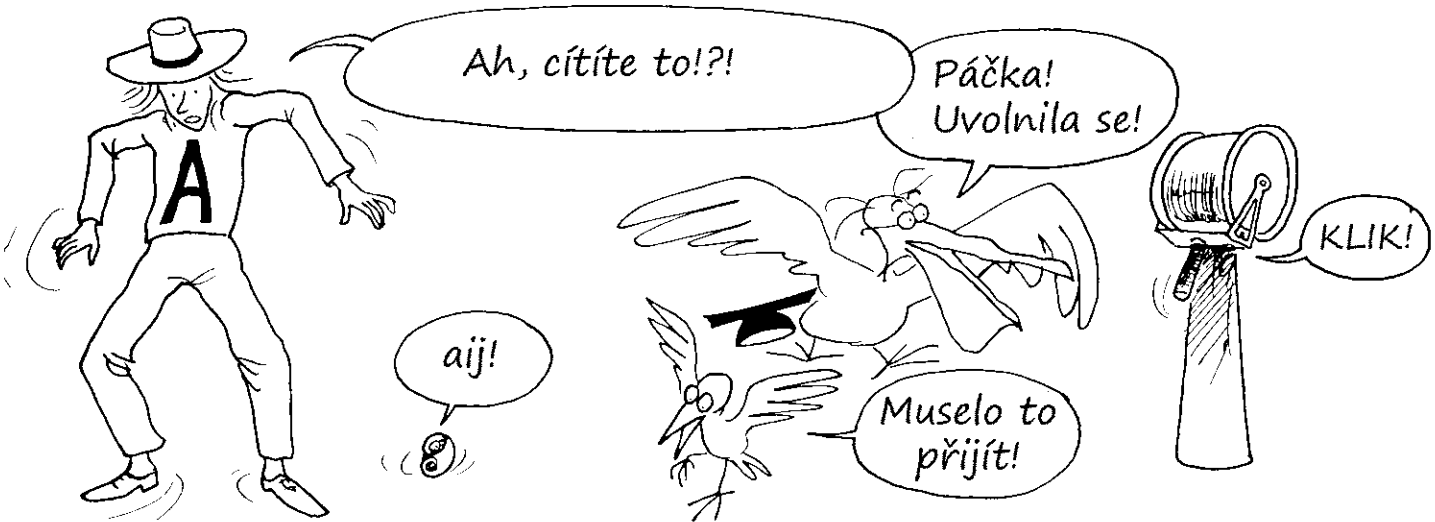
K jejich vzniku stačí teplota záření kolem 6 miliard stupňů (prahová teplota).

Nejznámější z LEPTONŮ je elektron a jeho dvojče antielektron neboli POZITRON. Můžeme si všimnout, že prahová teplota vzniku elektronů je 1850 krát nižší než prahová teplota odpovídající protonu a neutronu.

To je normální, protože ke vzniku elektronu je potřeba 1850 méně energie než ke vzniku protonu.

(* řecky LEPTOS znamená útlý

VŠECHNO ZDRHÁ



Chod času byl připraven, byla to děsivá chvíle časuzrození. Chronotron se dal do pochodu a to byla první UDÁLOST, první OKAMŽIK.



Kde jste?
Co se to děje?

To je ROZPÍNÁNÍ, zkáza...
Vesmír se roztahuje.... Promiňte...

Odcházím
kamsi do pryč.

Nesnesu změnu,
jakoukoli!

Eh!!!

Uvidíte, že za nějaký
čas se to trošku spraví.

On nás v tom nechal,
panejo....

Sbohem,

a hodně úspěchů.

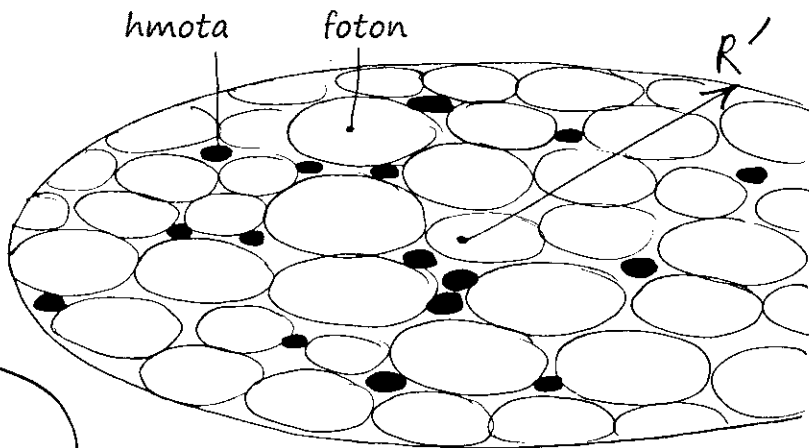
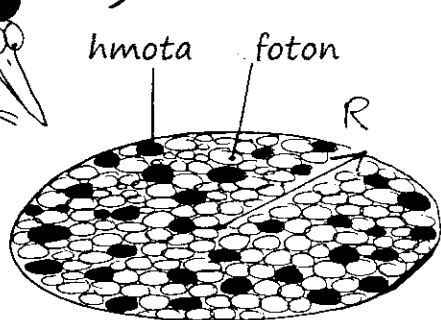
Zase je to
v háji!

Kam šel?...

Vypadá to, jako víko kanálu. Že by to
byly vesmírné katakomby?

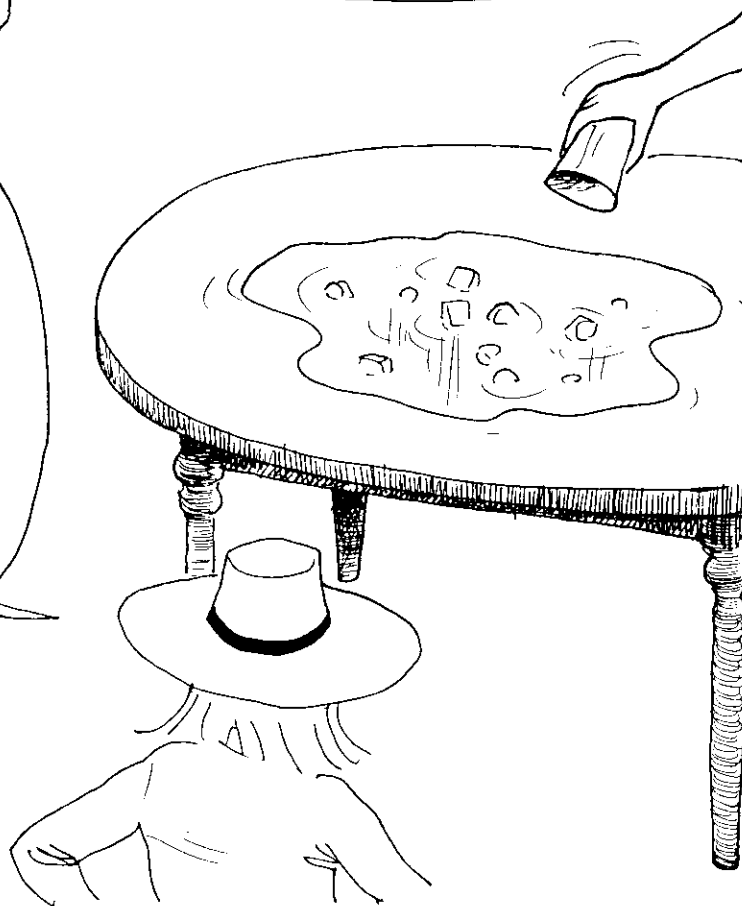
ZACHOVÁNÍ HMOTY

Podívejte se, co se tu děje: to se rozpínají fotony.
Hmotné částice, ty se nerozpínají.



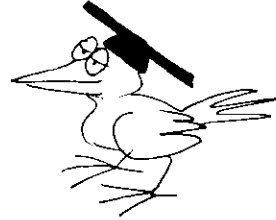
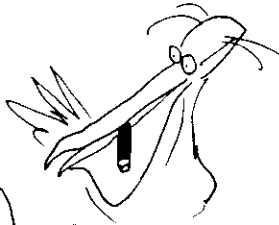
Hmota je zamrzlý
prostor.

Je to vlastně podobné, jako
když na stole převrhneme sklenici
s vodou a kusy ledu. Tekutina
se rozleje, roztáhne. Kostky ledu
následují rozpínání vody, ale samy
si zachovávají svou velikost.

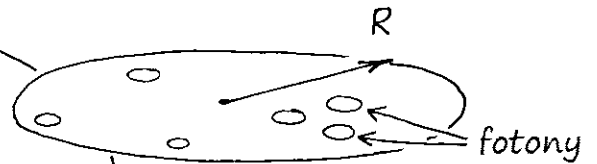


Protože velikost hmotných částic souvisí s jejich hmotou, vyvozují z toho, že HMOTA SE ZACHOVÁVA.

Naopak skupina fotonů, (které se rozpínají), ztrácí ENERGII.



Jestliže R je poloměr vesmíru, a protože vlnová délka λ fotonů podléhá rozpínání (λ odpovídá R), vyvozují z toho, že teplota záření, která nabyde hodnoty $1/\lambda$, bude klesat jako $1/R$.



Jakoby si svět vytvářel svůj vlastní prostor, svůj KOSMOTOP (*), tím, že vylučuje...prázdnno...

Hmota a světlo jsou pouze dvě různé formy jedné entity: ENERGIE-HMOTA. Fotony si udržují rychlost 300 000 km/s, ale ztrácejí energii.

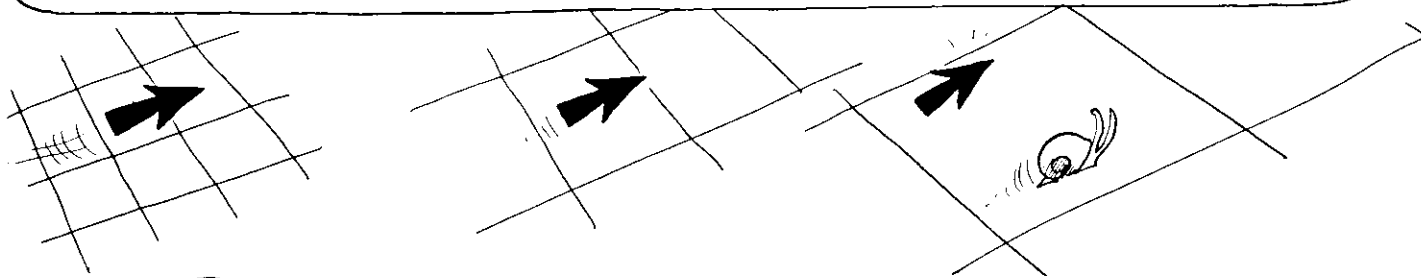
(*) od slov cosmos: KOSMOS a topos: MÍSTO (prostor, v němž se nachází vesmír)

Tady je názorná ukázka, kdy vidíme roztahování fotonu a ztrátu energie, která z toho plyne.



Ale jak se hmota chová při tomto rozpínání?

Vesmír tvoří prostor jako skořápku. Čím víc času uplyne, tím větší kus cesty částice urazí. Když se velikost vesmíru zdvojnásobí, klesne aktivací rychlost hmotných částic o polovinu. Jejich kinetická energie se tedy vydělí 4: aktivací rychlost je nepřímo úměrná poloměru R vesmíru, zatímco teplota hmoty T_h nabyde hodnoty $1/R^2$.



Ale... před chvílí jsme viděli, že teplota záření T_z odpovídá hodnotě $\frac{1}{R}$. Hmota má tedy tendenci $\frac{1}{R}$ rychleji se ochlazovat?



Uh, unavuju se...

Přesně tak. Ale srážky mezi fotony a hmotou ji oteplují. Velmi často se stává, že po určitou dobu udržují rovnovážný termodynamický stav ($T_z = T_h$).



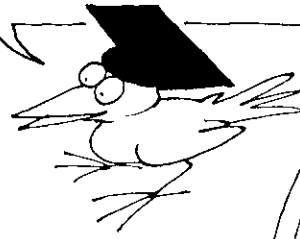
Díky, přátelé!


Setinu vteřiny.

Protony, neutrony,
antiprotony a antineutrony
se pohybují asi desetinou rychlosti
světla c .



Teplota ($T_z = T_h$) klesla na sto miliard stupňů, to znamená hodně pod jejich prahovou teplotu, která je deset tisíc miliard stupňů. Anihilovaly se po dvou neuvěřitelném tempem a zbývá už jenom jedna z MILIARDY.





Sofie, většina protonů, neutronů, antiprotonů a antineutronů zmizela. Ale jaktože tu pořád zůstává tolik elektronů a pozitronů (antielektronů)?

Prahová teplota elektronů je jenom šest miliard stupňů.

Jenom šest miliard stupňů... slyšíš to?

Jakoby se to ochlazovalo.

Je tu jedna podivná věc: teplota je sto miliard stupňů, protony, neutrony, antiprotony a antineutrony letí asi desetinou rychlosti světla. Ale elektrony jsou ještě relativistické.

Ano, proč?

Prostředí je stále ve stavu TERMODYNAMICKÉ ROVNOVÁHY:
vazba mezi všemi druhy částic a zářením je pořád silná.
Kinetické energie hmotných částic si jsou v průměru rovné:
 $\frac{1}{2} M \text{ proton } (V \text{ proton})^2 = \frac{1}{2} M \text{ elektron } (V \text{ elektron})^2.$



Počkej...protože je hmotnost elektronu
1850 krát menší než hmotnost protonu,
aktivační rychlost elektronu musí být tedy
nutně mnohem větší, aby při dané teplotě
došlo k vyrovnání.

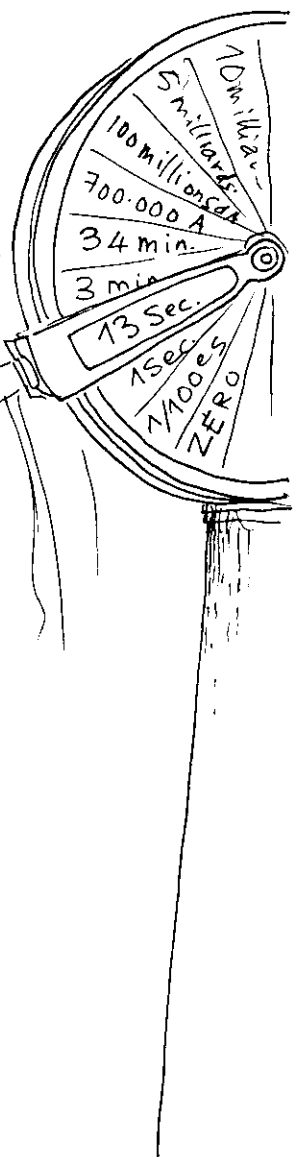
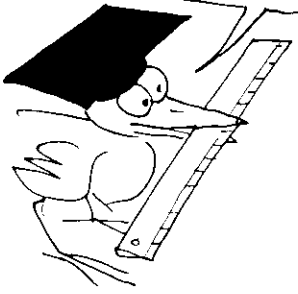
Prahová energie vzniku jedné
částice o hmotnosti m je prostě mc^2 .
Jakmile se prostředí ochladí, do té míry,
že aktivační rychlost V citelně poklesne
pod hodnotu C , tvoření těchto částic
ustane a začne docházet k jejich
úbytku.

Jinak řečeno:
jakmile přestane být
nějaká skupina
hmotných částic
relativistická,
je vyhubena.

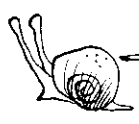


Třináct vteřin.

Teplota klesla na tři miliardy stupňů.



Ah, podívejte se, elektrony a antielektrony. Úplná hekatomba!



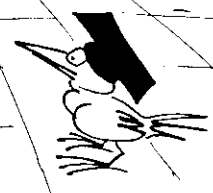
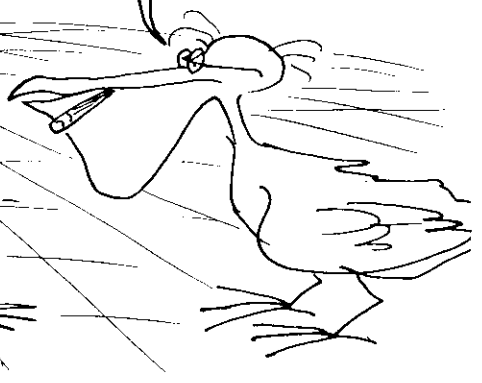
Namouvěru, jsme pod jejich prahovou teplotou?

To je kosmologická obdoba Bartolomějské noci.



A zase zbyla jenom jedna z MILIARDY!

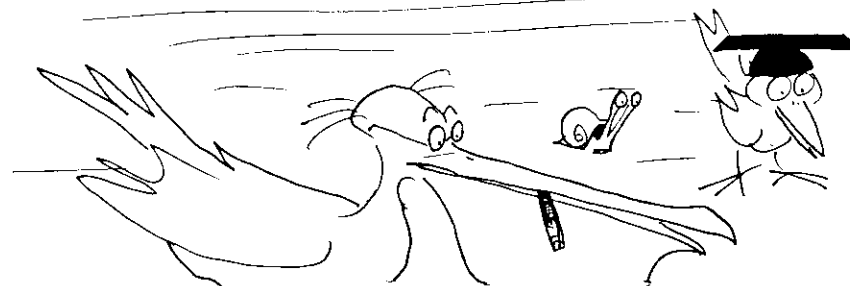
Takové plýtvání...



Stačilo málo a málem by NIC
nezůstalo...jenom fotony. Štěstí co...

Možná existují
i jiné světy, kde
to nevyšlo,
kdesi v pryč.

Jednou z největších záhad kosmologie
je to, že neumíme vysvětlit, proč se hmota
a antihmota neanihovaly navzájem...



V tomto bodě vyprávění je to pokaždé
to samé: vždycky přijde chvíle, kdy se otázka
ANTIHMOTY zamete pod koberec. Tsss!...
zmizelá antihmota...

Tirésie, připomínám vám naši
dohodu. Jenom FAKTA! Žádné
divoké spekulace!(*).

Už mám dost
těhle
epistemopoldů.

Pssst!

(*) Jeden komiks bude speciálně věnován divokým spekulacím.
"VĚDECKÝ KARNEVAL": Antologie myšlenek, které se zrodí.

ÉRA ZÁŘENÍ

Částic tu moc nezbylo.

Ted' už v tomhle světě nic moc není, kromě světla.

ENERGIE-HMOTA, která byla rovnoměrně rozložená ve hmotu, antihmotu, fotony a neutrína, se ted' téměř výlučně vyskytuje jenom ve formě fotonů a neutrín, to znamená ve formě záření. Jinak pokaždé, kdy se velikost poloměru R vesmíru zdvojnásobí, hustota látky se sníží. Prostě se to rozředí.

Když se na dvojrozměrném koberci R zdvojnásobí, hustota je dělená podle $2 \times 2 = 4$. V našem trojrozměrném světě je tato hustota dělená podle $2 \times 2 \times 2 = 8$.

Hustota látky je nepřímo úměrná třetí mocnině "velikosti", "poloměru" R vesmíru.

Ale pro nás fotony, je to mnohem dramatičtější. Rozpínání nás postupně "olupuje" o všechnu naši energii. Množství energie-hmoty, kterou s sebou neseme, klesá: je nepřímo úměrná poloměru R vesmíru.

Což znamená, že hustota energie-hmoty, která je ve formě fotonů, je nepřímo úměrná čtvrté mocnině R .

Dokud látka zůstává svázaná s fotony, je jimi nepřetržitě ohřívána. A to až do doby, než jejich teplota (společná $T_z = T_h$) klesne na 3000 K, to znamená v průběhu 700 000 let.

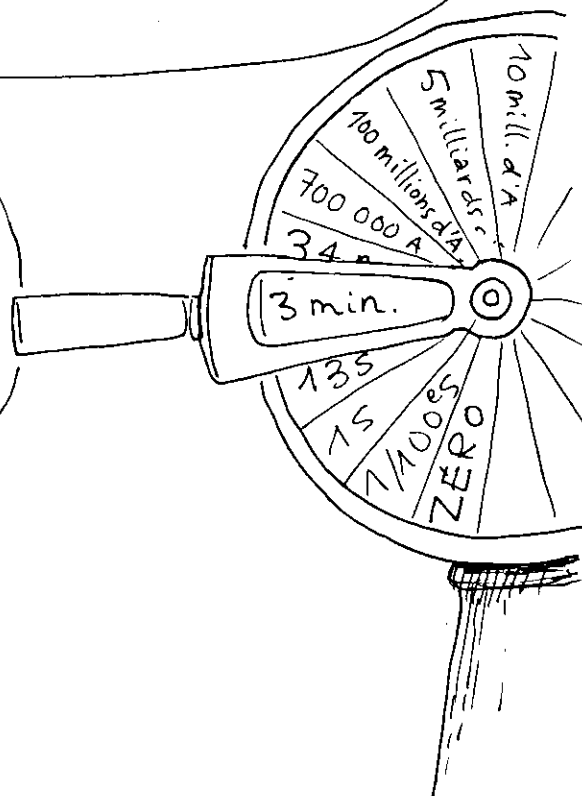
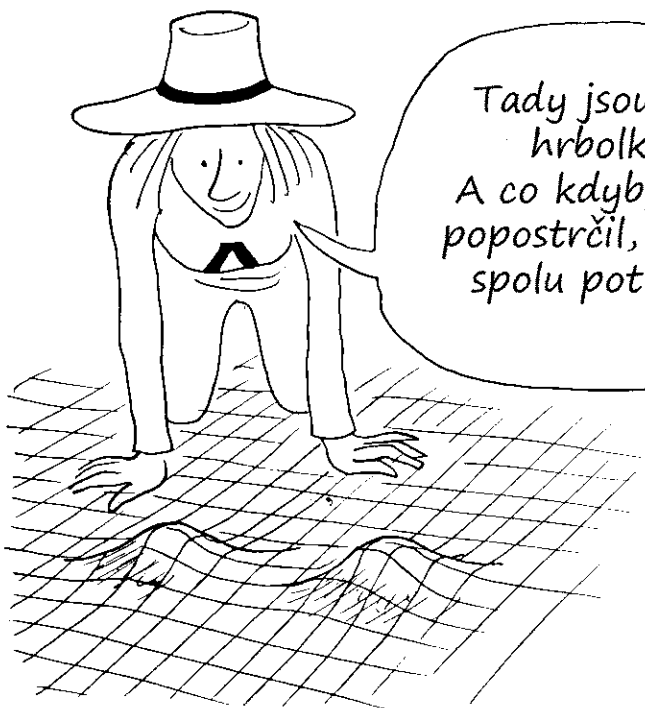


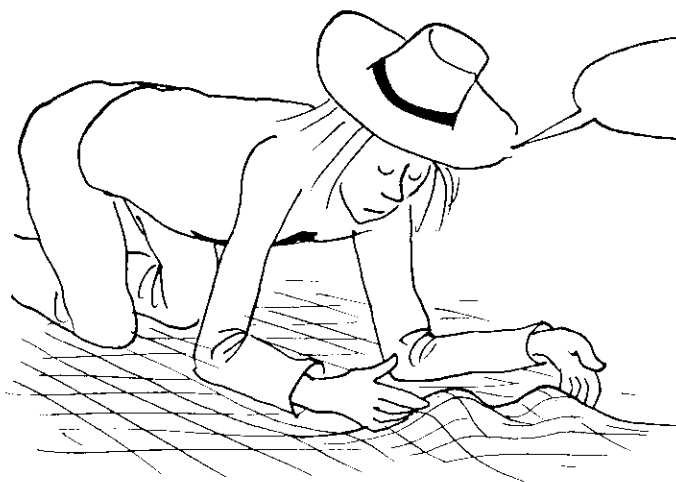
NUKLEOSYNTÉZA

Tři minuty.

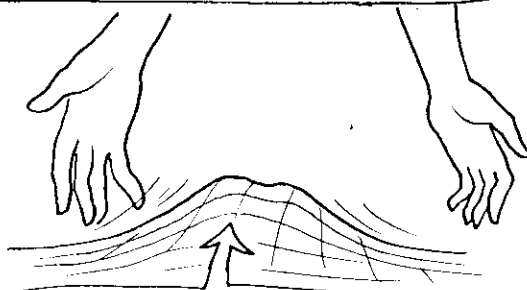
No, dobře...oproti stavu popisovaném na straně 31, v první setině sekundy, se velikost vesmíru R znásobila stem a teplota ($T_z = T_h$) klesla na miliardu stupňů. Skoro nic nezůstalo. A co tedy?...

Tady jsou dva hrbolky. A co kdybych je popostrčil, aby se spolu potkaly?



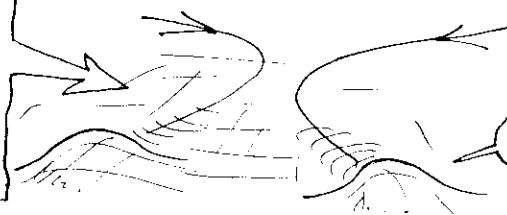


Nejdříve se odpuzují.



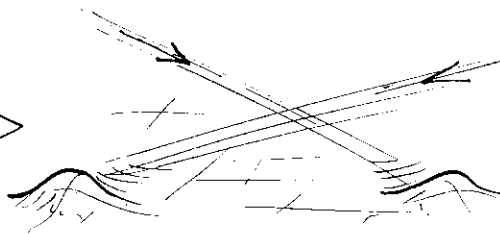
A pak se přitahují, aby vytvořily jeden jediný útvar.

Když se dva hrbolky spolu střetnou, jsou možné tři případy: když se pohybují pomalu, odrazí se jeden od druhého.



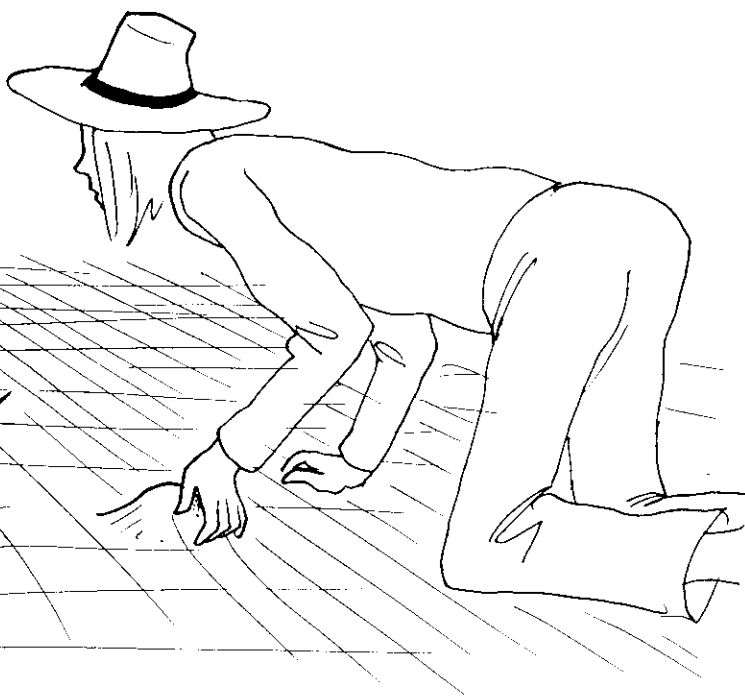
Oh, pardon...

Když se hrbolky pohybují velmi rychle, střetnou se tak rychle, že nemají čas na sebe vzájemně působit.



?...

Můžou se tedy spojit jedině v případě přesně definované aktivační rychlosti a teploty.



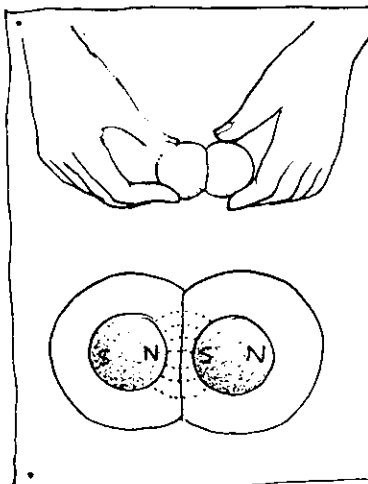
A prudká srážka se třetím prvkem dokáže rozbít už zformované útvary.



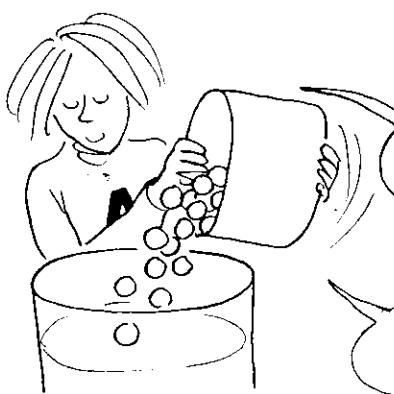
Při těchto reakcích, kdy dochází ke SLOUČENÍ (FÚZE), vznikají první JÁDRA ATOMŮ. Díky této MORFOGENEZI se objeví první TVARY a první STRUKTURY světa.

Je to docela zábavné. Je zapotřebí jedné přitažlivé síly a jedné odpudivé síly. Při velké vzdálenosti vyhrává odpudivá síla a při krátké je tomu naopak.

Vezmu dva magnety, které vložím do dvou polokoulí z pryže.



Pryž se lehce rozlomí. Když přitlačím obě poloviny k sobě, zůstanou přilepené.



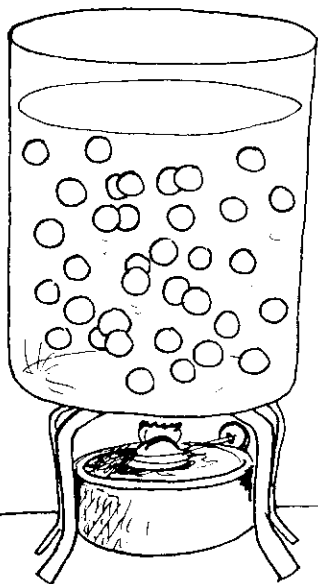
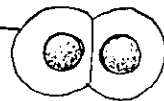
Nasypu kuličky do nádoby naplněné vodou,...

...abych jim umožnil se hýbat.

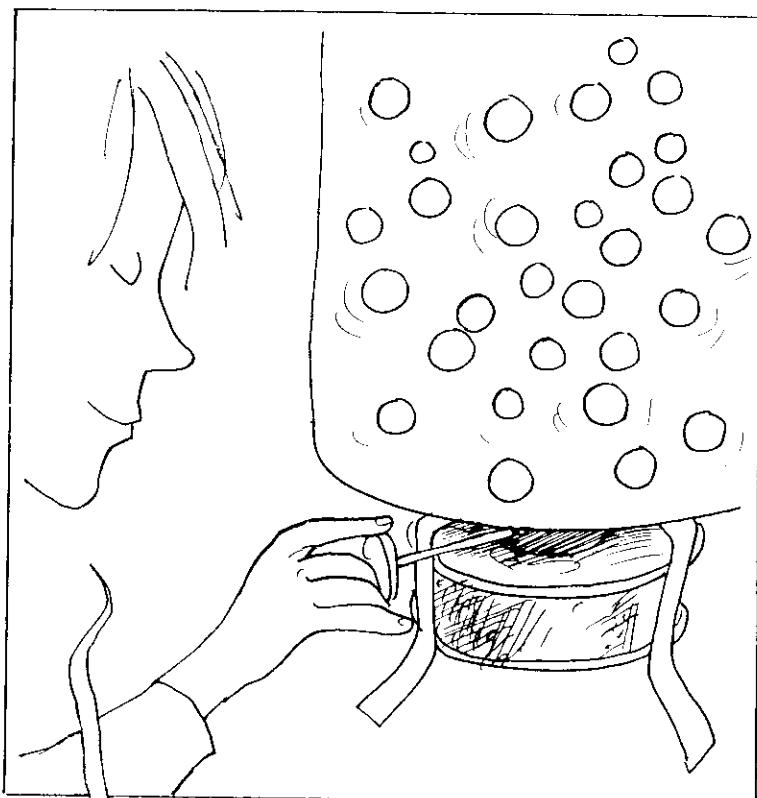
Působí tu dvě síly. Jedna přitažlivá (magnety) a druhá odpudivá (stlačená pryž). Jakmile se kuličky vzájemně dotýkají, působí odpudivá síla. Aby mohla magnetická síla vstoupit do hry, je zapotřebí, aby pryž byla dostatečně stlačená. Existuje uspořádání, v němž se tyto síly vyrovnají.



Pryž poskytuje kuličkám v podstatě stejnou hustotu, jakou má voda. Ohřevem teď vyvolám trochu pohybu.

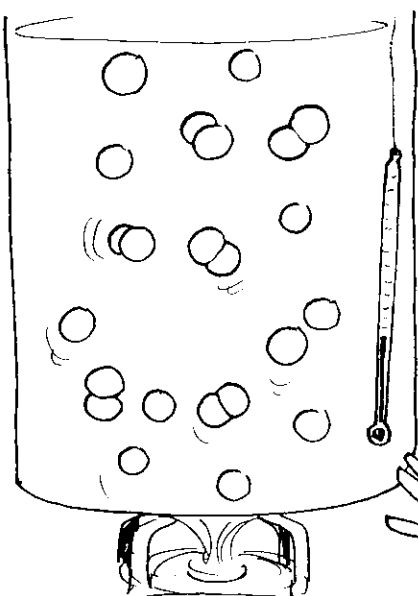


Když je ohřev slabý, kuličky se od sebe lehce odrážejí a nic se vlastně neděje. Když do sebe vzájemně narážejí, nemají dostatek energie ke stlačení pryže, a tím pádem magnetická síla, která se projevuje na krátkou vzdálenost, nemůže působit.

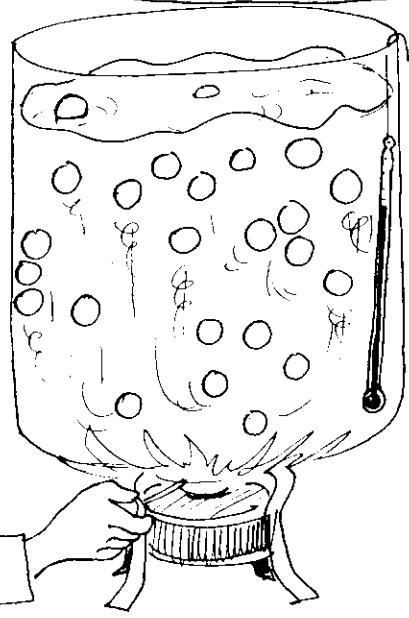


No, přidám trochu na teplotě.

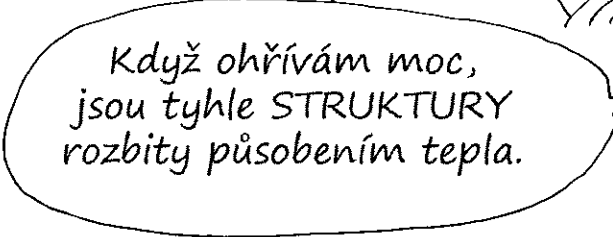




Tak, teď je to ono! To je ta správná teplota (vyšší než PRAHOVÁ teplota). Míra pohyblivosti je dostatečná.



Kuličky tvoří skupinky po dvou.

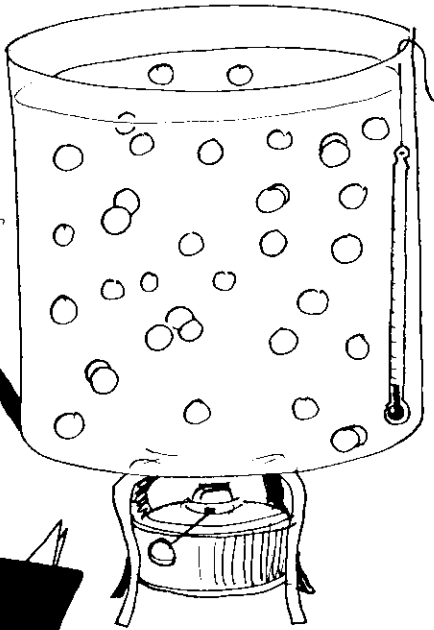


Když ohřívám moc, jsou tyhle STRUKTURY rozbity působením tepla.

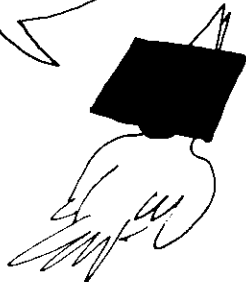


A kdybys teplotu snížil?

Anselme nechá vodu zchladit. BOUŘENÍ se zmírní. V určité chvíli se některé kuličky spárují. Ale protože teplota pořád klesá, tato NUKLEOSYNTÉZA se zastaví.



Tak a teď už se s tím nedá nic dělat. Je to příliš studené. Kuličky už nejsou dost pohyblivé, aby se mohly semknout.



Jsme pod úrovní PRAHOVÉ teploty.

To samé se děje, když teplota vesmíru klesne pod miliardu stupňů.
 To znamená po několika MINUTÁCH. Zformují se útvary po dvou, třech nebo čtyřech "kuličkách":

PROTON



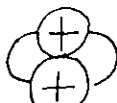
NEUTRON



1 PROTON



1 PROTON

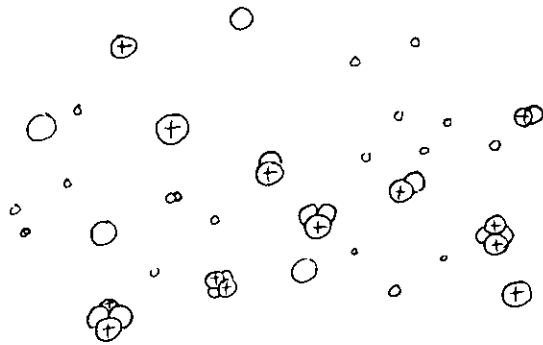


2 PROTONY

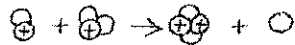
DEUTERIUM

TRITIUM

HELIUM



Vzápětí po svém vzniku se ale DEUTERIUM a TRITIUM sloučí podle JADERNÉ REAKCE:

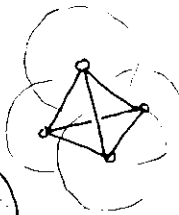
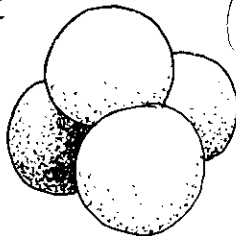


deuterium+tritium se rovná helium plus neutron.

V tomto stádiu je vesmír VODÍKOVÁ BOMBA.

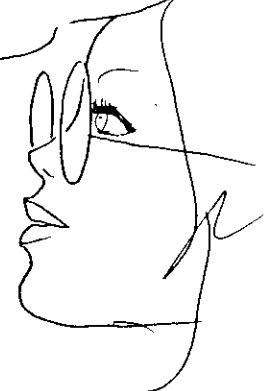


Takže se všechno přemění v helium?



Jádro helia je značně symetrické, kompaktní a pevné. Kdyby teplota zůstala konstantní, všechna hmota by se přeměnila v helium. Ale po 34 minutách teplota klesá na 300 miliónů stupňů a nukleosyntéza se zastaví.

Nukleony už nemají dostatečnou rychlost, aby překonaly elektrostatickou odpudivost jader (+ odpuzuje +).

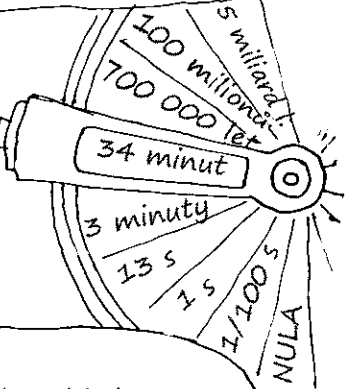


Poslední volné neutrony se rozpadnou. Jsou přirozeně velmi nestabilní a ve 109 vteřinách se přemění na jeden pár PROTON-ELEKTRON.



Od úplného začátku uplynulo 34 minut.

No a?

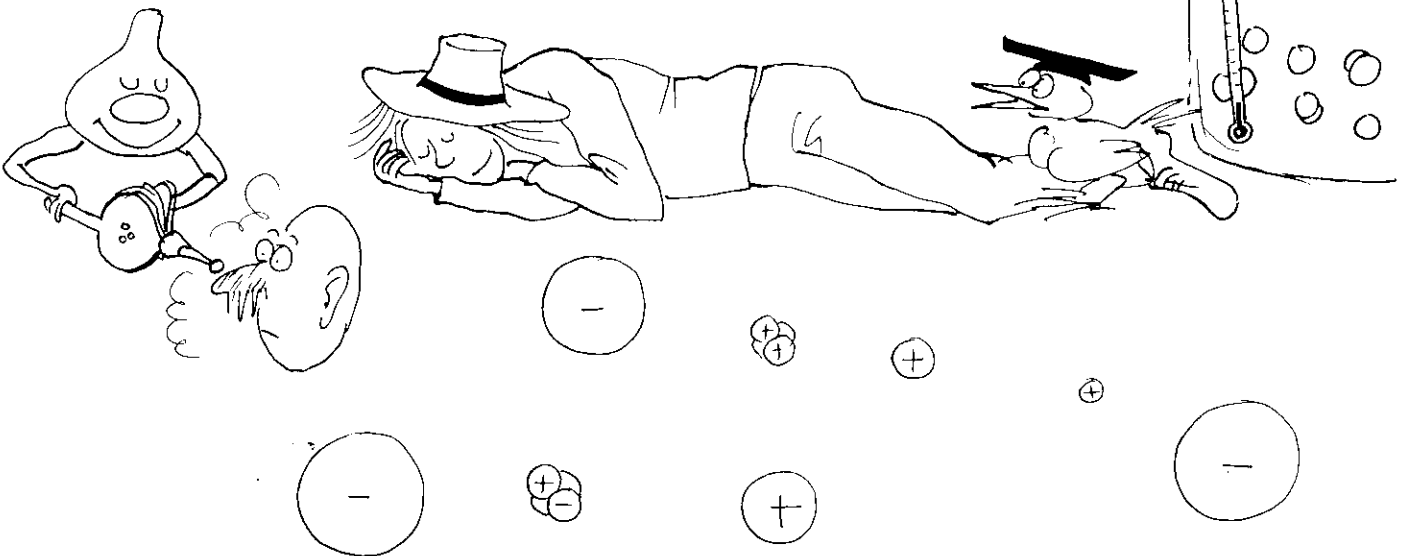


V téhle chvíli máme úplně primitivní polévku uvařenou z FOTONŮ, NEUTRIN, PROTONŮ, ELEKTRONŮ a z JADER HELIA. Hmota se rozzloží podle váhy takto: 25% HELIA a 75% VODÍKU (volné protony).

ŠKYT!

Během dalších **700 000** let se vůbec NIC neděje.

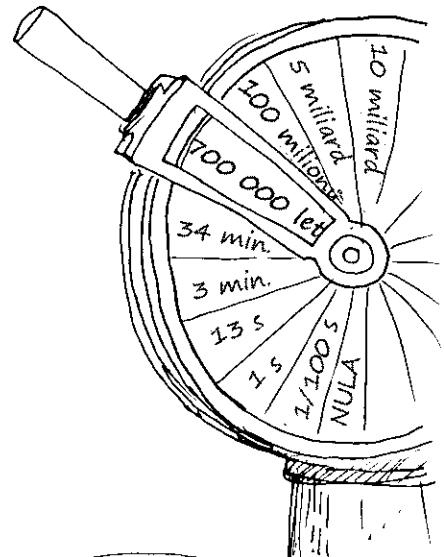
Vesmír se nadále rozpíná a fotony s ním. Fotonový plyn i nadále dodává hmotě teplo, aby obě teploty T_z a T_m si byly stále rovny (termodynamická rovnováha).



A teplota klesne na **3000 kelvinů**

PRŮHLEDNÝ VESMÍR

Jiný MORFOGENETICKÝ mechanismus vstupuje do hry. Elektrické síly se snaží spojit elektrony s jádry, a tak vzniknou atomy. Působení tepla zesláblo tak, že se tyto právě vzniklé útvary při srážkách s jiným atomem, nebo jinou složkou už nerozbijí.



Postupně jsou všechny VOLNÉ elektrony polapeny jádry.

Tyhle divné atomy... s těmi svými obřími elektrony. Na to si nikdy nezvyknu.

A vesmír je teď PRŮHLEDNÝ.

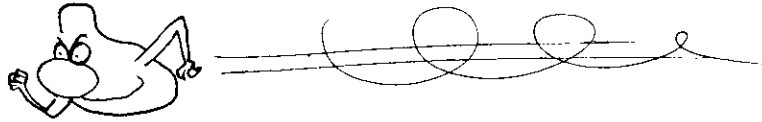
Co tím chceš říct, že je průhledný? Copak předtím byl neprůhledný?

Předtím fotony s hmotou reagovaly neustále. Žádnému fotonu se nepodařilo prorazit si cestu tímhle prostředím.

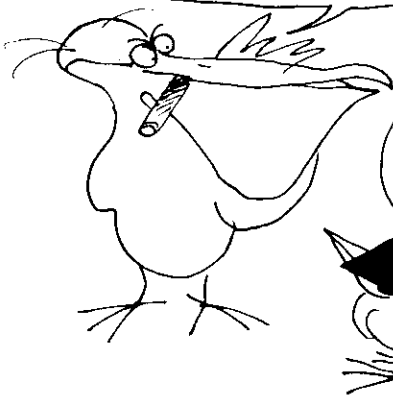
Tsssss!

A ZESLABENÍ VAZBY

A teď je s tím konec. Fotony můžou přeletět celý vesmír, aniž by si vůbec všimly, že existuje nějaká hmota: došlo ke ZESLABENÍ VAZBY. A to ze dvou důvodů: primo je tam víc místa, secondo fotony reagují méně s neutrální látkou (atomy).



Ale když se na to podíváme, teleskopy nám posílají snímky, díky nimž můžeme nahlédnout "přímo do minulosti"...



Jo, ale ani s úžasně výkonným teleskopem nebudeme nikdy moci pozorovat jev, který se najednou objevil v době, kdy vesmíru ještě nebylo 700 000 let.



Minulost, velmi dávná minulost vesmíru zůstane navždycky mlhavá, nejasná.

Ano, není možné vesmír psychoanalyzovat.



Hmota a fotony spolu přestaly vzájemně reagovat, přestaly si vyměňovat energii. TERMODYNAMICKÁ ROVNOVÁHA JE PRERUŠENA. Teplota hmoty T_h začne klesat mnohem rychleji (je nepřímo úměrná mocnině poloměru vesmíru), zatímco teplota T_r fotonů, teplota záření, bude nepřímo úměrně klesat vůči tomuto poloměru R .


Ahoj!

Ted' je tu každý za sebe.

Hele, co se to děje?
Jakoby padla noc.
A z ničeho nic je tu
hrozná zima...

Vesmír ted' prochází jakýmsi soumrakem. Pořád se ochlazuje. Nebe má fialovou až tmavě červenou barvu, pak se všechno skryje pod mrazivý pláštík noci. Stále tu je miliarda původních fotonů pro atomy helia a vodíku. Ale tyhle fotony natažené rozpínáním "ztratily mnoho krve".

VELKÝ TŘESK skončil. Bylo to ohromující číslo. Stačilo málo a nic by nezůstalo (jedna částice z miliardy!). Je tu tma jako v tunelu.



Doprčic, to je
ale kosa!

Vlnová délka fotonů
je 0,15 mm, což odpovídá
teplotě záření $T_z = -173^\circ\text{C}$.

Atomy si létají
rychlostí 150 m/s,
což dává hmotě
teplotu -167°C .

No, myslím, že jsem jakžtakž pochopil,
jak vesmír funguje.

Ale zbývá tu jedna důležitá
otázka: K čemu to je?

Ano, Anselme má pravdu,
co to má za smysl?

Bylo to
k něčemu
dobré?

Tak se na to podíváme.
Na začátku tu bylo COSI
v naprostém chaosu.

TOHU-BOHU.

A pak vesmír začal vyrábět
STRUKTURY, které byly čím dál
tím více KOMPLEXNĚJŠÍ, jádra,
atomy...

Přišel jsem na základní
kosmologický princip.

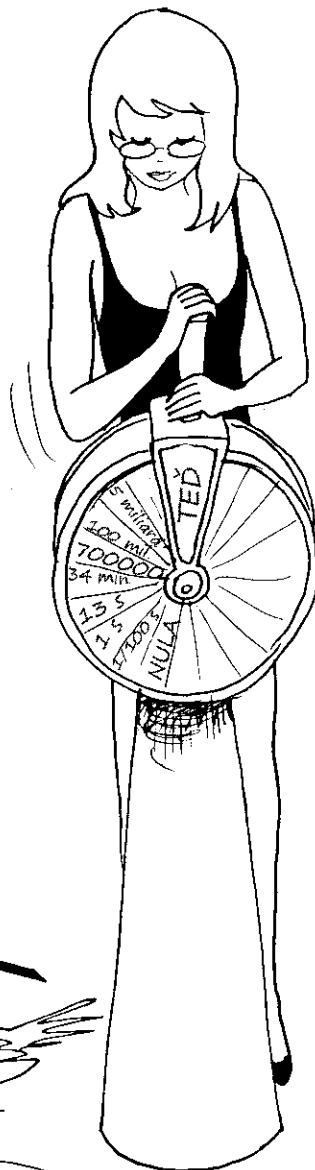
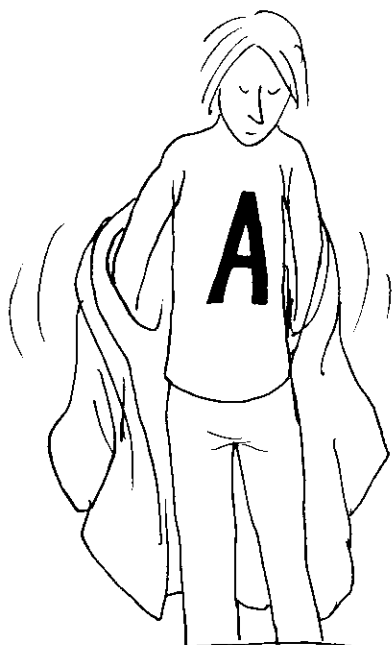
No a...
co to je?

PROČ TO DĚLAT
JEDNODUŠŠE, KDYŽ SE
TO DÁ DĚLAT SLOŽITĚ?

Jo...to není špatné,
ta vaše historka. Ale to
všechno jsou domněnky,
přeludy teoretiků.
Kdo může říct, že se to
opravdu takhle stalo?



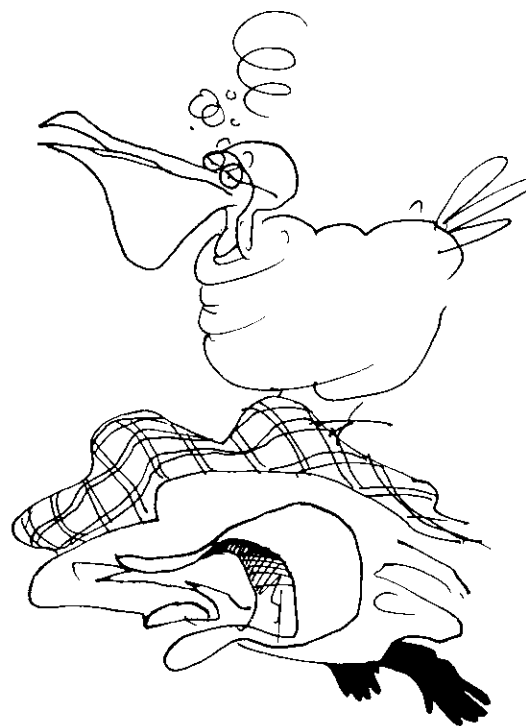
Pro odpověď na Leonovu otázku si dojdeme do přítomnosti. Opustíme tedy svět koberce.



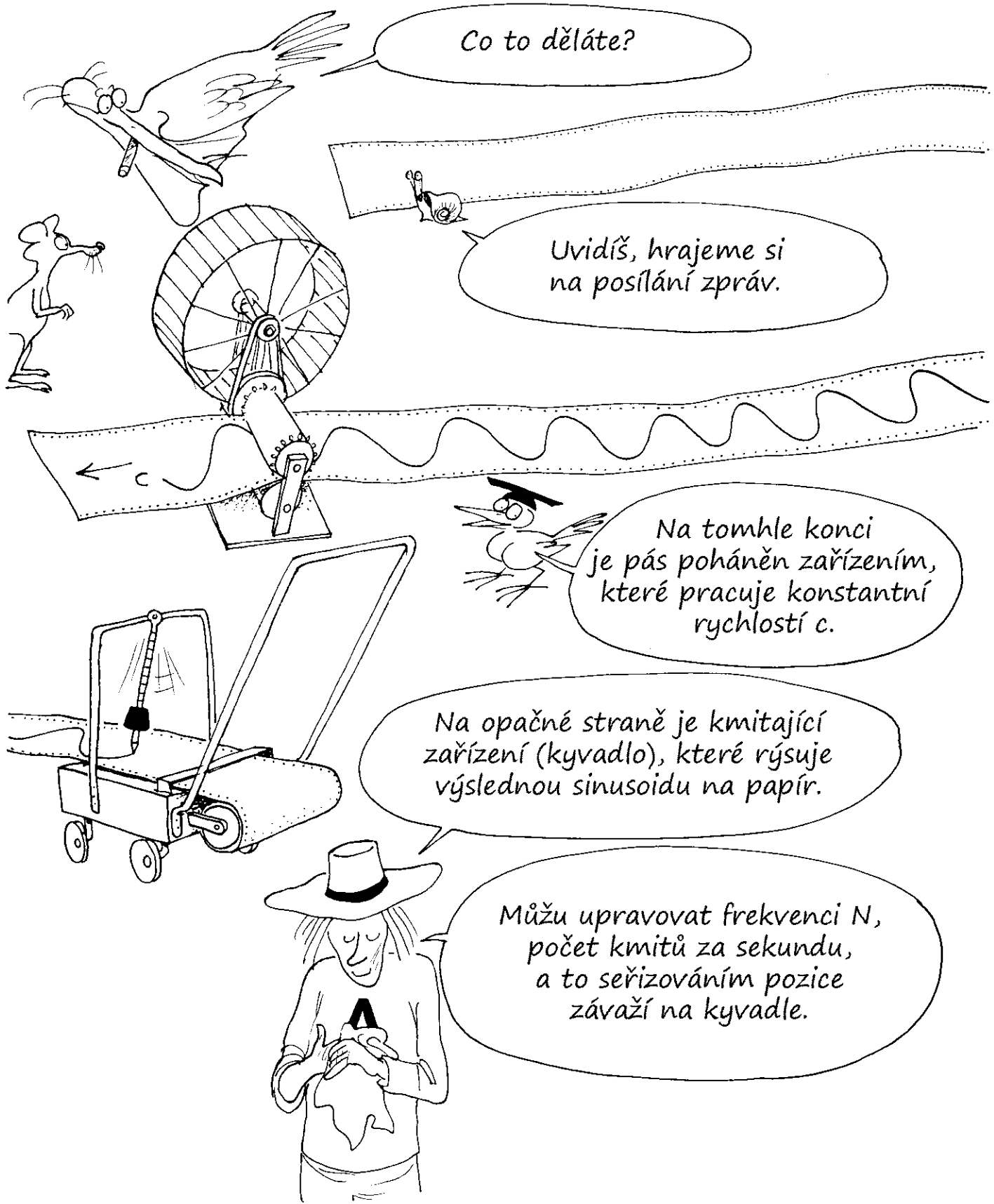
A všechno, co následuje?
Vznik galaxií, hvězd?...
To necháme být?...



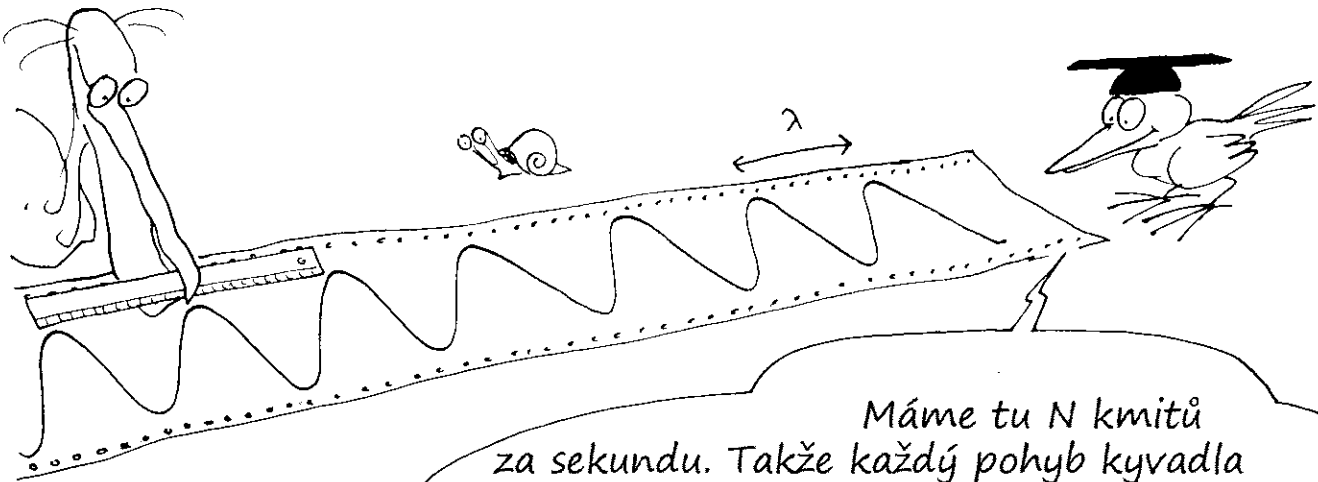
Ne, o tom budeme vyprávět
v komiksu TISÍC SLUNCÍ.



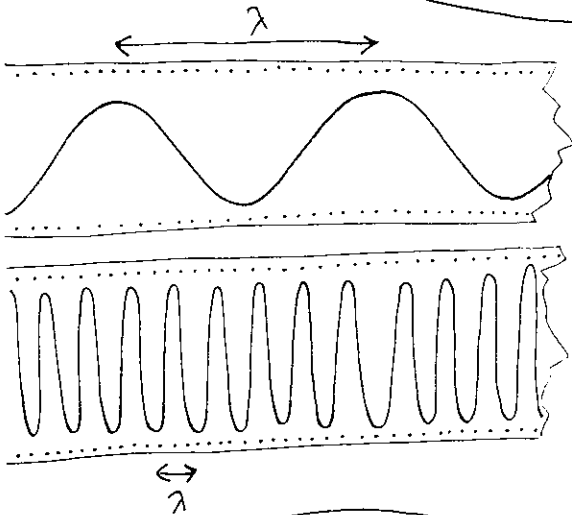
DOPPLERŮV JEV



Aha, tak jo. A já můžu při tom měřit výslednou vlnovou délku.



Máme tu N kmitů za sekundu. Takže každý pohyb kyvadla sem-tam probíhá v čase N^{-1} vteřiny, což je PERIODA vlnění. V průběhu času se pás posouvá, přičemž platí vztah $\lambda = c \cdot N^{-1}$ (vlnová délka).



Nízká frekvence, dlouhá časová perioda, velká vlnová délka. Vysoká frekvence, krátká časová perioda, krátká vlnová délka.

To umožňuje komunikaci.

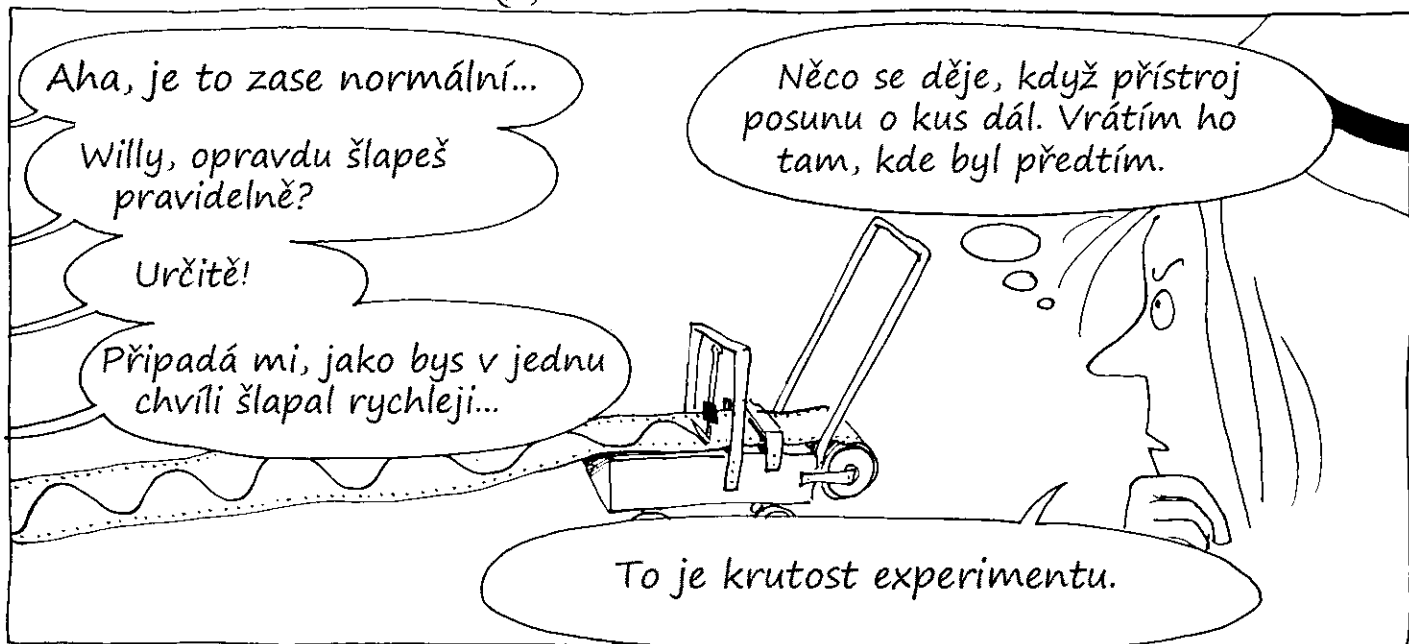
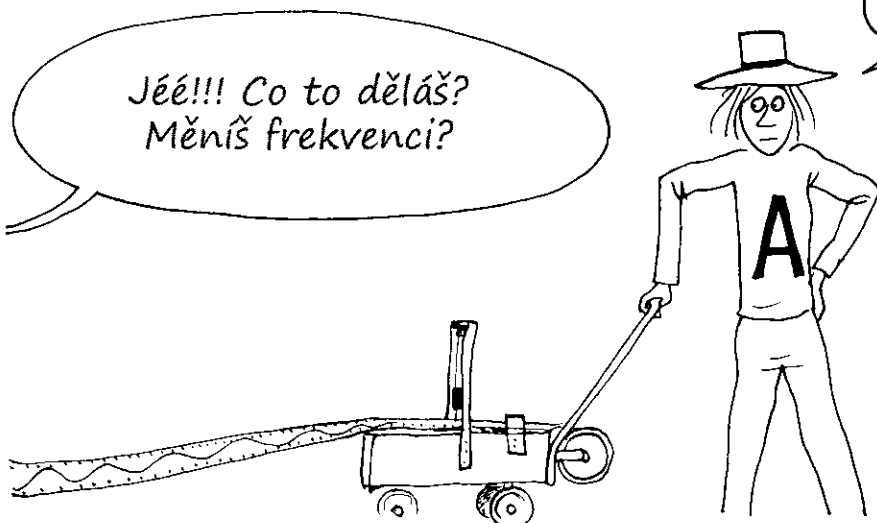
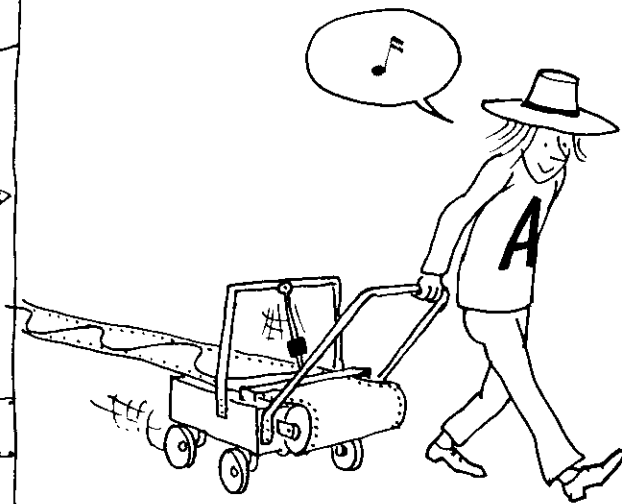
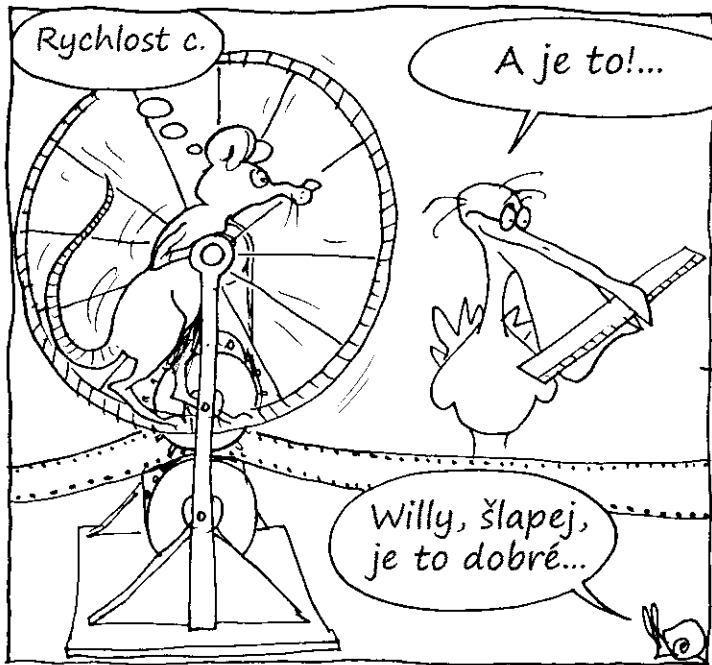
Komunikace je důležitá.



Fajn, zkusíme udělat přenos na větší vzdálenost.

Jste připraveni?



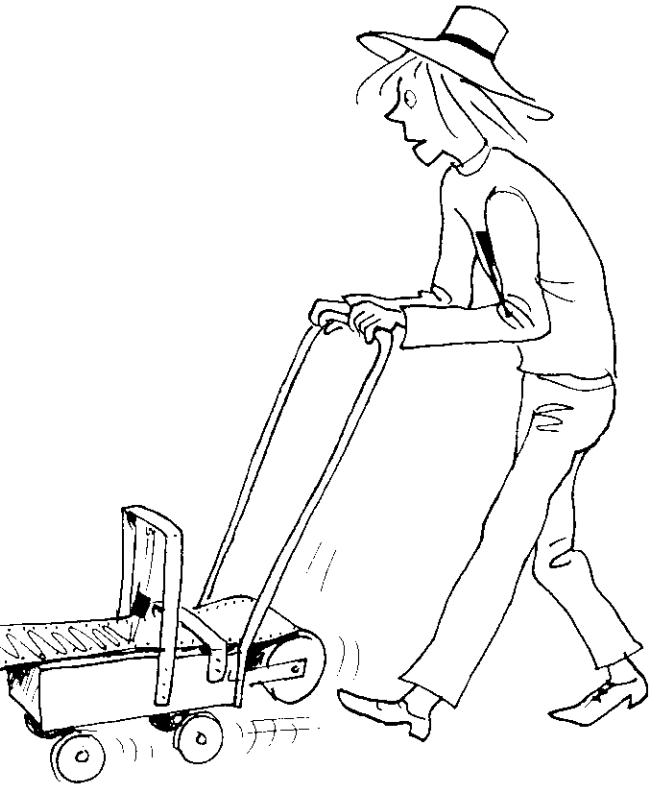


!!!

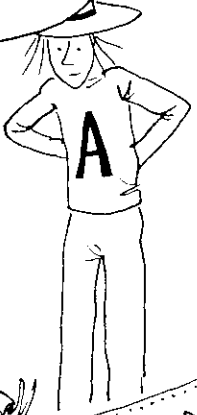
Willy, šlapeš, jo nebo kruci!

Vždyť JÁ šlapu!

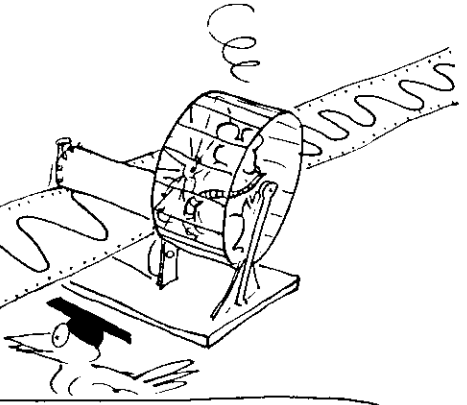
A jestli se vám to nelíbí,
tak si šlapejte sami.



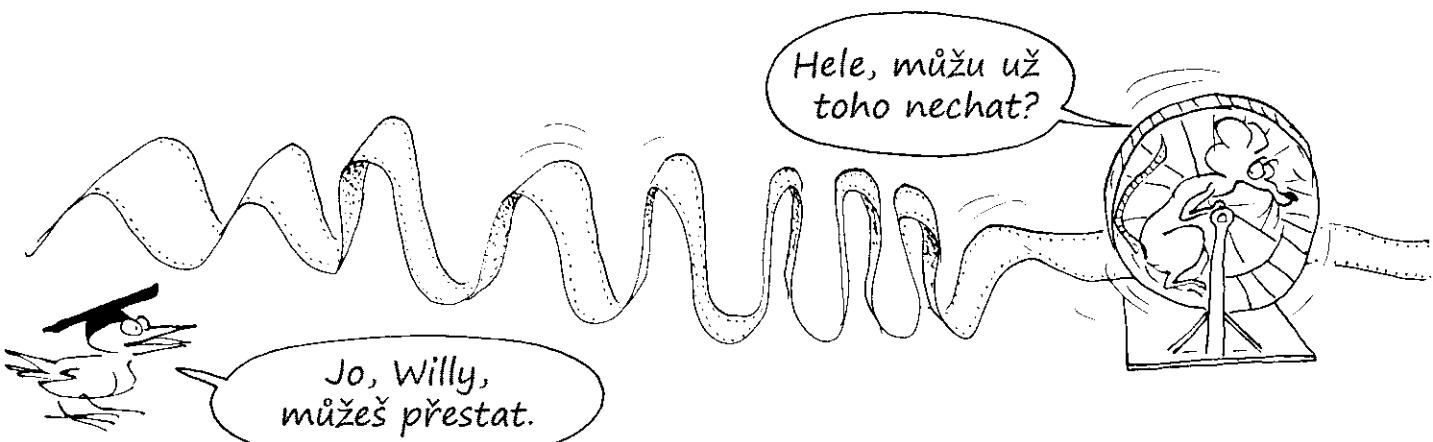
No, tak kluci, řekněte
mi, o co tu jde.



?..



Vrátilo se to do normálu.
Ale ještě před chvílí došlo ke zvětšení
vlnové délky (A), to znamená, že se obdržená
frekvence zdánlivě snížila. Potom jsme při
normálním intervalu (B) zaznamenali zvětšení výsledné
frekvence, to znamená, že se vlnová délka λ zkrátila.



Hele, můžu už toho nechat?

Jo, Willy, můžeš přestat.



Willy říká, že celou dobu šlapal pravidelně.

Možná, že se papír moc natáhnul nebo smrštil?

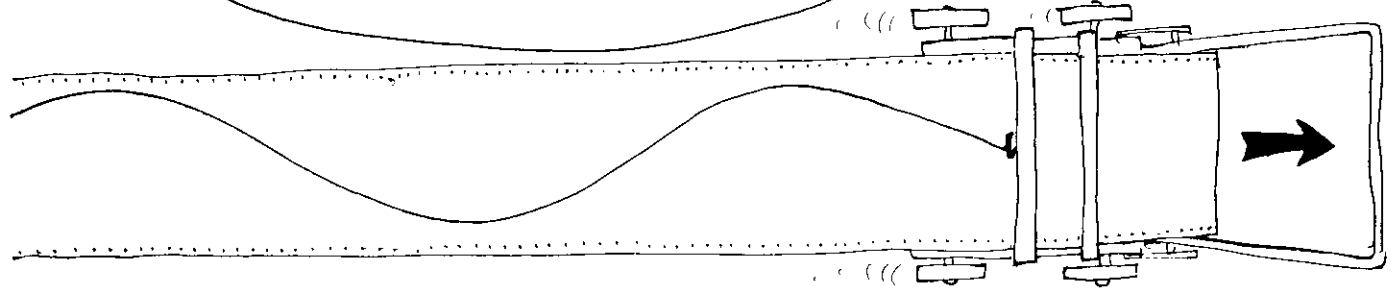
Ne, Anselme, to je Dopplerův jev.

Euh...cože to je?!?

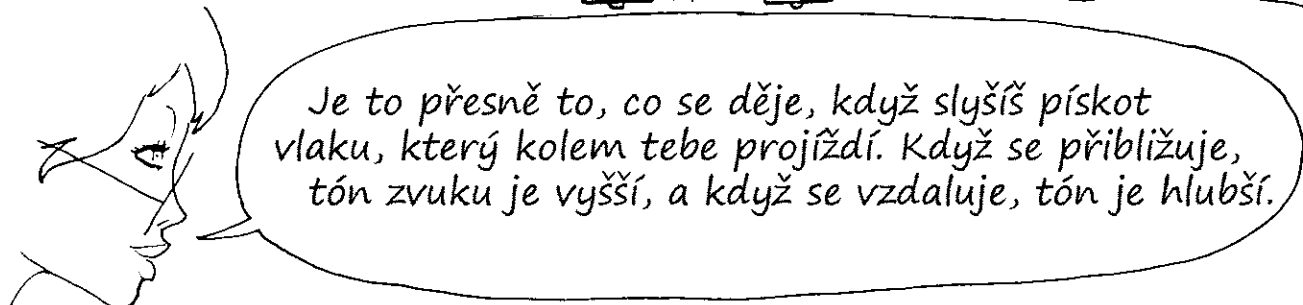
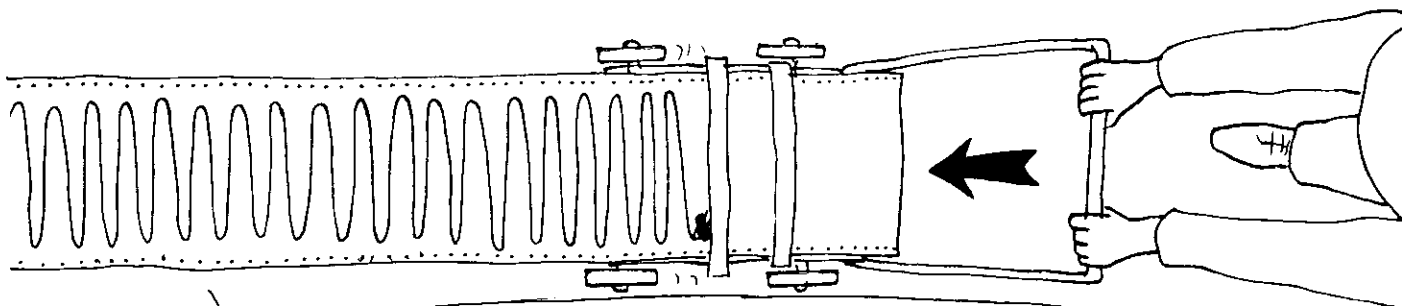
Když pohybuješ s vozíkem, dochází ke změně zdánlivé frekvence.



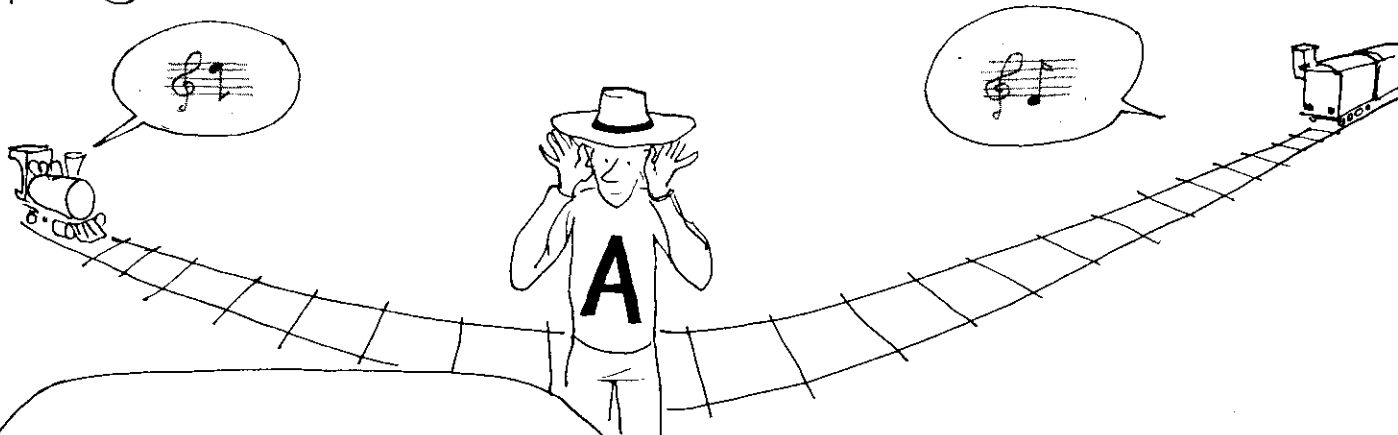
Když se vozík vzdaluje, sinusoida je natažená a frekvence se jeví jako menší.



Když se vozík přiblíží směrem k pásu, sinusoida je nahuštěná, smrštěná a frekvence se jeví jako vyšší.



Je to přesně to, co se děje, když slyšíš pískot vlaku, který kolem tebe projíždí. Když se přibližuje, tón zvuku je vyšší, a když se vzdaluje, tón je hlubší.



S takovým systémem tedy, když bych znal vlnovou délku signálu, který by byl vysíláný nepohyblivým zdrojem, bych mohl vypočítat rychlost, s kterou se tento zdroj přibližuje nebo vzdaluje.

A to co platí pro zvuk, platí i pro světlo. Tělesa, která se vzdalují, se jeví jako červenější, a ta, která se přibližují, jako modřejší.



Dobře, zkusíme náš pokus s přenosem na dálku ještě jednou.

Willy, šup
na místo.

Změnil frekvenci!?

Nebo se vzdaluje...

Dělá se to znovu, stejně
jako před chvílí.

Jo, to je ono!
Musí se ještě
vzdalovat.

Ale ne, vy střevo,
já se nevzdaluju,
vždyť jsem TADY!...

A oscilátor
zůstal tam.

ÚPRK GALAXIÍ

Ale co tedy !?!

To znamená,...

...že se prostor hýbe.

Jaká úzkost!

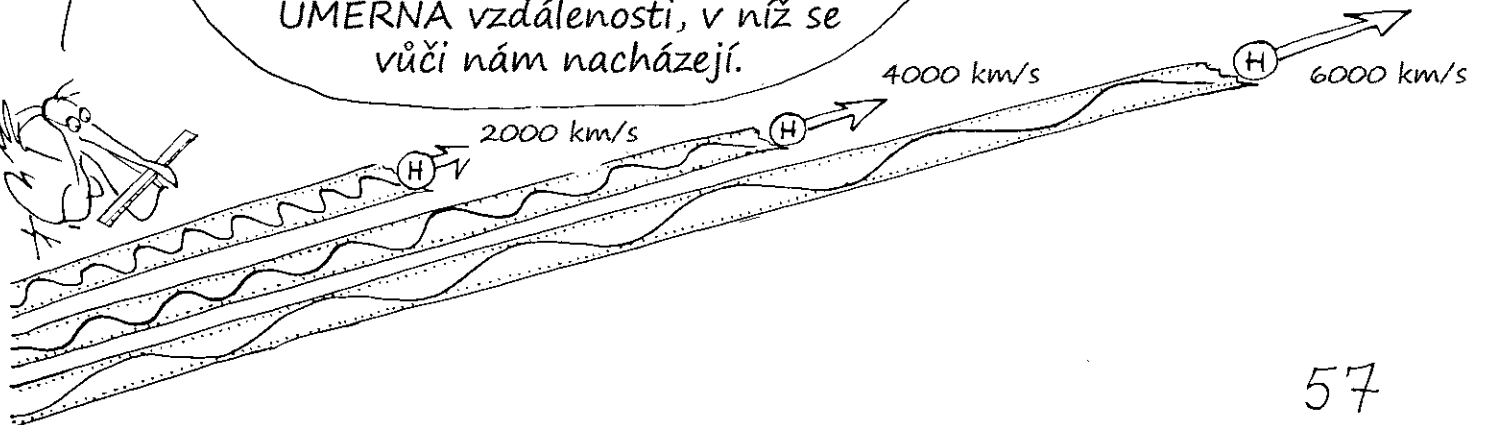
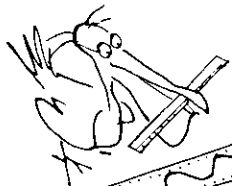
To je ta historka o koberci, který se roztahuje...

Všechno zdrhá!...

Ano, právě tímto způsobem v roce 1930 přišel Edwin Hubble na to, že se VESMÍR ROZPÍNÁ a že daleké galaxie se od nás vzdalují: kvůli DOPPLEROVU jevu jsou, podle toho jak se vzdalují, červenější a červenější.

Tyto atomy vodíku vyzařují světlo ve vlnové délce 21 cm. Podle Dopplerova jevu jsou rychlosti vzdalování 2000, 4000, 6000 km/s.

Hubble mohl určit vzdálenost, která nás odděluje od těchto galaxií. Využil k tomu jejich zdánlivou svítivost. A odvodil, že tato rychlost vzdalování je zkrátka **ÚMĚRNÁ** vzdálenosti, v níž se vůči nám nacházejí.



Počkejte, co to znamená?
Tělesa zrychlují, jak se
od nás vzdalují?

Ne tak úplně. Koberec se
roztahuje ze všech stran.
Představ si bod A, který je
v čase $t=0$ metr od tebe. Po jedné
sekundě je od tebe 1 m 20.
Jeho rychlost vzdalování
je tedy 20 cm/s.

Za stejně krátkou dobu se bod B,
který se nacházel 2 m od tebe,
ocitne ve vzdálenosti 2 m 40
(v B'). Jeho rychlost VŮČI TOBĚ
je 40 cm za sekundu.

DOPPLERŮV jev určuje
RELATIVNÍ RYCHLOSTI.

Když zářič a přijímač jedou stejnou
rychlostí po dvou paralelních drahách,
ke změně vlnové délky nedochází.

Takže celý náš svět se rozpíná?

Počkejte, já mám jiný nápad. Předpokládejme, že se čas...bude zrychlovat.

Ale to...nic neznamenaá !?!

Kmitání atomů (například atomů vodíku), je jako "puls" vesmíru. Představ si vesmír, jehož puls se zrychluje. Čím více stárneme, tím "puls" bije rychleji. Obrázky z minulosti se nám jeví jako zpomalený film. A Dopplerův jev není nic jiného než pouhá iluze.

Jistě, Tirésie, představit si můžeme cokoliv. A to, co jsi právě řekl, se vrací k myšlence Freda Hoyla, totiž, že fyzikální zákony se v čase vyvíjejí.

POZADÍ OBLOHY JE STUDENÉ

Ale existuje i jiný argument, který mluví pro rozpínání vesmíru, a tou je jeho příčina, VELKÝ TŘESK.

mi!

Před chvílí jsme viděli, že jenom jeden jediný foton z miliardy se mohl přeměnit na hmotu.

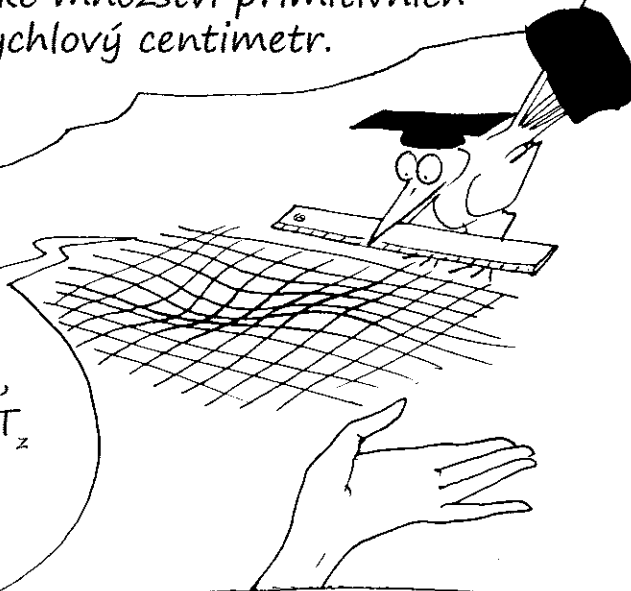


A na antihmotu!



Mělo by tedy zbývat velké množství primitivních fotonů, asi kolem 500 na krychlový centimetr. (a stejně tolik neutrin, které je těžší odhalit)

Jejich vlnová délka by se měla pohybovat kolem pěti milimetrů, což by odpovídalo teplotě záření T_z o třech absolutních stupních (-270°C).



Tyhle fotony s velmi slabou energií objevili Penzias a Wilson v roce 1964. Jsou opravdovým popelem VELKÉHO TŘESKU, hmatatelným důkazem tohoto kosmického tance.



iiij!!!

Elá...



KOSMOLOGICKÝ HORIZONT

Sofie, podle HUBBLEOVA ZÁKONA roste rychlost vzdalování těles se vzdáleností...

Takže logicky musí existovat tělesa, která se od nás vzdalují rychlostí rovnou nebo i vyšší, než je rychlost světla !?

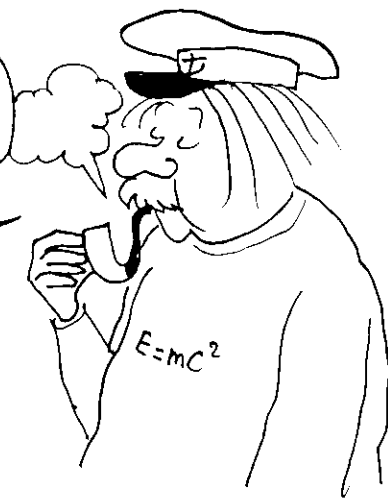
Nemůžeme už tedy tohle světlo přijmout ?!

Proč? Když se ode mě vzdaluje letadlo nadzvukovou rychlostí, pořád přeci můžu slyšet hluk, který dělá, ne?

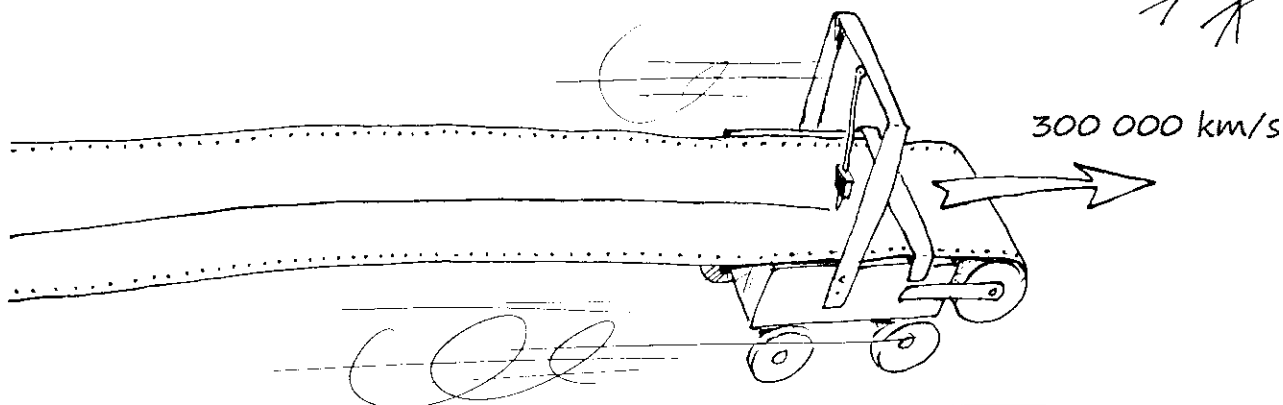


Milí beránci, na věc se musí nahlížet docela jinak.

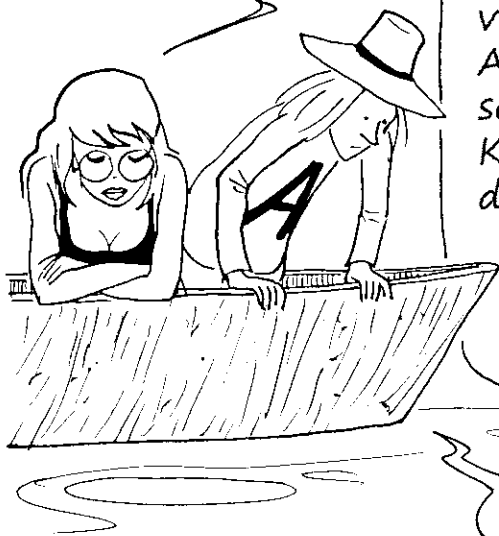
Jev přemístování má dopad v ČASE (*). Těleso, které se pohybuje rychlostí blíží se 300 000 km/s, rychlosti světla, se vůči nám pozorovatelům nachází v odlišné "časové bublině". Jeho zprávu budeme vnímat jako určitý druh zpomaleného filmu.



A jestliže se toto těleso vůči nám pohybuje rychlostí světla, časový skluz je úplný. Jeho čas se zdá být sražený jako omáčka.



Kvůli tomuto časovému skluzu jednoho tělesa vůči jinému klesá při příjmu frekvence vlnění. A tento jev, jehož podstata je relativistická, se překryje, přidá se k DOPPLEROVU jevu. Když rychlost vzdalování zářiče vůči nám dosáhne c , frekvence obdrženého vlnění spadne na nulu. Čím víc energie, tím víc vlnění, tím víc zpráv!



Vlny o nulové frekvenci,
to už nejsou vlny!

(*) Viz VŠECHNO JE RELATIVNÍ, od stejného autora, edice BELIN.

Tělesa, která nás obklopují, dosahují relativní rychlosti rovné 300 000 km/s v rámci koule nazývané HORIZONT. Nejedná se o hranici VĚCÍ, KTERÉ EXISTUJÍ, ale o hranici VĚCÍ, KTERÉ JSME SCHOPNI POZNAT. Pozorovatelný vesmír může být jenom výsekem mnohem širšího vesmíru. Tento horizont dosahuje velikosti deseti miliard světelných roků. Dosah nejvýkonnějšího pozemského teleskopu v současnosti (PALOMARU) je miliarda světelných let.

Ředitelství

Ale co tedy předtím znamenal ten poloměr R vesmíru?



Historie začala, když byl vesmír starý setinu vteřiny. Představ si, že jsme v tu chvíli nakreslili kruh, nebo lépe kouli o poloměru R, a že sledujeme rozpínání této koule v průběhu času. To je všechno...

Což ovšem znamená, že nemůžeme předvídat, zda je vesmír konečný, anebo nekonečný (*).

Má překrásné oči.

Hej, vy dva!


Tenhle komiks ještě neskončil!

Chichichi


Ještě vás budeme potřebovat.

(*) K tomuto tématu viz GEOMETRIKON od stejného autora, edice Belin.


FRIEDMANOVY MODELY




Sofie, co způsobuje rozpínání vesmíru?




Způsobují to TLAKOVÉ síly. Všechno probíhá tak, jako kdyby vesmír VYBOUCHNUL jako bomba.




A nic se nestaví proti tomuto rozpínání?



Gravitační síly mají tendenci vesmír zhušťovat, snaží se o jeho IMPLOZI.

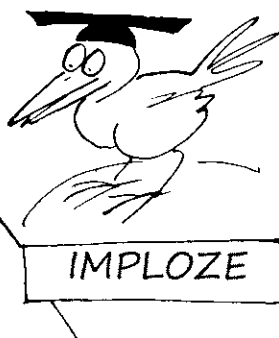


A nemůžeme si vesmír představit jako místo, kde by tyhle síly, tlakové a gravitační byly v rovnováze?



Můžeme ukázat, že taková rovnováha není možná. Při nejmenší odchylce v rovnováze, tento "statický" vesmír exploduje nebo imploduje.

EXPLOZE



IMPLOZE

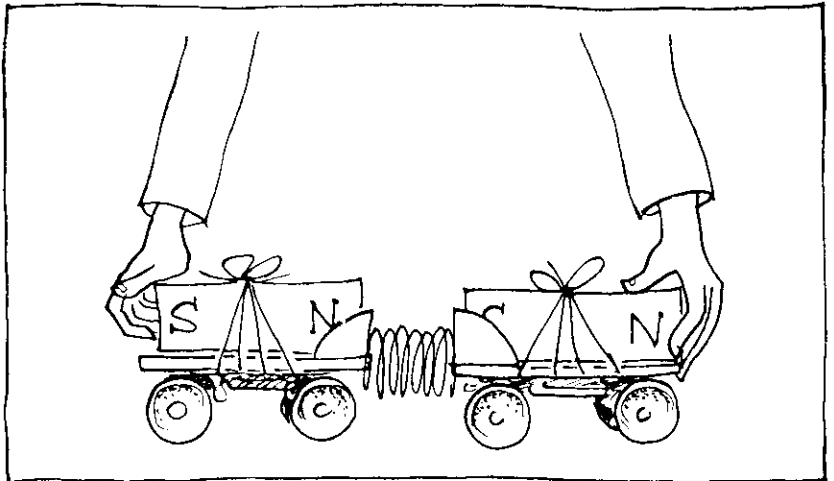
No, ale řekněte mi,
naš vesmír měl kdysi
tedy ...implodovat místo
explodovat?

V jistém
smyslu je
to štěstí...

A kdo říká, že čas by se
nerozběhl...pozpátku...

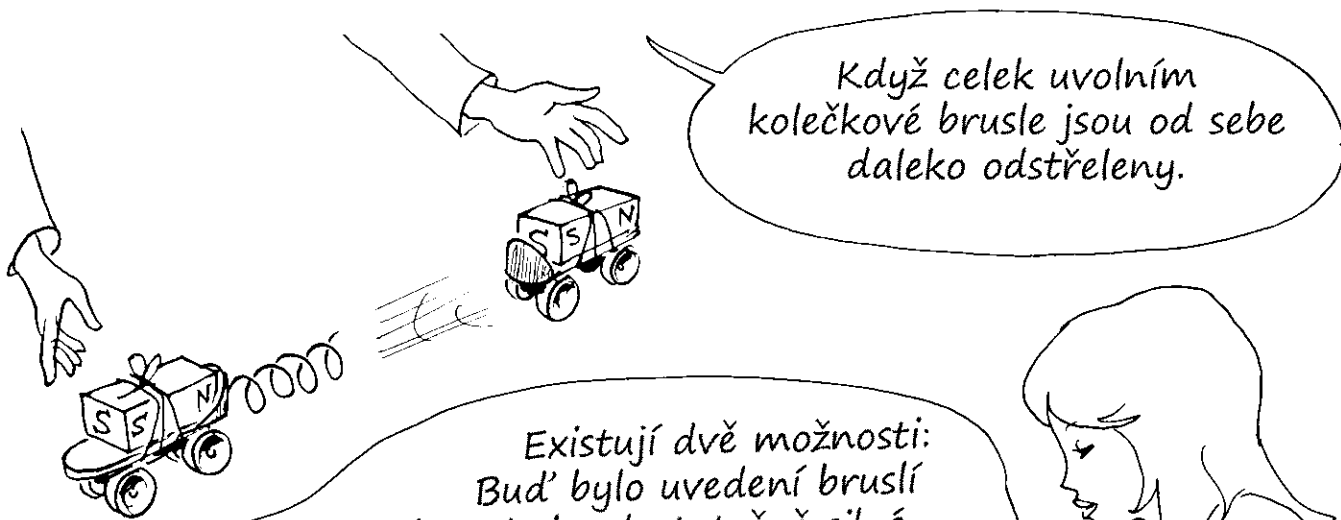
vvvv
Ssss!

Co to vyrábíš?



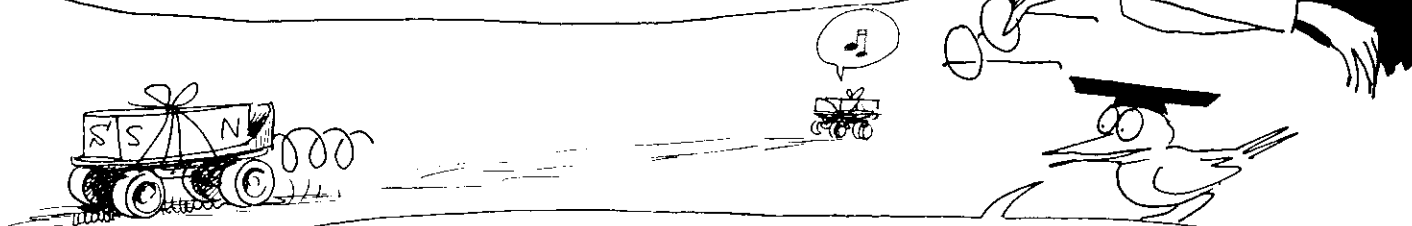
Anselme připevnil dva magnety na kolečkové
brusle. Přitahují se. Ale stlačená pružina se
pokouší obě vozítka od sebe odtáhnout.

Vidíš, magnety
představují gravitační
síly, přitažlivé,
soudržné. Pružina
znázorňuje tlakové síly.



Když celek uvolním
kolečkové brusle jsou od sebe
daleko odstřeleny.

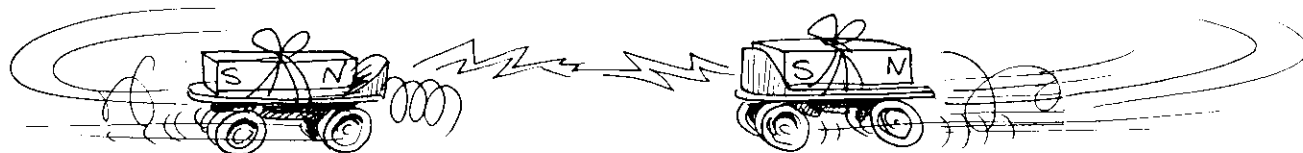
Existují dvě možnosti:
Bud' bylo uvedení bruslí
do pohybu dostatečně silně,
takže se od sebe budou nekonečně
vzdalovat. Čím více se budou vzdalovat,
tím menší bude přitažlivá síla, která
je nepřímo úměrná čtverci vzdálenosti.



Pokud tření neexistuje, dosáhnou brusle
KONSTANTNÍ RYCHLOSTI.

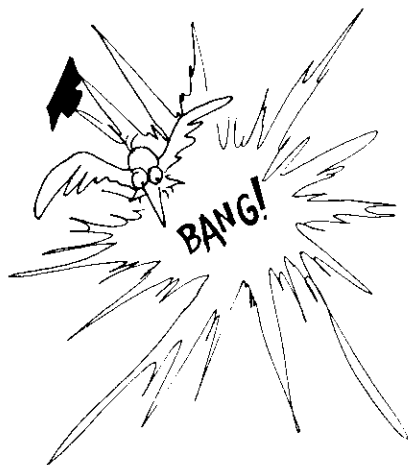


Nebo uvedení bruslí do pohybu pomocí
pružiny bylo příliš slabé, případně magnety
byly moc silné. Brusle se tedy k sobě vrátí,
"padnou si do náruče" za rostoucí rychlosti.



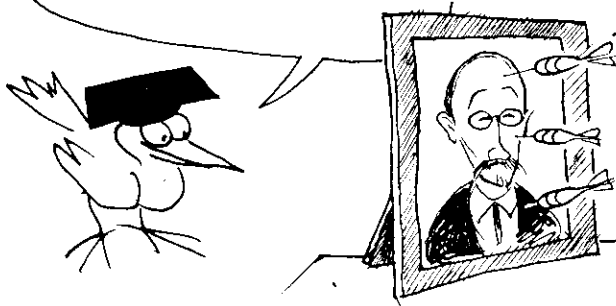
Nabízejí se nám dva možné typy vesmíru:

První scénář: Rozpínání bude pokračovat do nekonečna.
Až zhasnou poslední hvězdy, bude noc, absolutní chlad,
TEPELNÁ SMRT.



Druhý scénář: Gravitační síly nad rozpínáním zvítězí. Po maximálním roztažení se vesmír "do sebe zhroutl". Všechny struktury, galaxie, hvězdy budou rozdrnceny. Atomy se rozpadnou. A BIG BANG bude probíhat obráceně, až do doby, kdy dojde k novému odrazu vesmíru a začne nová fáze rozpínání.

Byl to ruský matematik FRIEDMANN, který v roce 1930 vyložil první modely ne statického vesmíru.



Kdybych tušil, že vesmír není stacionární, přišel bych na to před Friedmanem (*).



Pan Albert, který za cenu naprosto nemyslitelné matematické akrobacie, "kutil" tak dlouho, až roku 1917 přišel na svůj stacionární model, z toho byl celý rozmrzelý. Friedmann mu ukradl jeho vítězství. Po dlouhá léta zanevřel na obecnou relativitu.



Podle Friedmanových modelů se vesmír nekonečně rozpíná, pokud je (současná) hustota hmoty nižší než 5×10^{-30} gramů na centimetr krychlový. Vesmír by pak měl kromě objemu i nekonečné prostorové roztažení.

(*) Autentická EINSTEINOVA poznámka.

Různé

GEOMETRIE VESMÍRU

Vesmír je pro nás hyperprostor o čtyřech rozměrech, v nichž se míchá prostor a čas. Každá z myšlenek, které byly nastíněné na předchozích stránkách, odpovídá odlišnému pojetí této ENTITY-VESMÍRU, jímž je PROSTOROČAS.

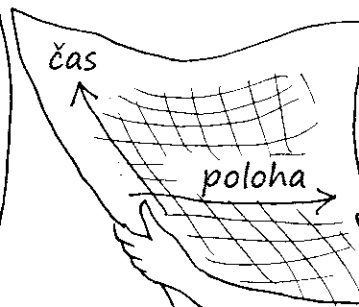
Vesmír...
jaký má TVAR?

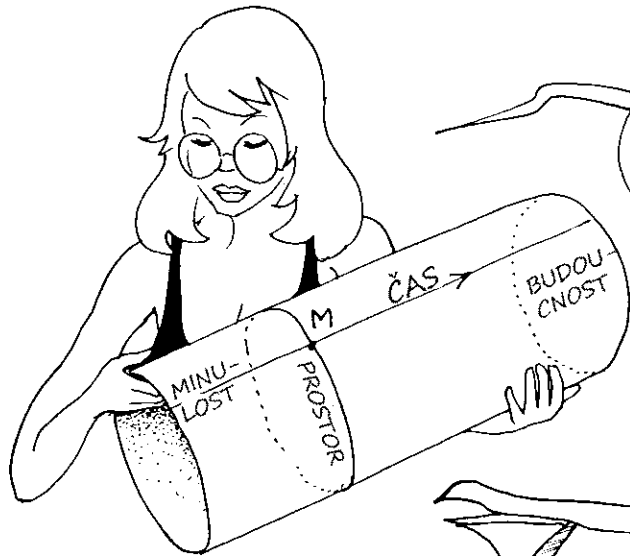
To je
bída...

Připomínáme, že počet rozměrů jednoho prostoru je počtem kvantit, které si musíme stanovit, abychom mohli definovat pozici jednoho bodu.

Setkání ¹ v úterý v 11h na rohu
² šesté avenue a ³ pátě ulice
⁴ ve třetím patře : čtyři kvantity.

Pomocí nakresleného obrázku můžeme znázornit pouze DVOUROZMĚRNÝ prostor, POVRCH. Budeme tedy zkoumat prostoročas o 2 rozměrech, jeden bude představovat polohu a druhý čas.



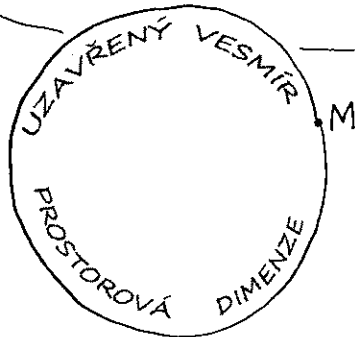


Stejně jako první model uzavřeného vesmíru, i statický Einsteinův model si můžeme představit jako válec.

Počkejte, jestli tomu správně rozumím, tenhle válec...my jsme v něm?

Ne, na něm.

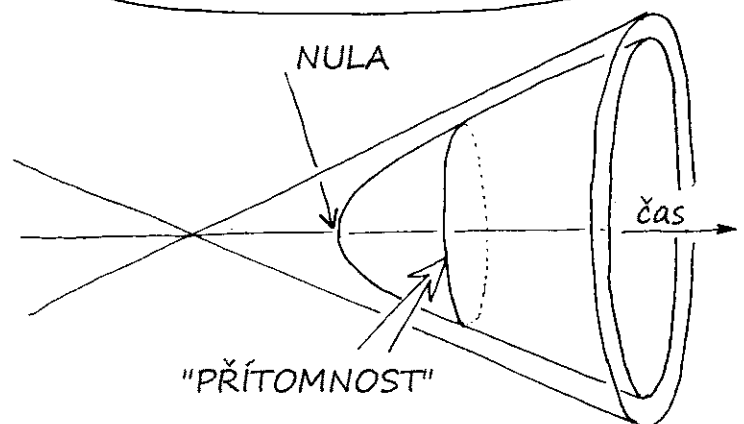
V určitém momentu je nějaké těleso na povrchu v bodě M a vesmír se zjednoduší na takovýto kruh.

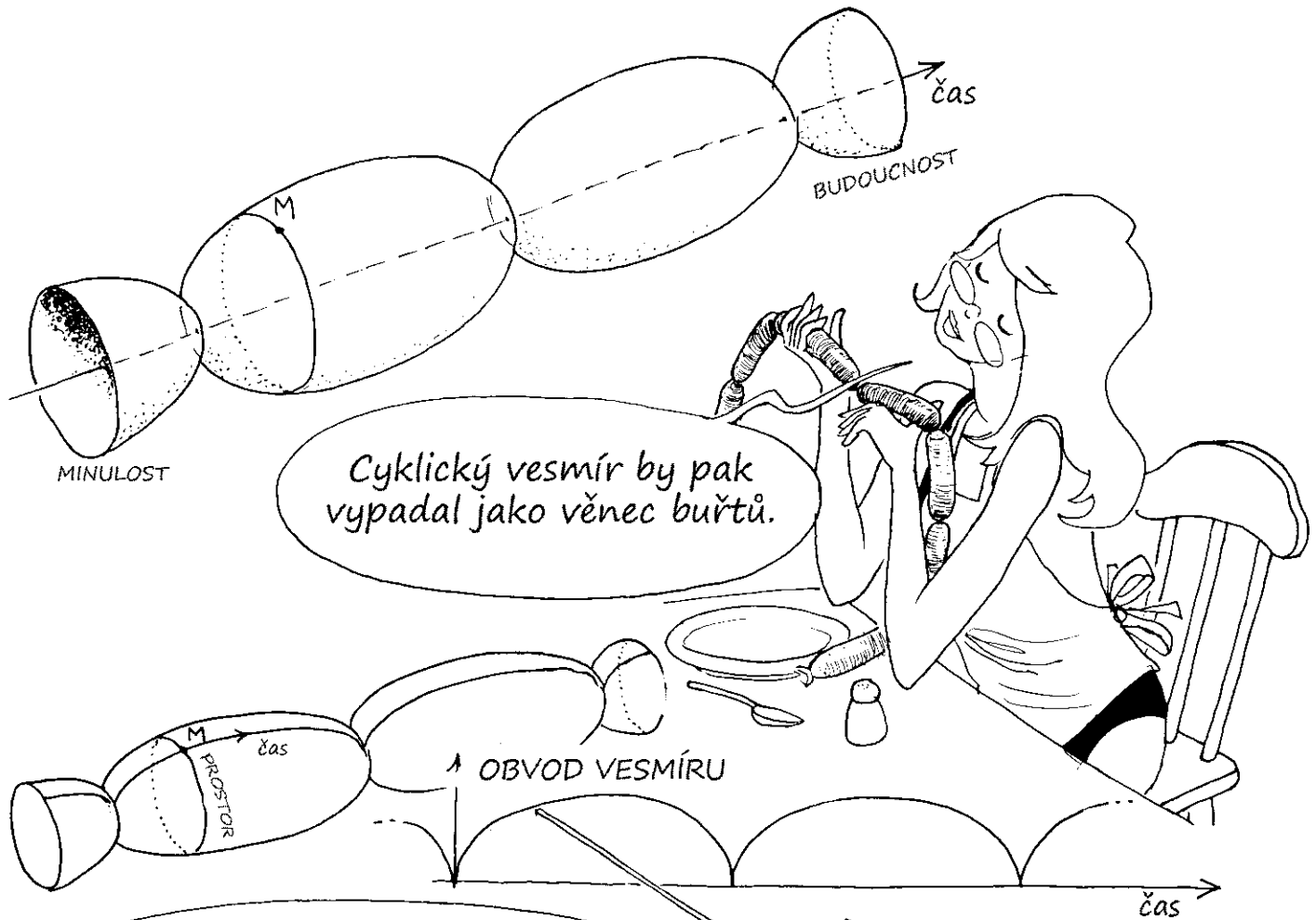


Když je těleso nehybné, opisuje v průběhu času křivku kolem osy válce.

Není těžké představit si rozpínání tohoto uzavřeného vesmíru v závislosti na čase, což nás přivádí k modelu nestacionárního vesmíru.

Tady je například dvourozměrný obrázek znázorňující prostoročas, jak se nekonečně rozpíná.





Cyklický vesmír by pak vypadal jako věnec buřtů.

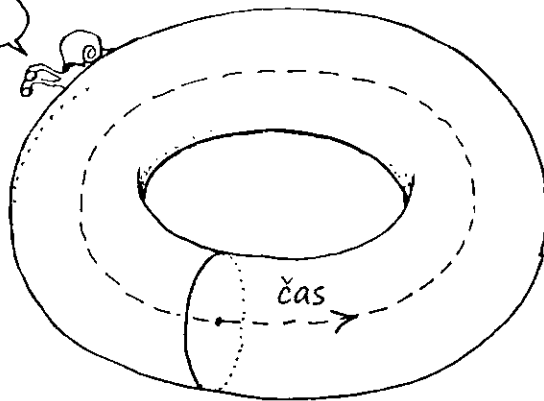
Ale vlastně proč by čas musel být nutně "OTEVŘENÝ", to znamená nekonečný pro budoucnost a zároveň i pro minulost.



Chcete říct, že bychom mohli...uzavřít čas do něho samého?!?

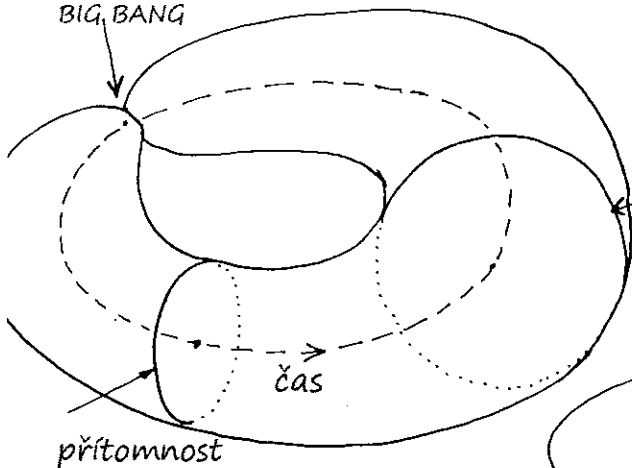
Žádný problém...
Pokud bychom
Einsteinův model uzavřeli
do něho samotného,
dostali bychom...TORUS.

Ještě!...



V tomto úplně uzavřeném PROSTOROČASE se stále
opakují stejné události po uplynutí času T , který
představuje PERIODU tohoto podivného vesmíru.

POČÁTEČNÍ
SINGULARITA
BIG BANG



I cyklický vesmír by se dal
uzavřít do sebe samého.

STAV MAXIMÁLNÍHO
ROZTAŽENÍ

Byl by to uzavřený věnec buřtů, ale
jen s jedním jediným buřtem!

Úplně ho to položilo.
To se dalo čekat...

Jé, podívejte se
na Léona!!!



EPILOG

To je tedy všechno,
co víme o počátku
vesmíru.



Vlastně...VĚŘÍME,
že to VÍME. Už se to
tolikrát změnilo za
posledních 5000 let!

..."Ale úsilí porozumět vesmíru
je jedna z mála věcí, které
vyvyšují lidský život nad frašku.
Jelikož mu umí vtisknout trošku
té důstojnosti v žité tragédii."

Steven Weinberg




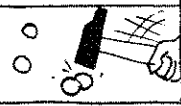


Pokračování BIG BANGU (vznik galaxií,
hvězd atd...) viz komiks TISÍC SLUNECÍ.

KONEC



KOSMICKÉ DRAMA



ČAS	TEPLOTA	HUSTOTA	JEVY
PŘEDTÍM...	$T \geq 10^{12}$ stupňů		?
$\frac{1}{1000}$ vteřiny	300 miliard stupňů		POLÉVKA Z FOTONŮ, NEUTRIN, ANTINEUTRIN (FOTON JE SVOU VLASTNÍ ANTIČÁSTIČÍ), Z PROTONŮ, ANTIKAPROTONŮ, NEUTRONŮ, ANTINEUTRONŮ, ELEKTRONŮ A ANTIKAPROTONŮ (POZITRONŮ)
$\frac{1}{100}$ vteřiny	100 miliard stupňů	4 miliardy g/cm^3	HEKATOMBA HADRONŮ (PROTONŮ, ANTIKAPROTONŮ, NEUTRONŮ, ANTINEUTRONŮ). ZŮSTAVÁ JICH JENOM JEDNA Z MILIARDY. ZBYTEK SE ANIHILOVAL S PŘÍTOMNÝMI ANTIHADRONY A DAL OPĚT VZNIKNOU FOTONŮM.
$\frac{1}{10}$ vteřiny	30 miliard stupňů		K TOMU NENÍ CO DODAT. JE STÁLE PŘÍLIŠ TEPLA NA TO, ABY MOHLY VZNIKNOU ATOMY.
1 vteřina	10 miliard stupňů	380 000 g/cm^3	NEUTRINA "SI ŽIJÍ SVŮJ ŽIVOT". PŘESTÁVAJÍ REAGOVAT S HMOTOU.
13 vteřin	3 miliardy stupňů		HEKATOMBA ELEKTRONŮ-ANTI-ELEKTRONŮ. ZŮSTAVÁ JICH OPĚT JEN JEDNA Z MILIARDY.
3 minuty	1 miliard stupňů		NEUKLEOSYNTÉZA: VZNIK JADER HÉLIA. VYMIZENÍ VOLNÝCH NEUTRONŮ (DĚLKA ŽIVOTA: 109 vteřin)
35 minut	300 milionů stupňů	1 g/cm^3	NUKLEOSYNTÉZA JE DOKONČENÁ: 25% HÉLIA, 75% VODÍKU
700 000 LET	3000 stupňů		PO ANIHLACI TĚMĚŘ VEŠKERÉ HMOTY A ANTIHMOTY SE VESMÍR DOSTÁVÁ DO "ÉRY ZÁŘENÍ", KDY SE ENERGIE-HMOTA NACHÁZÍ PŘEDEVŠÍM VE FORMĚ ZÁŘENÍ. KDYŽ TEPLOTA KLESNE NA 3000°, ZAČNOU SE FORMOVAT NEUTRÁLNÍ ATOMY A FOTONY PŘESTÁVAJÍ REAGOVAT S HMOTOU: "PRŮHLEDNÝ" VESMÍR.
100 milionů let	$T_z = -173 \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_h = -267 \text{ } ^\circ\text{C}$		JELIKOŽ NEUTRÁLNÍ ATOMY VODÍKU A HÉLIA UŽ NEJSOU OHŘÍVÁNY FOTONY, JEJICH TEPLOTA PRUDCE KLESÁ. FORMUJÍ SE GALAXIE, PRVNÍ HVĚZDY.
5 miliard let			VZNIK ZEMĚ
10 miliard let	$T_z = -270 \text{ } ^\circ\text{C}$ (3 stupně kelvina)	10^{-30} g/cm^3	VÝVOJ ŽIVOTA
DNES			VYNÁLEZ ATOMOVÉ BOMBY...