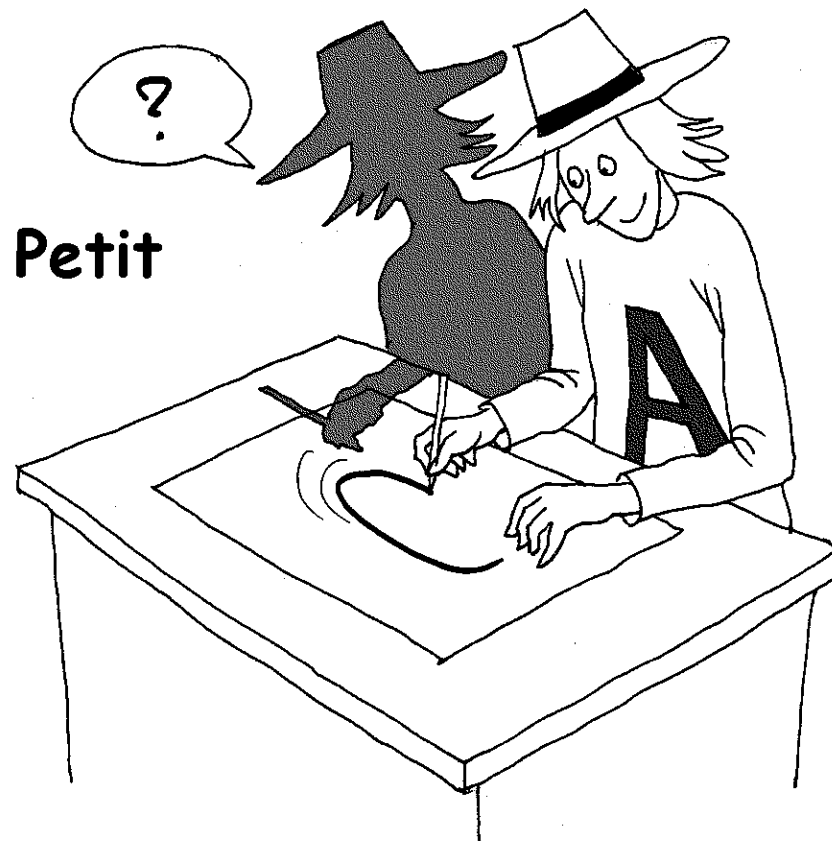


<http://www.savoir-sans-frontieres.com>

# RYCHLEJŠÍ NEŽ SVĚTLO

Jean-Pierre Petit

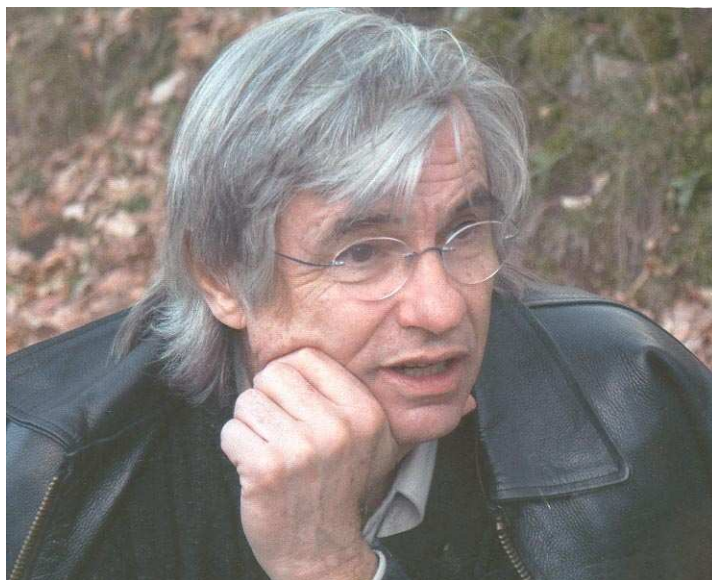
2008



Člověk, který  
kreslí rychleji  
než svůj stín.

# Věda bez hranic

Společnost podle zákona 1901



**Jean-Pierre Petit, prezident společnosti**

Jean-Pierre Petit je bývalý vedoucí výzkumu v CNRS (Národní středisko vědeckého výzkumu), astrofyzik a zakladatel nového literárního žánru, který se nazývá vědecký komiks. V roce 2005 založil se svým přítelem Gilles d'Agostini společnost Věda bez hranic, jejímž cílem je po světě bezplatně šířit znalosti, vědecké a technické vědomosti nevyjímaje. Společnost, která funguje díky darům, platí překladatele 150 eur (v roce 2007) a hraří bankovní poplatky z převodu platby. Četní překladatelé každým dnem zvyšují počet přeložených alb (v roce 2007 bylo k dispozici 200 zdarma stažitelných alb ve 28 jazycích, včetně Laoštiny a Rwandštiny).


Tento soubor pdf může být jako celek nebo jeho části volně duplikován a šířen, lze ho použít k výuce a to pod podmínkou, že nepůjde o výdělečnou činnost. Soubor je možné uložit do městských, školních a univerzitních knihoven, jednak formou výtisku nebo na síti typu Intranet.

Autor začal doplňovat sérii knih nejdříve jednoduššími alby (pro děti ve věku asi 12 let). Zároveň také pracuje na „mluvících“ albech pro analfabety a „bilingvních“ albech určených k výuce jazyků na základě mateřského jazyka.

Společnost neustále hledá nové překladatele do mateřských jazyků, kteří mají technické dovednosti, díky nimž alba dobře přeloží.


**Kontaktní adresa je na úvodní stránce společnosti**

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



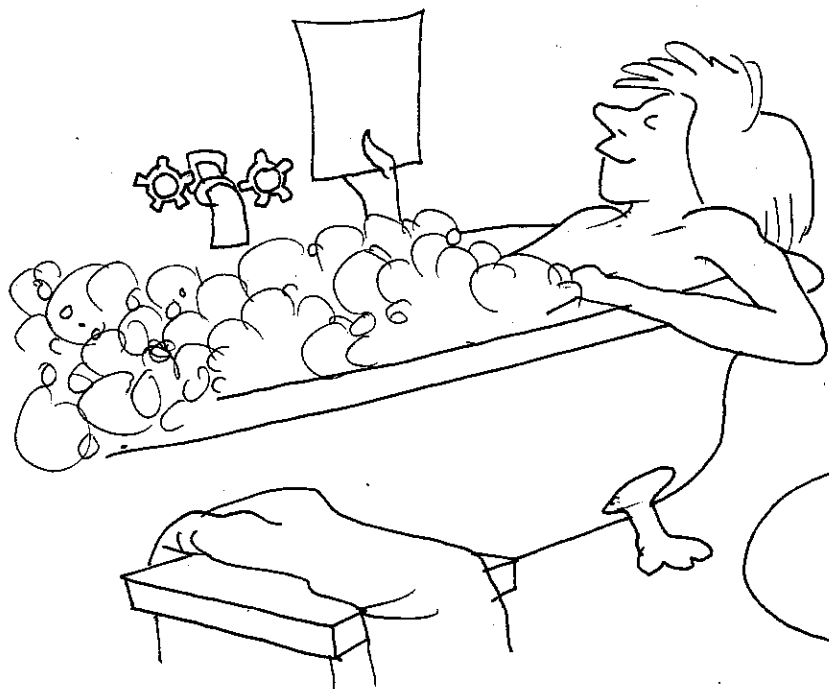
Drahý příteli, vypadáte znepokojeně.  
Co se vám přihodilo?

Právě jsem se vrátil  
z konference o astrofyzice.  
Nechci už o tom ani slyšet.

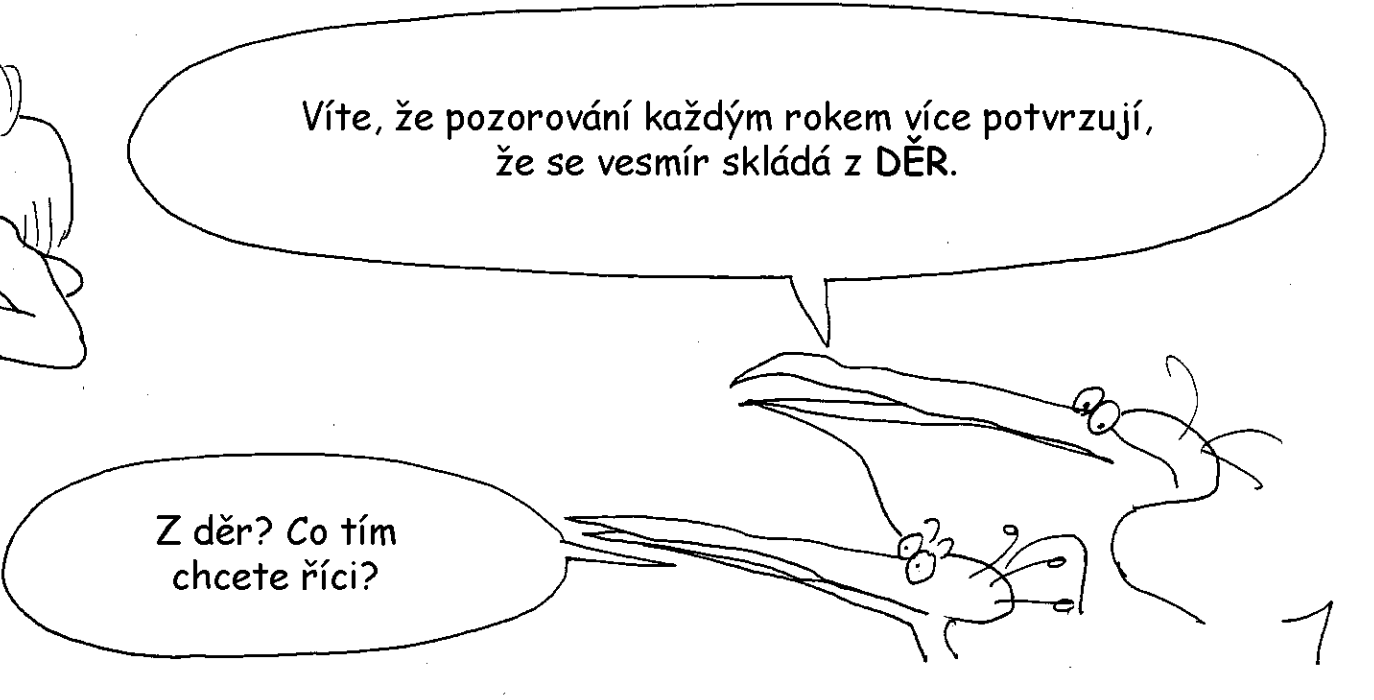


První diskuze byla o rozpínání vesmíru. Chtěli zjistit,  
kde k tomuto jevu dochází. A Země se rozpíná? Ne!  
To bychom snad věděli! A sluneční soustava? Také ne.  
A galaxie se rozpínají? Vůbec ne!

Předpokládám, že se vesmír  
někde musí rozpínat.  
To je nesmysl!



Víte, že pozorování každým rokem více potvrzují,  
že se vesmír skládá z DĚR.



Z děr? Co tím  
chcete říci?

Když jsme objevili,  
že galaxie mohou  
tvořit **KUPY**, které se skládají  
z tisíců galaxií, jako například  
Kupa galaxií v Panně nebo  
Kupa ve vlasech Bereniky,  
tak jsme si mysleli, že by vesmír  
mohl být uspořádán  
**HIERARCHICKY**.



A začali jsme pátrat po  
**SUPERKUPÁCH**,  
"kupách kup", atd...

A našli jsme je?



Legrační je, že ve světě vědy se objevují  
slova, nafukují se a pak prasknou  
jako bubliny. Astrofyzikové měli jednu dobu  
slovo "superkupy" neustále na jazyku.  
A pak najednou: pššššš a slovo zmizelo!

Přesně  
tak!

Předpokládám, že zmizelo,  
protože jsme je nikdy nenašli.

Astronomové ale objevili místo, kde se galaxie seskupily  
do jedné vrstvy, kterou nazvali **THE GREAT WALL** (\*).

To znamená, že "vrstva" obsahuje  
spoustu galaxií a z obou stran  
se nachází prázdno?

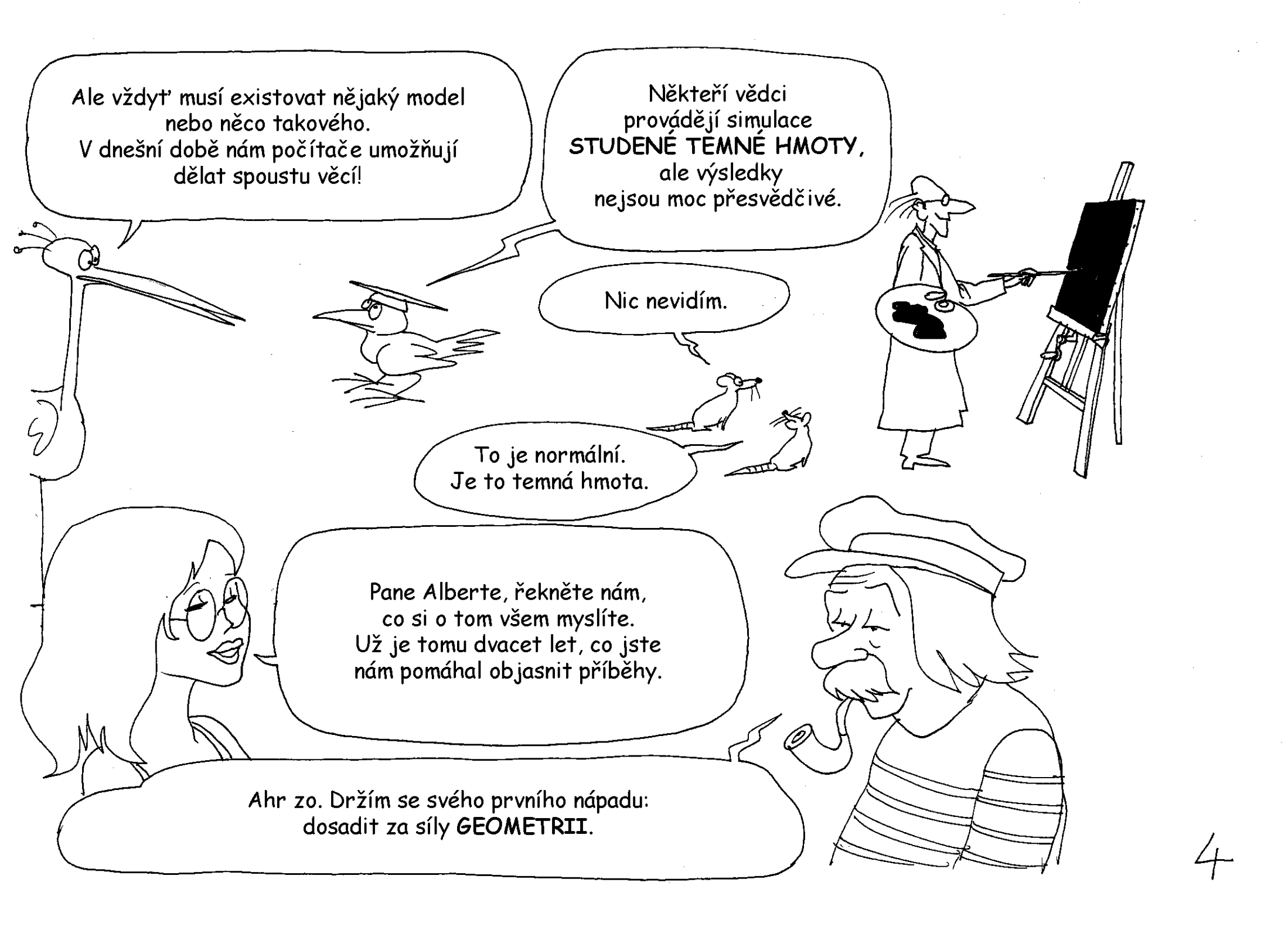
(\*) **VELKÁ ZEĎ**

Pozorování byla postupem let  
čím dál tím přesnější. Dnes víme,  
že galaxie a hmota jsou seskupené  
kolem velkých prázdných bublin,  
které mají poloměr o velikosti  
100 milionů světelných let.

A už máte řešení!  
K rozpínání dochází  
uvnitř "bublin".

Hmmm... Takže kupy galaxií neboli  
koncentrace hmoty se pravděpodobně  
nacházejí v bodech, kde se protínají  
tři hladiny těchto bublin.  
Ale víme vůbec, jak tato  
zvláštní struktura vzniká?

Bohužel o tom, drahoušku, nic nevíme.



Ale vždyť musí existovat nějaký model  
nebo něco takového.  
V dnešní době nám počítače umožňují  
dělat spoustu věcí!

Někteří vědci  
provádějí simulace  
**STUDENÉ TEMNÉ HMOTY**,  
ale výsledky  
nejsou moc přesvědčivé.

Nic nevidím.

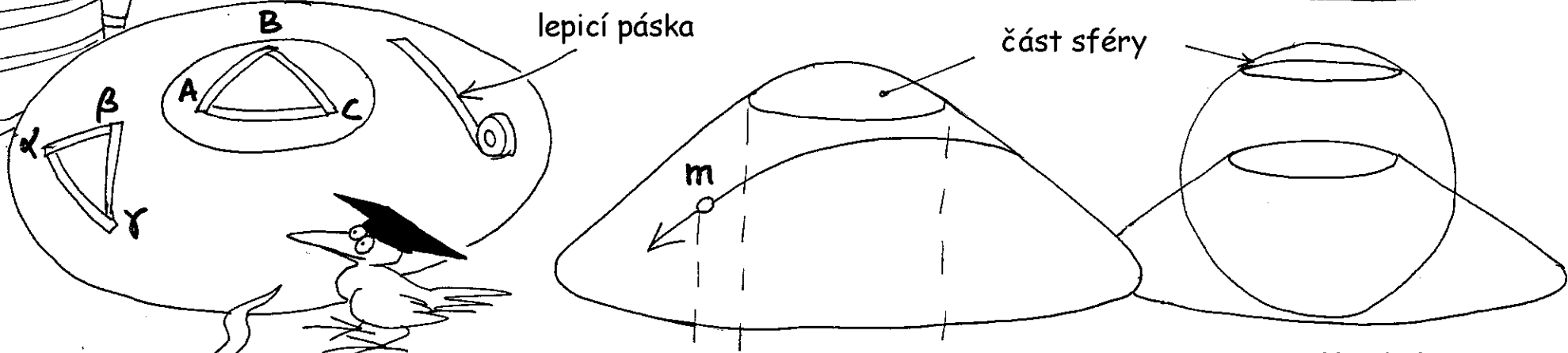
To je normální.  
Je to temná hmota.

Pane Alberte, řekněte nám,  
co si o tom všem myslíte.  
Už je tomu dvacet let, co jste  
nám pomáhal objasnit příběhy.

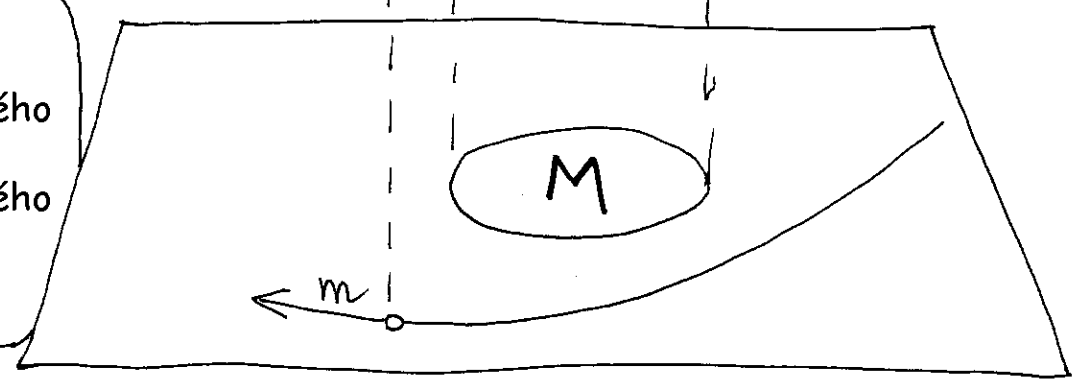
Ahr zo. Držím se svého prvního nápadu:  
dosadit za síly **GEOMETRII**.



Představte si předmět o hmotnosti  $M$ : hvězdu, planetu nebo cokoli jiného. Hmota  $m$  obíhá blízko a působí na přitažlivou sílu. Její dráha je zahnutá podle přitažlivé newtonské síly. Ve dvojrozměrném prostoru to lze znázornit pomocí tupého kužele. Na povrchu můžeme lepicí páskou vytvořit **GEODETIKU**, kterou když promítáme na plochu, tak získáme stejnou dráhu. Z hmoty se stane část prostoru (kulový vrchlík), který má určité **ZAKRIVENÍ**.



Připomínka: (\*)  
 Součet úhlů trojúhelníku narýsovaného na tupé části:  $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} > \pi$   
 Součet úhlů trojúhelníku narýsovaného na komolém kuželu  $\hat{\alpha} + \hat{\beta} + \hat{\gamma} = \pi$



(\*) Viz **GEOMETRIKON** a **ČERNÁ DÍRA**

Vzhledem k tomu, že **HMOTA = ZAKŘIVENÍ**,  
tak mi dáš za pravdu, že pokud vesmír  
obsahuje **DÍRY**, tak to znamená, že se  
**SKLÁDÁ** z třírozměrných zakřivených oblastí,  
které jsou od sebe oddělené **NEZAKŘIVENÝMI**  
euklidovskými plochými místy. Je to tak, ne?

Přesně tak. Co tím  
chceš ale říct?

Ten kluk  
si nikdy  
nedá pokoj...

Hmmm... To je naprosto správné.  
Ale bylo by velmi těžké spojit  
třírozměrné zakřivené části  
s třírozměrnými  
euklidovskými místy.

Ano, ale stejně jako v předešlém  
příkladu to můžeme udělat  
ve dvojrozměrném prostoru.

Podívejte.  
Vezmu pinkponkový míček.

Rozřežu ho na  
osm dílů.

Proč na osm?!?



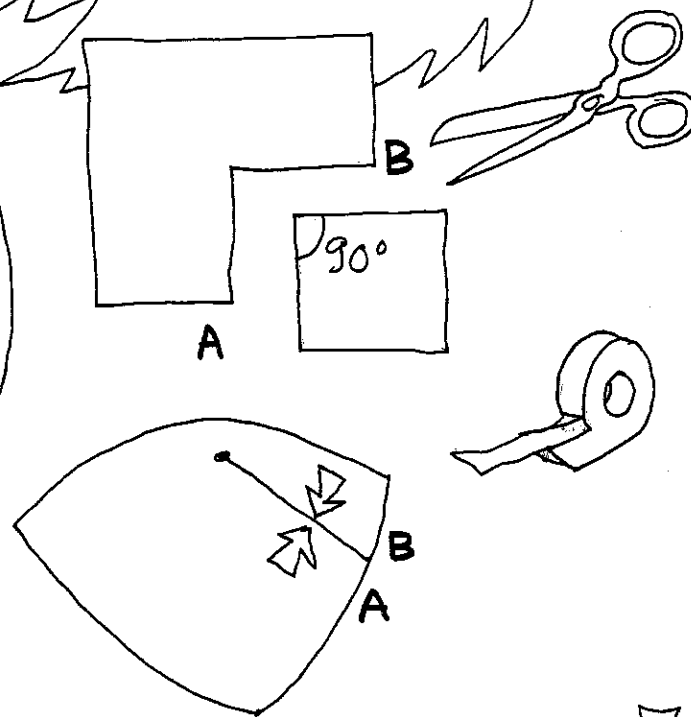
Protože krychle má  
osm vrcholů.

To nechápu...

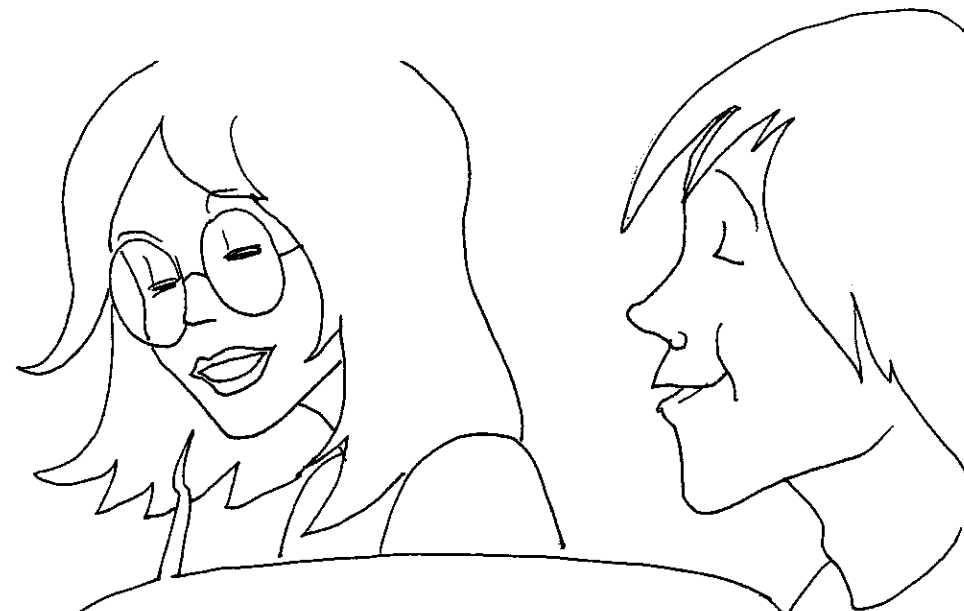
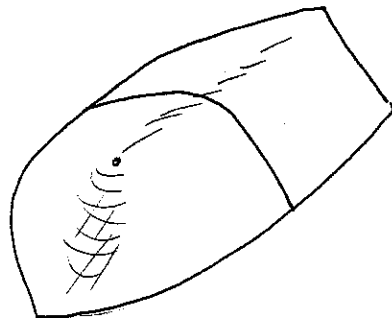
Začínám chápat,  
co má ten náš vědobruh  
za lubem.

Jde o problémy **ÚPLNÉHO ZAKŘIVENÍ**,  
které jsme popsali v albu **TOPOLOGIKON**.  
Zakřivení koule se rovná  $4\pi$ . V osmině koule je tudíž  
zakřivení rozložené takto:  $\frac{4\pi}{8} = \frac{\pi}{2}$ . Stejně tak **POZIKUŽEL**,  
který se skládá z výseku  $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ , nám dá  
**BOD KONCENTROVANÉHO ZAKŘIVENÍ**.

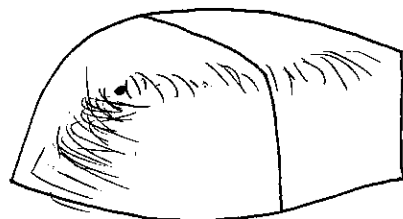
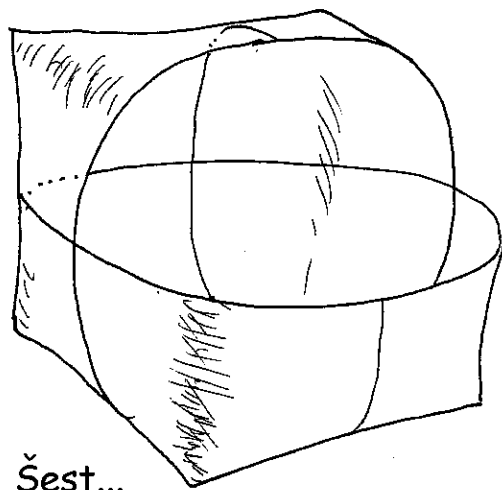
Přečtěte si znovu  
album **GEOMETRIKON**.



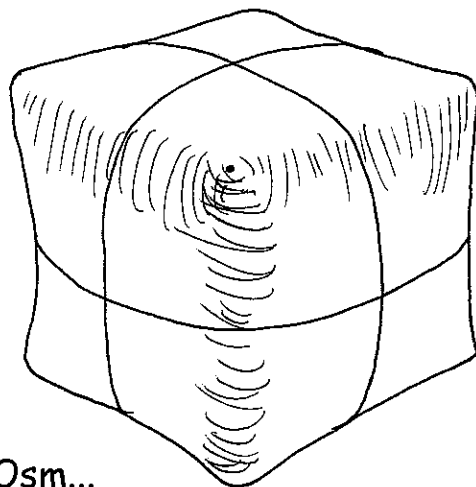
# KRYCHLE BEZ HRAN



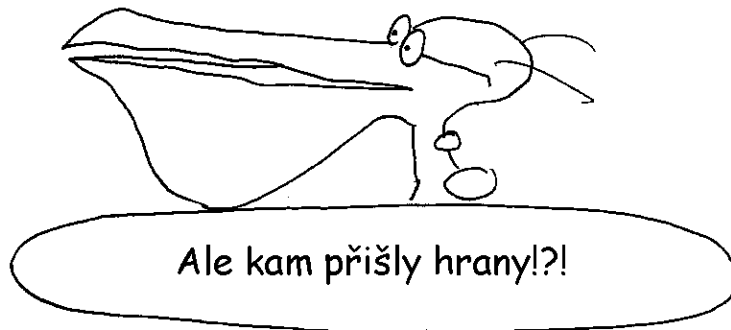
Anselme může tímto způsobem spojit osm kónických bodů, které obsahují koncentrované zakřivení  $\pi/2$ .



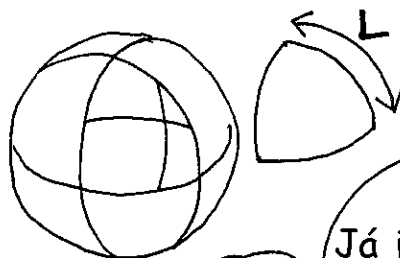
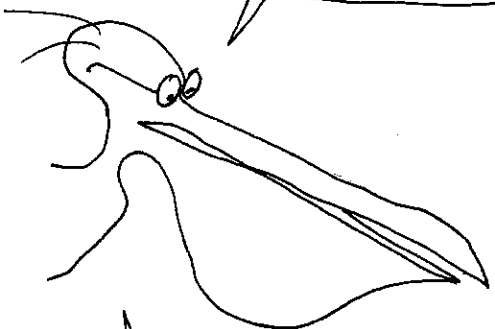
Šest...



Osm...



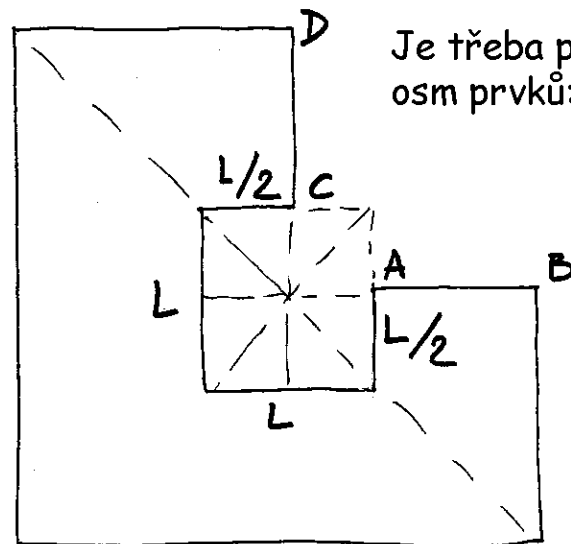
Je to moc hezké.  
A co uděláme s osminou  
pinkponkového míčku?



Ale ne.  
Já jsem to pochopil.  
Nech se překvapit.

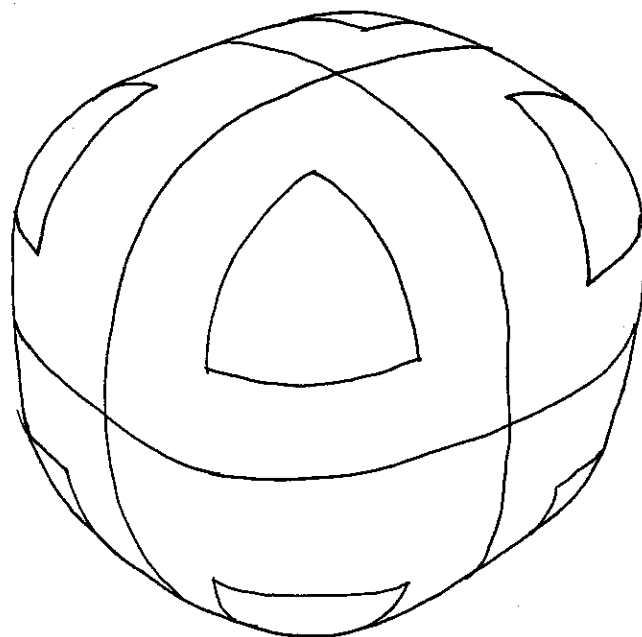
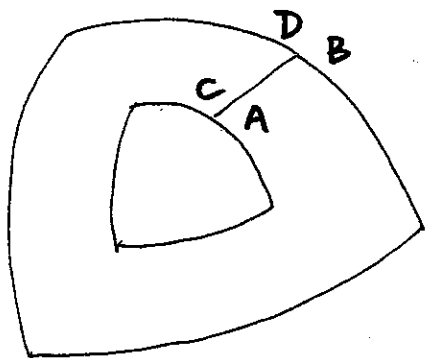


Něco mi muselo uniknout.



Je třeba připravit  
osm prvků:

Ještě upravit sféroidální rohy.

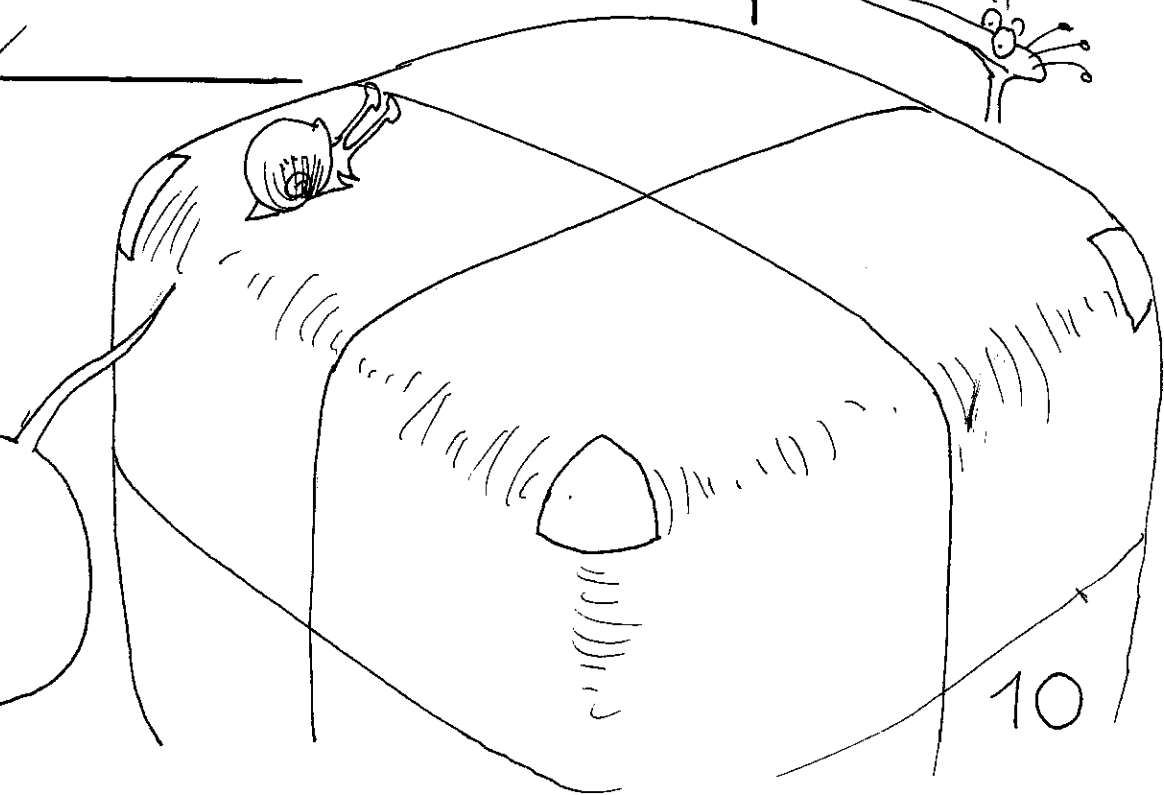
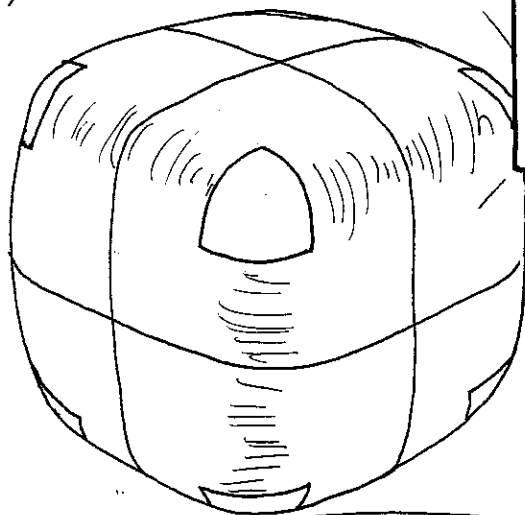
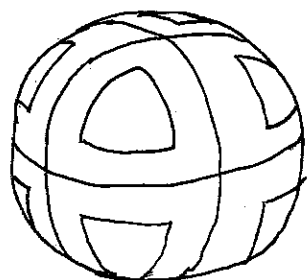
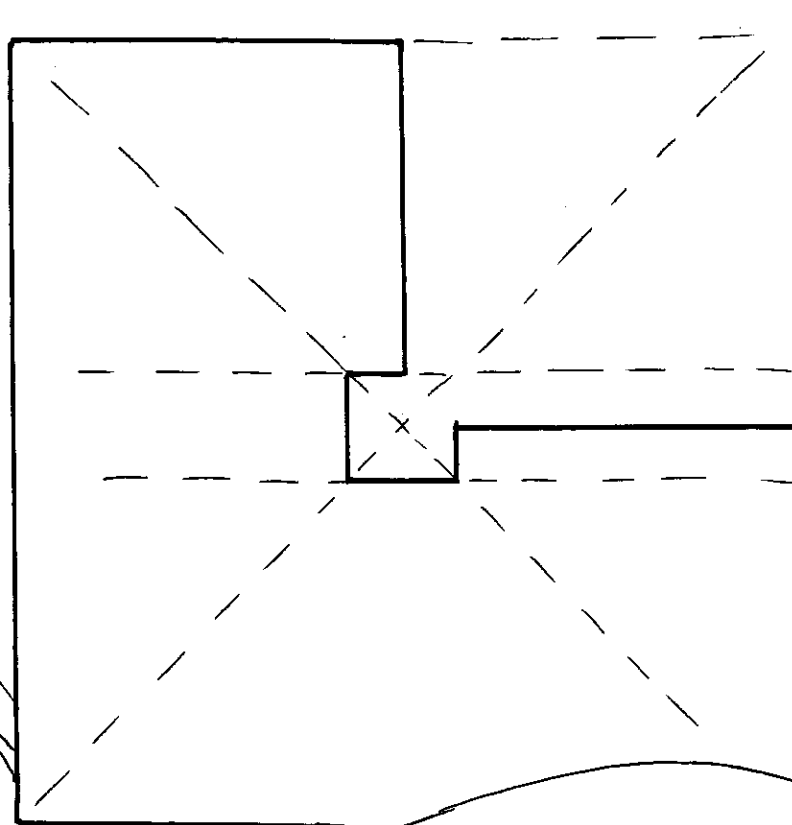
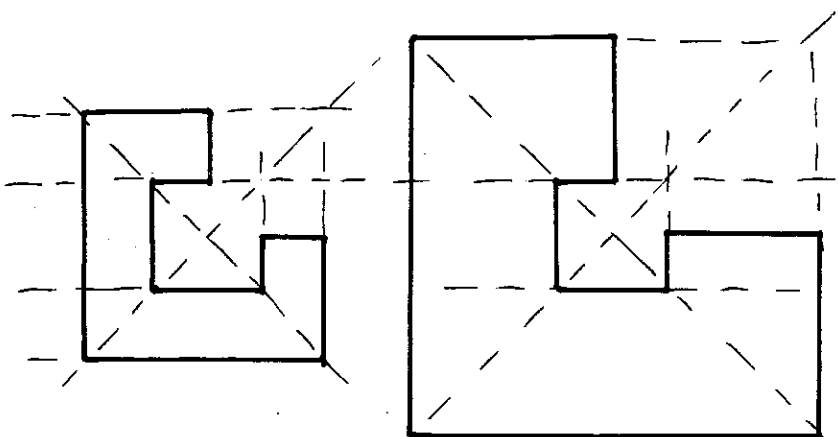


Tečné roviny  
se spojily.

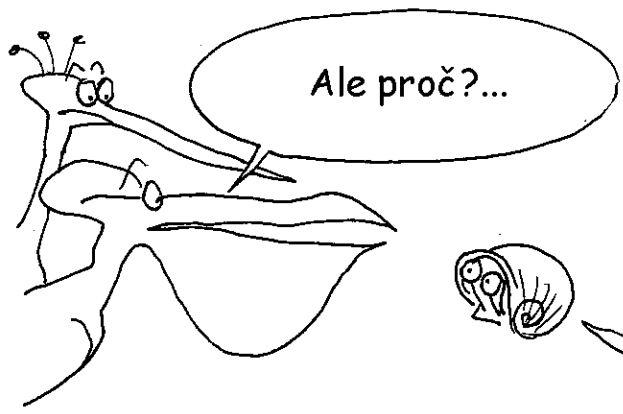


Hmm... Máme štěstí.

Zdá se, že se čtverec uprostřed zmenšuje.  
Jde ale o optickou iluzi.



Hele, opeřence, nechte těch hloupostí.  
Tečná rovina se postupně naklání nezávisle  
na relativní části povrchu, kterou zabírá  
osm zaoblených rohů!

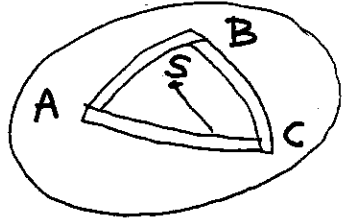
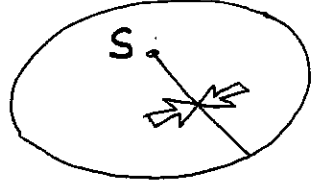
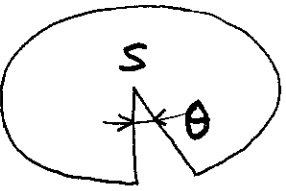


Ale proč?...

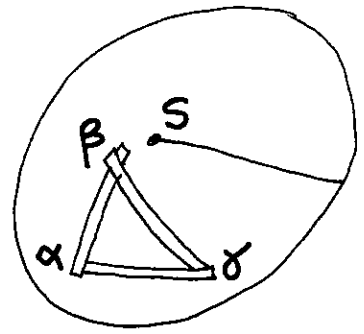


(\* ) Běžte si znovu přečíst komiksy, ve kterých jste vystupoval třicet let! (ČERNÁ DÍRA, strana 8 a následující strany). Vyříznete úhel  $\theta$  a vytvoříte POZIKUŽEL. Když pomocí tří geodetik narýsujete trojúhelník, tak mohou nastat dva případy: buď trojúhelník obsahuje vrchol kuželu  $S$  a součet úhlů se rovná  $\pi + \theta$ , nebo se vrchol kuželu  $S$  nachází mimo trojúhelník a součet úhlů trojúhelníku je EUKLIDOVSKÝ SOUČET, který se rovná  $\pi$ . Jestliže slepíte dohromady dva pozikužele, které odpovídají výseči  $\theta_1$  a  $\theta_2$ , tak se součet úhlů trojúhelníku, který obsahuje oba vrcholy  $S_1$  a  $S_2$  bude rovnat euklidovskému součtu  $\pi + \theta_1 + \theta_2$ .

kruh

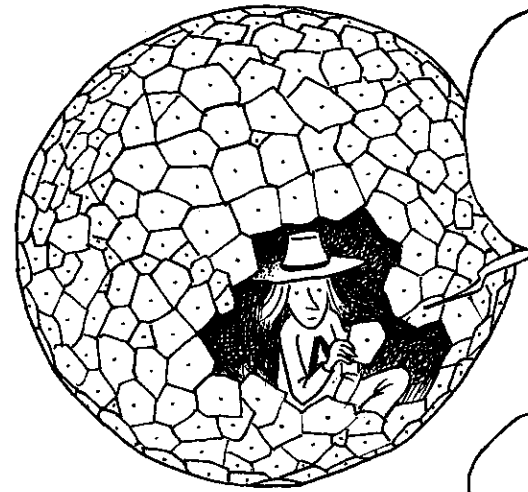


$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = \pi + \theta$$



$$\hat{\alpha} + \hat{\beta} + \hat{\gamma} = \pi$$

(\* ) ČERNÁ DÍRA, strana 9



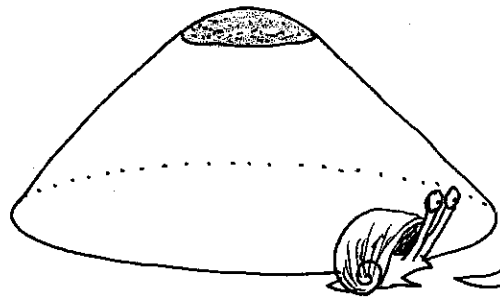
Když co nejpravidelněji poskládám počet  $N$  mikrokuželů o úhlu  $\theta$ , tak konstatuji, že pokud  $N \times \theta = 720^\circ$ , tak získám... kouli!

To je normální, protože CELKOVÉ ZAKŘIVENÍ koule se rovná  $720^\circ$ .

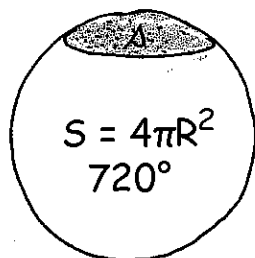
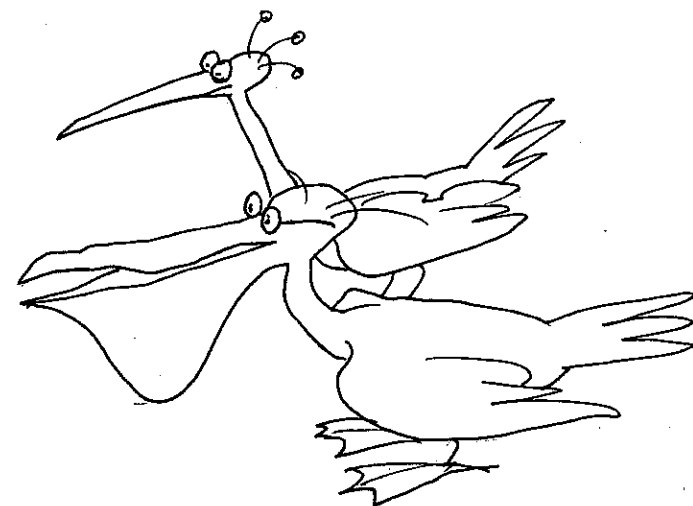
Ted' už ale vylez ven, miláčku.



Obrázek ze strany 37

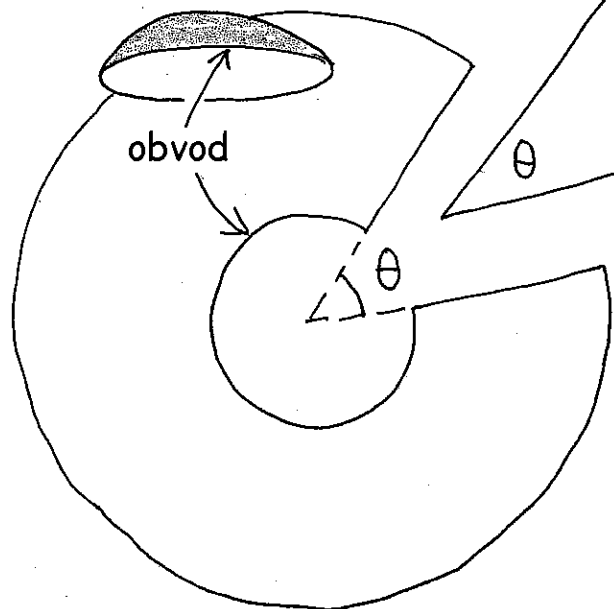


Když chcete něco zakřiveného šoupnout do něčeho euklidovského, tak si stačí ověřit, zda jsou zakřivení kompatibilní. Představte si, že chcete například vyrobit tupý kužel.

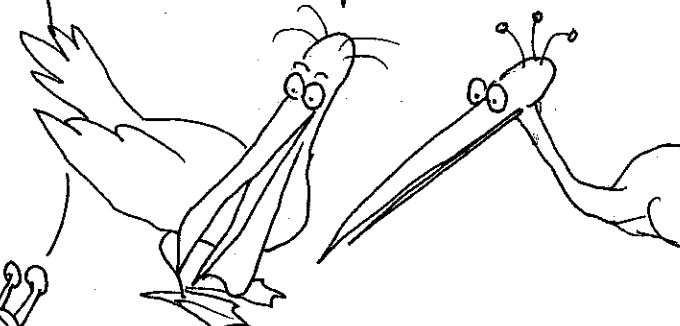


$$S = 4\pi R^2$$
$$720^\circ$$

Velikost zakřivení obsažená v kulovém vrchlíku se rovná  $\theta = 720^\circ \times \frac{S}{4\pi R^2}$ .



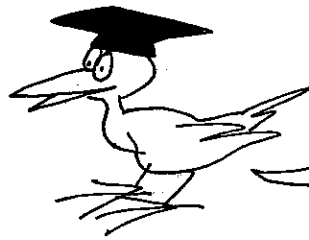
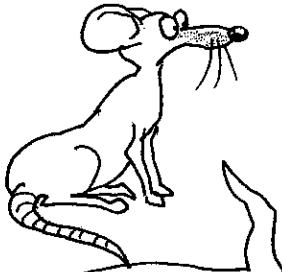
Bočnice tupého kuželu je částí kuželu, který odpovídá výseči úhlu  $\theta$ . Stačí vyříznout vrchol kuželu tak, aby se obvody rovnaly, a máte vyhráno.



A tuk!

# HMOTA, VZDUCHOPRÁZDNO...

Jestli jsem to dobře pochopil, tak hmota ve vesmíru tvoří ostrůvky, kolem nichž je hodně prázdná. Ale co to je to VZDUCHOPRÁZDNO?



Fyzikové si myslí, že dokonalé prázdnno, zaplněné NIČÍM, nemůže existovat. K tomu by bylo třeba, aby byl celý vesmír absolutní nulou. Dokonalé prázdnno by nešlo izolovat, dokonce ani pomocí zcela nepropustné komory. Komora by vyzařovala světlo a "prázdnno" by se naplnilo fotony, které by vydávala stěna (\*).

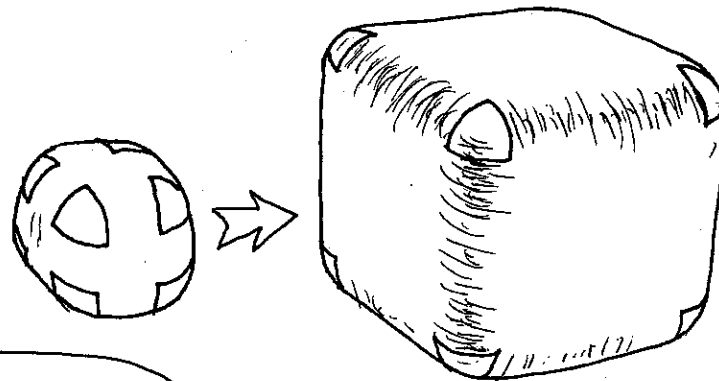
Jinak řečeno ta velká prázdná místa mezi galaxiemi byla zaplněná fotony, které vyzařují hvězdy?



Je třeba si znovu přečíst **BIG BANG**. V roce 1976 vědci objevili, že v celém vesmíru se nachází velké množství fotonů (miliardkrát více než částic hmoty). Fotony tvoří **ZÁKLAD RELIKTNÍHO ZÁŘENÍ A' 3°K**. Fotony tvoří to, čemu říkáme "vesmírné vzduchoprázdno" a naplňují bubliny o poloměru 100 milionů světelných let.

(\*) Odpovídá to  $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = kT$ ,  $T$  je absolutní teplota stěny.  
 $c$  je rychlost světla,  $h$  je Planckova konstanta a  $k$  Boltzmannova konstanta.

Anselme navrhuje následující obrázek:  
Krychli se zaoblenými rohy, která se skládá  
z neměnných osmin koule spojených pružnou  
plochou neboli "vzduchoprázdňem" z "těsně  
spojených fotonů". Anselmovo přirovnání  
je celkem dobré.



Ale fotony se pohybují!  
Nechápu to přirovnání  
ke "tkáni spojených fotonů".

Máš pravdu. Vlny se také pohybují. Je třeba si představit spíš něco jako neutichající  
"ŠPLOUCHÁNÍ" vln, jejichž vlnová délka by se rovnala několika milimetrům (\*).

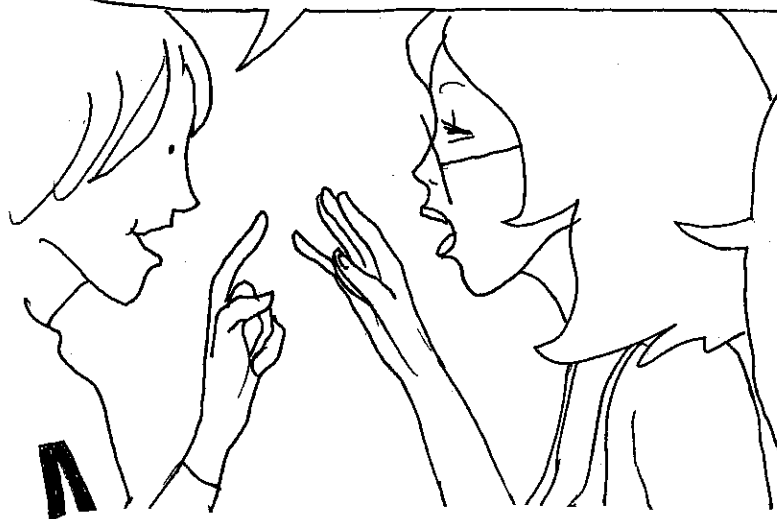
Když se "ŠPLOUCHÁNÍ"  
rozšíří, tak to znamená,  
že se objevily nové "vlny".

$$(*) \lambda = \frac{hc}{kT}, h = 6,6310^{-34}$$
$$c = 310^8 \text{ m/s}, k = 1,3810^{-23}$$
$$T = 3^\circ\text{K} \Rightarrow \lambda = 510^{-3} \text{ m}$$

Ne, zvětšují se "vlny".  
Vlnová délka vesmírných fotonů  $\lambda$   
se zvětšuje jako vesmírný rozměr R.

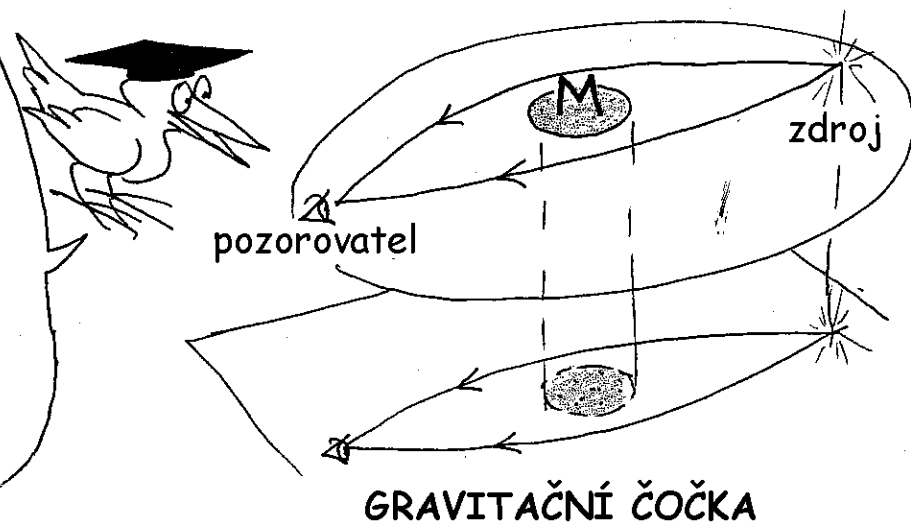


Sofie, všechna energie ve vesmíru je součtem dvou věcí. Energie  $mc^2$  hmotných částic, které, pokud  $m$  a  $c$  jsou konstanty, tak zůstává stejná a energie  $h\nu = \frac{hc}{\lambda}$  kosmologických fotonů. Jestliže se počet fotonů nemění a jejich vlnová délka  $\lambda$  roste jako **CHARAKTERISTICKÝ ROZMĚR** vesmíru  $R$ , tak to znamená, že jejich energie slábne. Tudíž **VESMÍR ZTRÁCÍ ENERGIÍ**.



Je to ale složité a některé věci ještě zcela nechápeme. **KOSMOLOGICKÝ MODEL** je pouhý **GEOMETRICKÝ PŘEDMĚT**, který řeší **EINSTEINOVU ROVNICI**. Model nebere v úvahu přítomnost částic, které spadají pod **KVANTOVOU MECHANIKU**. A zajisté víš, že teorie ještě nejsou propojené.

Jinak řečeno jde o **ČTYŘROZMĚRNOU HYPERPLOCHU**, kam umístíme částice a předpokládáme, že se pohybují po svých geodetikách. Tato **HYPOTÉZA** umožňuje **PŘEDPOVÍDAT** chování **FOTONŮ**. Například efekt **GRAVITAČNÍ ČOČKY** (zakřivení fotonů hmotou), který byl prokázán v roce 1915, když došlo k úplnému zatmění Slunce Měsícem.

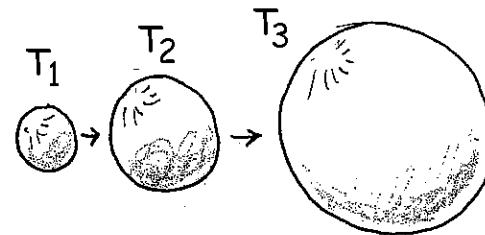


# KOSMOLOGICKÝ MODEL

KOSMOLOGICKÝ MODEL řeší rovnici gravitačního pole stejně jako EINSTEINOVU rovnici  $S \leftarrow \Lambda T$ , kterou je třeba číst "ve směru šipky".

T představuje **OBSAH HMOTNOSTI A ENERGIE** vesmíru, který **URČUJE GEOMETRII** čtyřrozměrné **HYPERPLOCHY** neboli **ČASOPROSTORU**. Ukážeme si, jak rozložení energie v předmětu může ovlivnit geometrii. Představme si kulatou nádobu, která má průměrnou teplotu. Nádobu nerovnoměrně zahřejeme. Například ji umístíme do plynného prostředí, které se bude postupně zahřívat, ale část nádoby budeme chladit proudem studeného vzduchu. Předmět se bude rozpínat a jeho tvar neboli geometrie bude záviset na hodnotě teploty v každém bodě kovové nádoby.

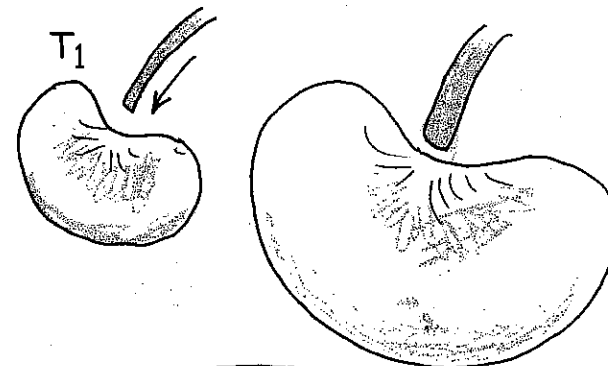
Vedení



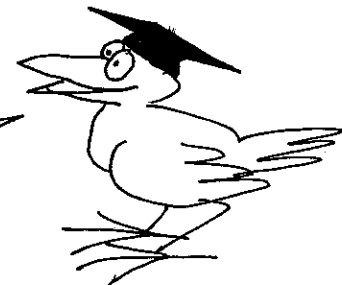
Kovová prázdná koule umístěná v plynném prostředí o rostoucí teplotě, se bude rozpínat a zachová

si zároveň svou **KULOVITOU SYMETRII**. Ale pokud například budeme na některé místo foukat studený vzduch, tak znemožníme rozpínání a koule dostane tvar fazole:

proud studeného vzduchu



Seznámíme se  
s **TEPELNÝM POLEM**.



Anselme sestrojil dvojrozměrný geometrický model nestejnoroďého vesmíru obsahující místa, která se nerozpínají a jsou obklopená ohromným roztahujícím se vzduchoprázdnem. V současné době jde o jeden z klíčových aspektů vesmíru, jak ho známe.

Dříve si kosmologové představovali vesmír jako homogenní plyn, který se skládá z "molekul" neboli galaxií (\*). Tento model je přežitý. Ale v současnosti nikdo není schopný vyřešit Einsteinovu rovnici jinak, než symetrií třírozměrné koule  $S^3$ . Snažíme se tudíž popsat v zásadě nestejnoroďý svět s dírami pomocí dokonale "rovných" stejnorodých rovnic.

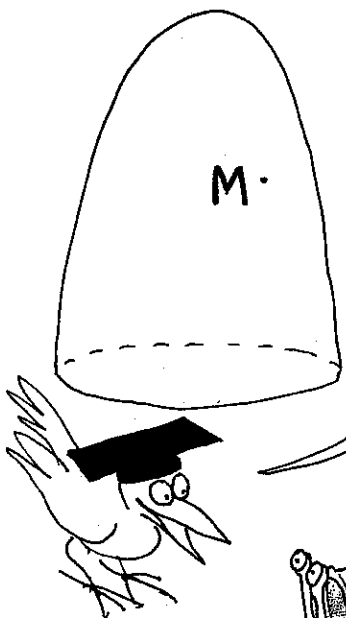
Když znázorníme rovnici gravitačního pole, například Einsteinovu rovnici ve tvaru čtyřrozměrné hyperplochy, tak co to vlastně děláme? Musíme ji ještě **ZMAPOVAT**, přiřadit systém souřadnic  $(x, y, z, t)$ . Tři první souřadnice se vztahují k poloze bodu v hyperprostoru a čtvrtá souřadnice má představovat **ČAS**.

A v tomto okamžiku **GEOMETR** předává štafetu **FYZIKOVI**.



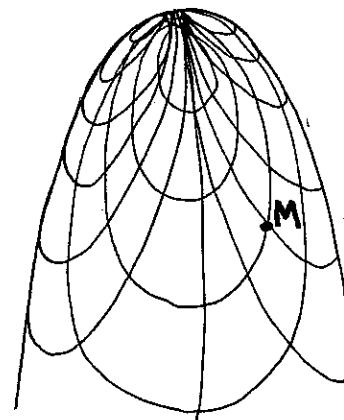
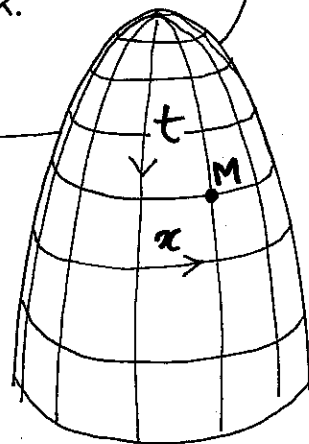
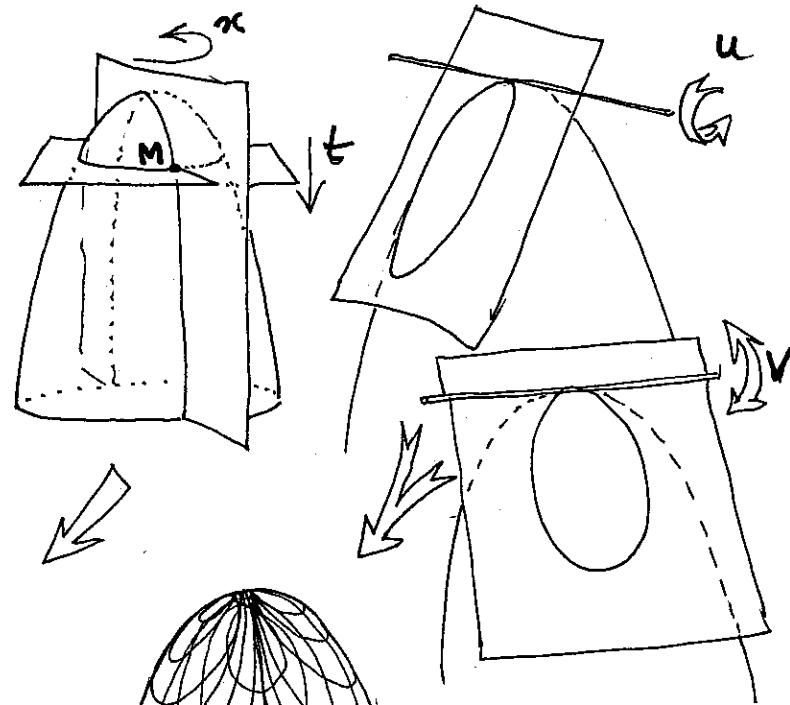
(\* ) Vesmír "plný prachu". Rychlost pohybu galaxií byla v poměru k  $c$  malá.

# KARTOGRAFIE

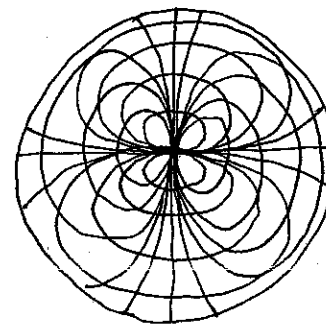
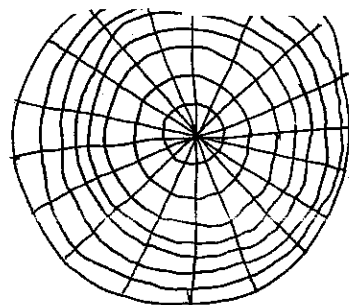


Představme si plochu ve tvaru paraboloidu, něco jako hrudku másla. Pomocí dvou čísel, kterým budeme říkat **SOUŘADNICE**, můžeme určit polohu bodu **M**. Ale na jedné ploše existuje nekonečné množství různých **SYSTÉMŮ SOUŘADNIC**.

Plochu můžeme rozříznout například podle dvou druhů rovin neboli řezů, které tvoří dva druhy křivek.



Pohled podél osy:



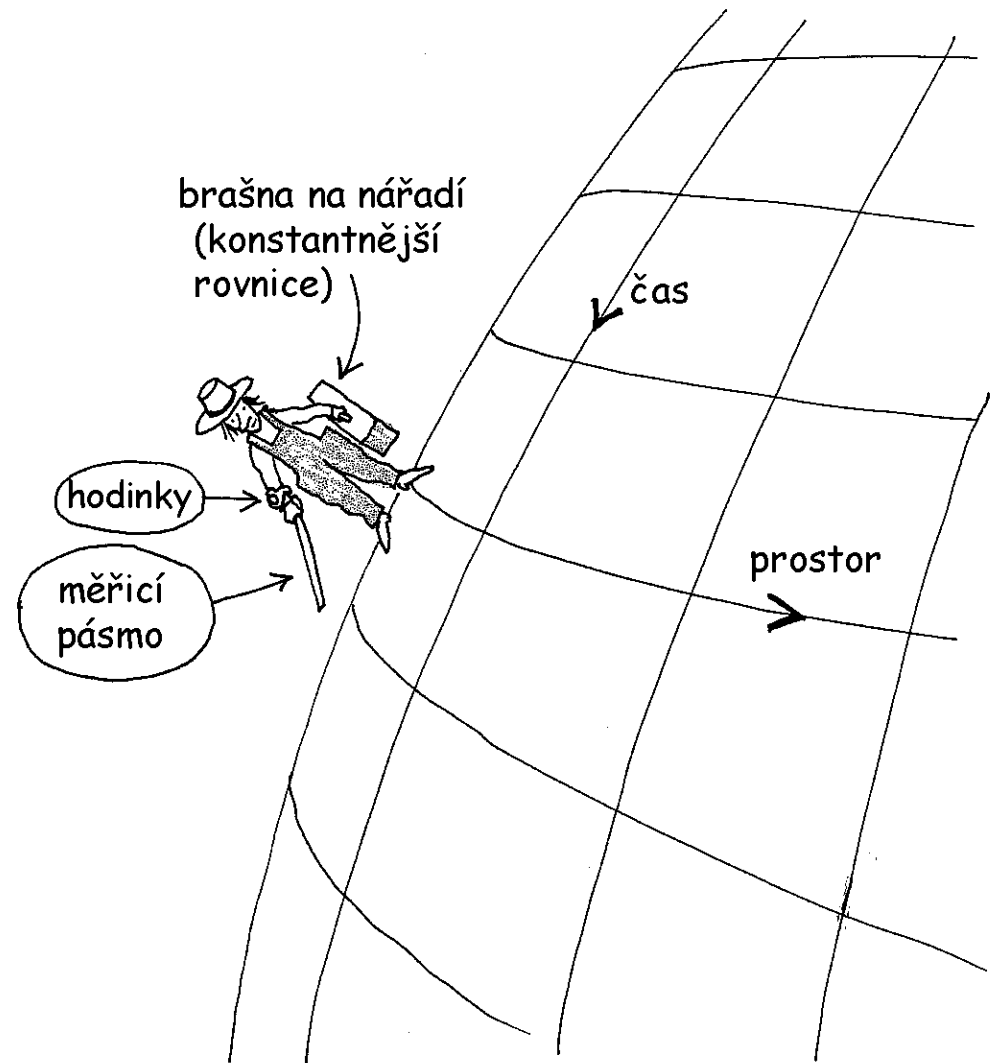
Pokud tato hruška má představovat obrázek dvojrozměrného časoprostoru, tak musí přece existovat charakteristický výběr souřadnic, které jednoznačně definují **PROSTOR** a **ČAS**.

# NAKRESLI MI BERÁNKA(\*)

Na začátku století došlo k jedné ze zásadních paradigmatických změn. Začali jsme předpokládat, že žijeme, nikoliv v třírozměrném, ale v čtyřrozměrném **HYPERPROSTORU**. Ke známým rovnicím ve stejné době přibyly Maxwellovy elektromagnetické rovnice. **NOVÉ JEVY** přinesly další druhy **POZOROVATELNÝCH VELIČIN** jako například elektrický náboj. **FYZIKOVÉ** měli najednou "bedničku s nářadím", která obsahovala soustavu vzájemně propojených rovnic, ve kterých figurovaly "konstanty".

- G: Gravitační konstanta
- c: Rychlost světla
- m: Elementární hmotnost (nukleony, elektrony)
- h: Planckova konstanta
- e: Elementární elektrický náboj
- $\mu_0$ : Magnetická konstanta
- $\alpha$ : Konstanta jemné struktury (atomová geometrie)

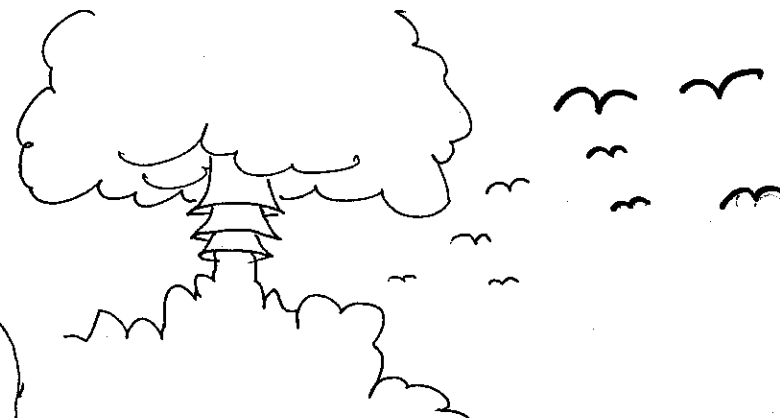
Objevili jsme, že všude ve vesmíru se nachází stejné atomy, vesmír se vyvíjí, má svou minulost a budoucnost a obýváme nepatrnou část časoprostoru.



(\*) Čtenáři **MALÉHO PRINCE**, který byl přeložen do mnoha jazyků, této větě dokonale rozumí.

Objevili jsme, že podle známého zákona ekvivalence  $E = mc^2$ , **ZÁŘENÍ** a **HMOTA** jsou dva různé projevy stejné věci, **ENERGIE-HMOTY**. Uskutečnili jsme velmi hezké pokusy v přírodě a vše experimentálně ověřili.

Ještě bylo třeba **LOKÁLNĚ** prostudovat vlastnosti naší obydlené hyperplochy.

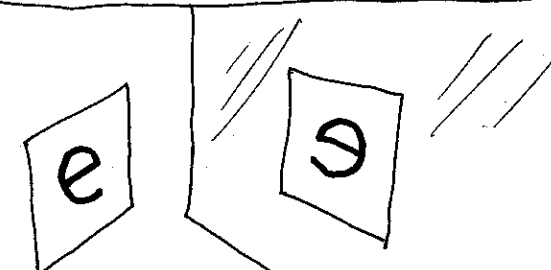
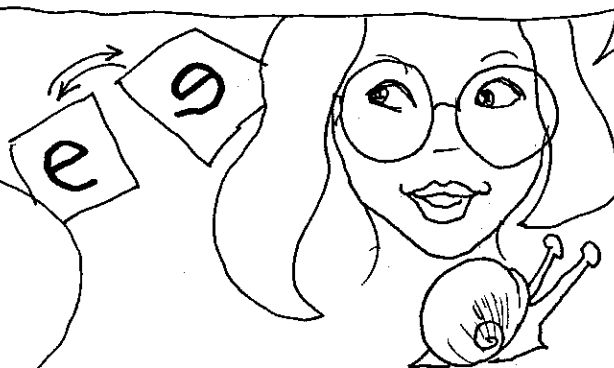


Představme si, že žijeme na ploše, jejíž zakřivení je ve všech bodech téměř stejné. Můžeme na ni položit obtisky: **e**

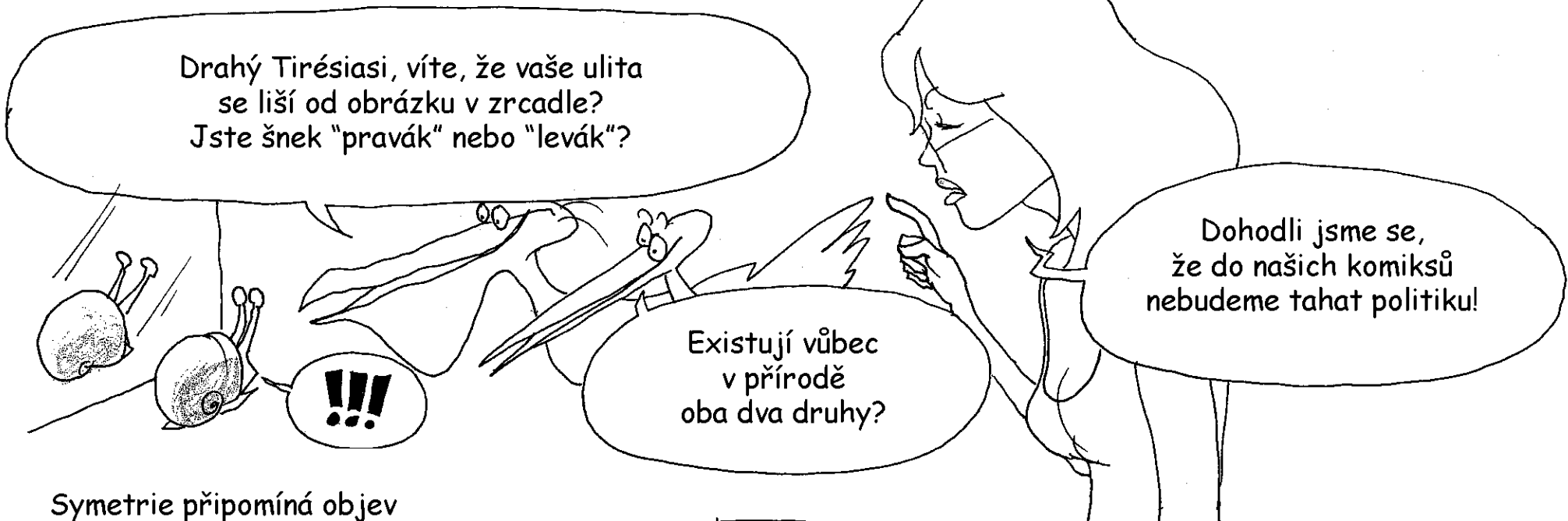
Také bychom zjistili, že jakmile obtisk **OTOČÍME**, tak se jeho velikost nezmění. Když ho otočíme zpět, tak je stále stejný (zrcadlová invariance).



Zjistili bychom, že když obtisky otáčíme nebo přemísťujeme (málo, přiměřeně), tak se **NEMĚNÍ**.



(\*) Budeme říkat, že prostor je, co se týká **SKUPIN ROTACE** a **TRANSLACE**, místně invariantní.



Drahý Tirésiasi, víte, že vaše ulita se liší od obrázku v zrcadle? Jste šnek "pravák" nebo "levák"?

Dohodli jsme se, že do našich komiksů nebudeme tahat politiku!

Existují vůbec v přírodě oba dva druhy?

Symetrie připomíná objev **DUALITY HMOTA-ANTIHMOTA** (\*), která obrací elektrický náboj:

$$\theta = -e$$

Velikost písmene zůstala stejná, což svědčí o tom, že hmotnost částice antihmoty se rovná hmotnosti symetrické původní částice:

$$m = m$$



**VŠECHNY** částice: neutrony, mezony, kvark, atd... mají své antičástice. Netýká se to **FOTONU**, který je svou vlastní antičásticí.



Vraťme se k našemu časoprostoru. Navrhuji, abychom uskutečnili snadný pokus. Běžte do vedlejší místnosti v bytě, zatáhněte závěsy a čekejte (\*).

\*Tento pokus vymyslel francouzský matematik **Jean-Marie Souriau**.

NIC se neděje!

Je to stejné jako  
přemísťování obtisků,  
akorát jsme v  
čtyřrozměrném prostoru.

A co ROTACE v čtyřrozměrném prostoru?

Co se týká prostoročasových  
translací, tak jsme INVARIANTNÍ.

Je to stejné, ale nelze to znázornit,  
protože "čtyřrozměrné obtisky" jsou invariantní  
co se týče rotací o ČISTĚ VYMYŠLENÉM úhlu,  
jež tvoří LORENTZOVU GRUPU (\*).

Vypadalo to, že FYZIKOVA bedna s nářadím  
v našem malém koutě časoprostoru celkem dobře funguje  
(nebereme v úvahu astrofyzikální jevy, kterými jsme se zabývali  
v albu "L'UNIVERS GEMELLAIRE"). Bylo velmi lákavé si myslet,  
že obsah bedny s nářadím je univerzální, a že konstanty v rovnicích  
jsou ABSOLUTNÍMI KONSTANTAMI.

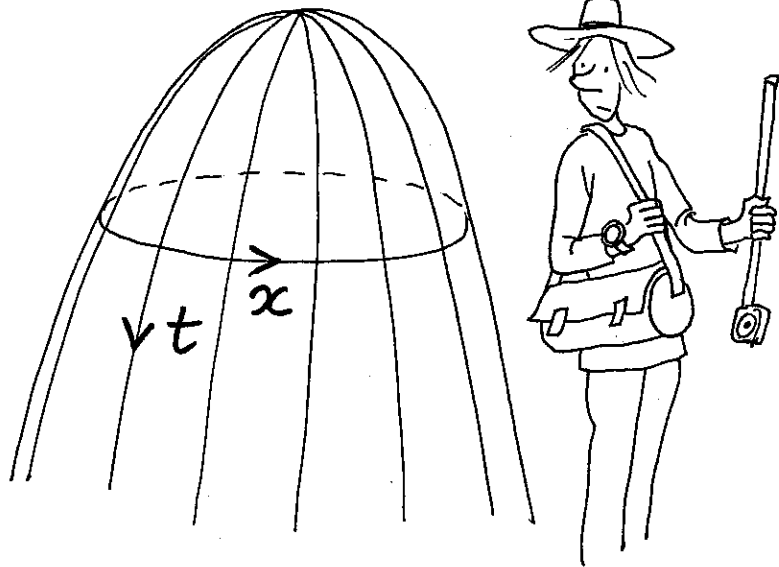


G c R m  
e a M<sub>0</sub>

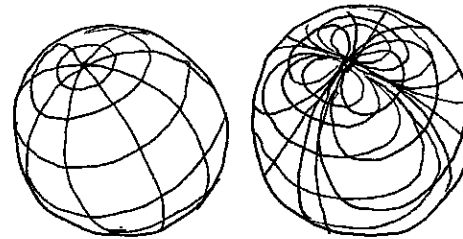
(\* Tato vlastnost - invariance Lorentzovými rotacemi sama o sobě shrnuje všechny  
zarážející aspekty SPECIÁLNÍ TEORIE RELATIVITY.



# BIG BANG



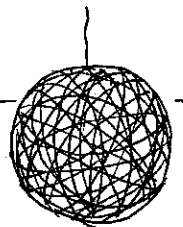
V hyperprostoru, který řeší EINSTEINOVU rovnici, existují zvláštní křivky, které se nemění v závislosti na systému souřadnic, jde o **GEODETIKY**. Stejně tak nekonečné množství geodetik narysovaných na kouli je nezávislé na systému souřadnic, které slouží k jejich určení na ploše.



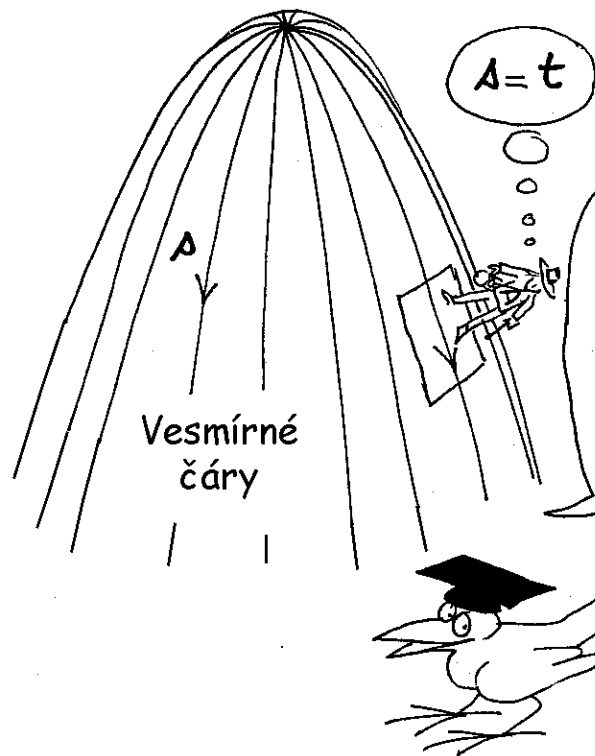
Množina souřadnic



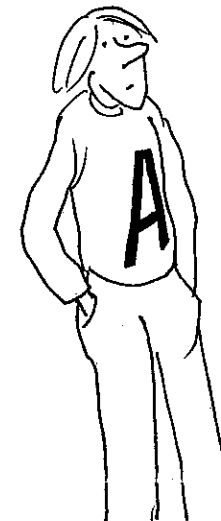
**GEODETIKY:**  
nekonečné množství  
**VELKÝCH KRUHŮ**  
na kouli.



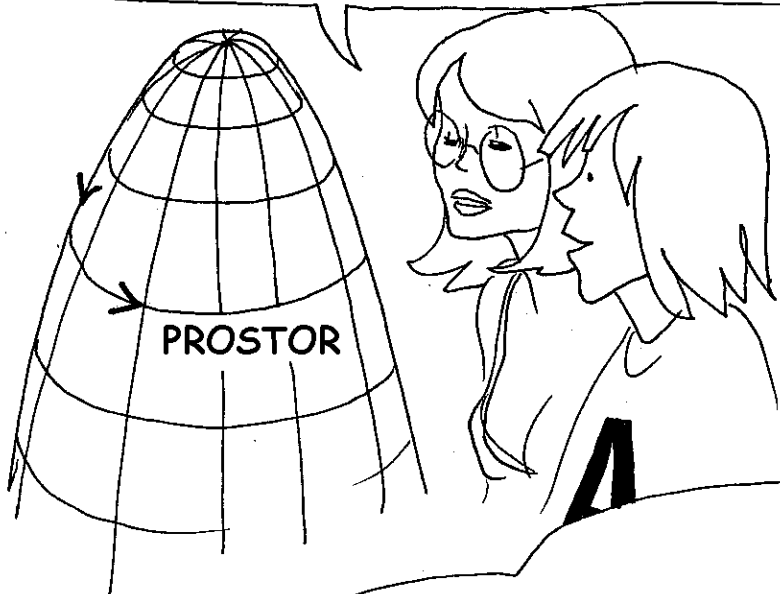
Lustr z geodetik



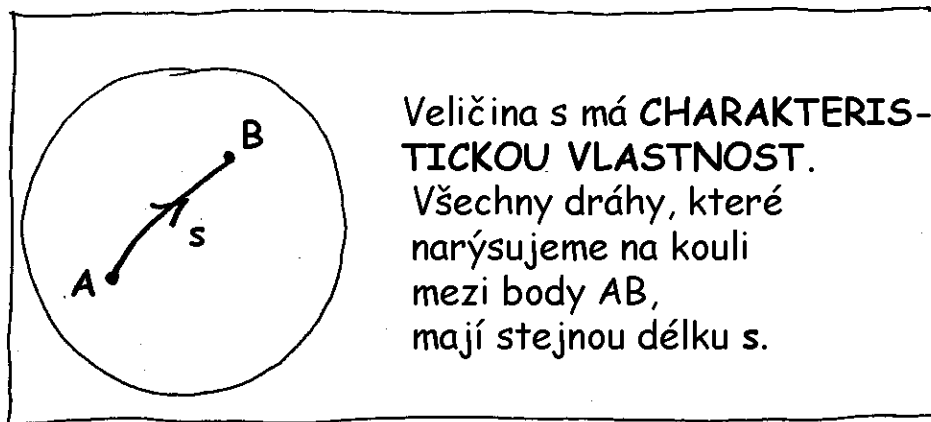
Na hyperploše jsme vybrali skupinu geodetik, které se sbíhají do jednoho bodu. Rozhodli jsme se určit křivočarou souřadnici  $s$ . Měřit délku křivek, které jsme nově nazvali **VESMÍRNÝMI ČÁRAMI**, by znamenalo určit **VESMÍRNÝ ČAS  $t$** .



Kolmo k čarám se nacházela třírozměrná hyperplocha z bodů položených ve stejném EKVINOKCIU  $s$ .  
Hyperplochu jsme zařadili do FYZIKÁLNÍHO prostoru.  
Viz dvojrozměrný obrázek naproti.

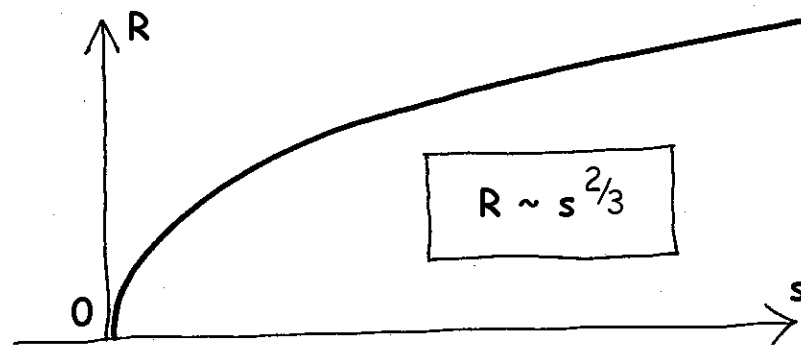


Figurují tam všechny rovnice, které obsahují veličiny  $G$ ,  $c$ ,  $m$ ,  $e$ ,  $\alpha$ ,  $\mu_0$ , které jsme pokládali za ABSOLUTNÍ KONSTANTY. Ztotožnění  $s$  s časem fungovalo docela dobře. Z tohoto nápadu se zrodil model BIG BANG.



Veličina  $s$  má CHARAKTERISTICKOU VLASTNOST. Všechny dráhy, které narýsuje na kouli mezi body AB, mají stejnou délku  $s$ .

Kosmologický neboli STANDARDNÍ MODEL přináší řešení:



A co jako?

(\* ) Řešení nazýváme také GAUSSOVY SOUŘADNICE.

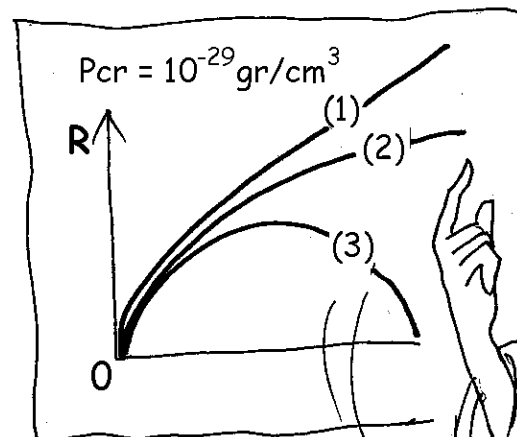
Standardní model zažil svá léta slávy, byl opěvován a oslavován.

Vědci dokonce vypočítali, že vzdálená budoucnost vesmíru závisí na jeho současné hustotě, která může být nižší, shodná nebo vyšší než kritická hodnota  $10^{-29} \text{ gr/cm}^3$  (\*).

Když došlo k objevu, že se vesmír naopak postupně zrychluje, tak modelu odzvonilo (viz album "UNIVERS GEMELLAIRE").



A lidé se obrátili do minulosti?



**KVANTOVÁ MECHANIKA** nebyla schopná popisovat jevy, které probíhaly za kratší dobu než:

$$\text{Planckův čas } t_p = \sqrt{\frac{hG}{c^3}} = 10^{-43} \text{ s}$$

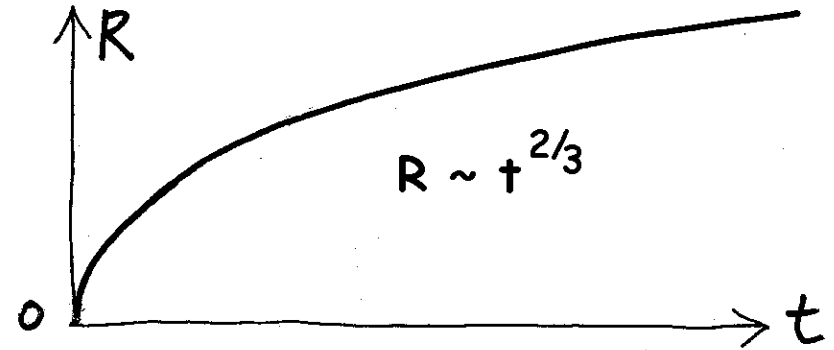
nebo na kratších vzdálenostech než:

$$\text{Planckova délka } L_p = \sqrt{\frac{hG}{c^5}} = 10^{-33} \text{ cm}$$

(\* ) Viz poslední strany alba GEOMETRIKON (1980).

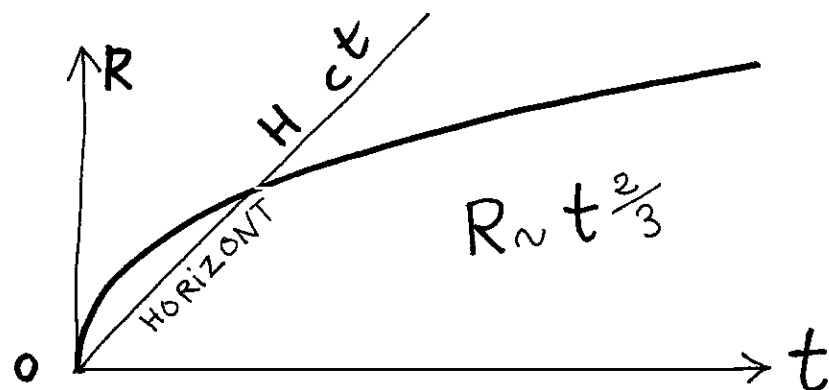
# PLANCKŮV ČAS

Nikdo nepochyboval o tom, že to, co fungovalo v přítomnosti mohlo fungovat i ve vzdálené minulosti. Vážně se spekovalo o možném stavu vesmíru v době, kdy  $t$  bylo nižší než Planckův čas. A nikdo si ani na okamžik neuvědomil, že vše závisí především na hypotéze, že  $G$ ,  $h$  a  $c$  jsou **ABSOLUTNÍ KONSTANTY**, které nejsou ovlivnitelné kosmickým vývojem.



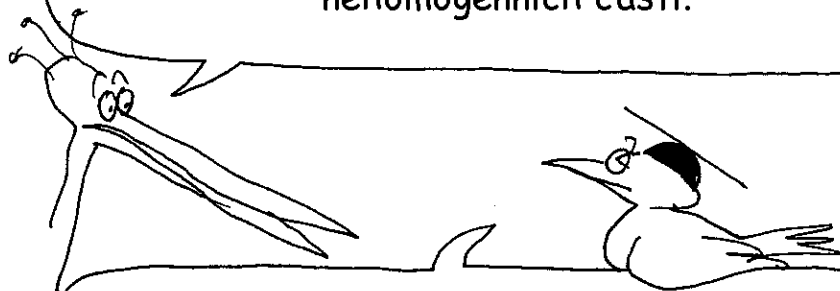
Počkejte, počkejte! Mohu citovat spoustu článků od těch nejserióznějších lidí, kteří dokázali, že kdybychom se dotkli některé z konstant, kdybychom předpokládali, že došlo během vývoje k sebemenší změně, tak by to přineslo nesnesitelné rozpory v pozorování!

# POKRAČUJTE V CHŮZI! NENÍ TU NIC ZAJÍMAVÉHO!



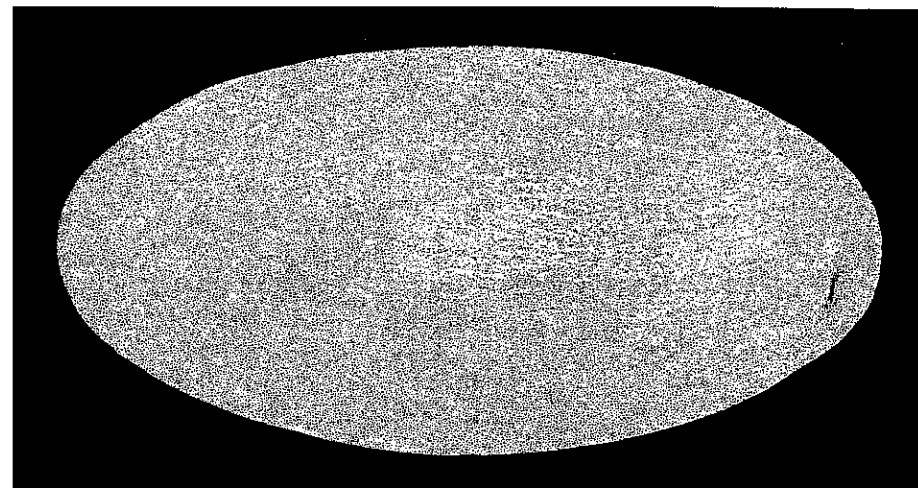
V roce 1992 družice COBE, která prováděla první přesná měření mikrovlnného reliktního záření CMB (\*) zachytila obrázek vesmíru z doby jeho zrodu a dokázala, že vesmír je na setinu tisícinu homogenní.

Nechápu to. V časopisech a na internetu je k vidění spousta pěkně barevných nehomogenních částí.



Protože počítače ukazují kontrast. Skutečná fotka odpovídá obrázku vpravo.

Obrázek s výhradním právem: prvotní vesmír



ve skutečné podobě!

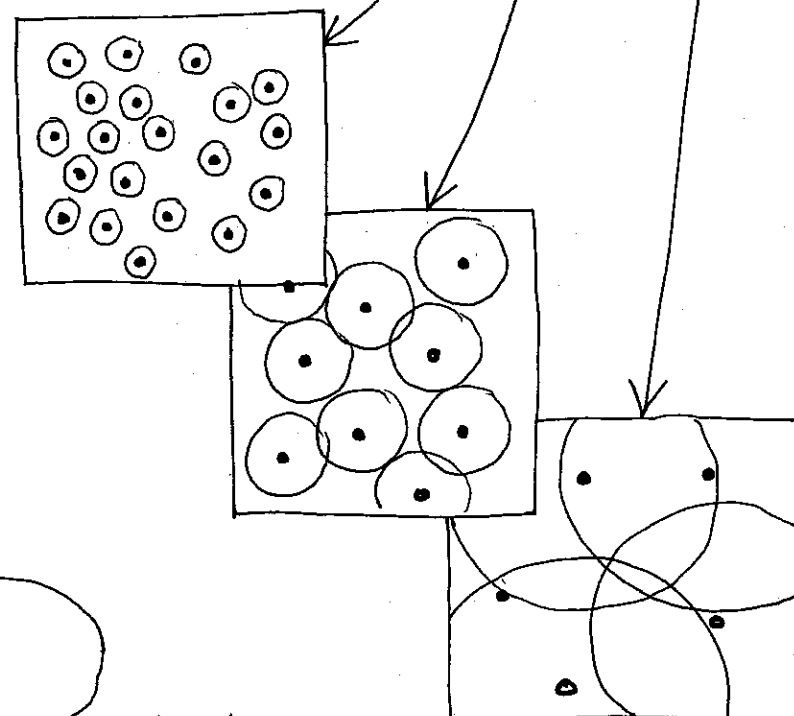
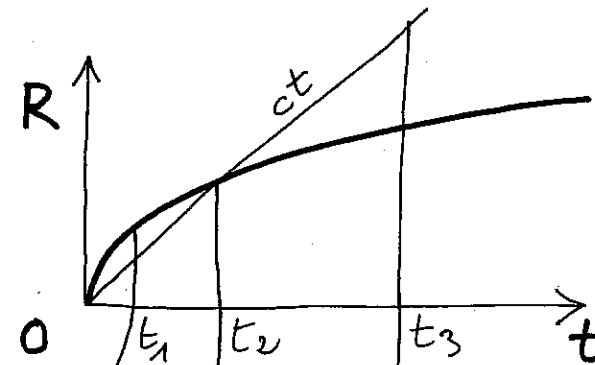
(\*) Cosmic Microwave Background

Tato úžasná nestejnorodost je paradoxem, který se nedá obejít. Jestliže je rychlost světla neměnná, tak se elektromagnetická vlna (\*) vyslaná v okamžiku nula, bude šířit jako bublina o poloměru  $ct$ . Jevu se říká **HORIZONT ČÁSTIC**.

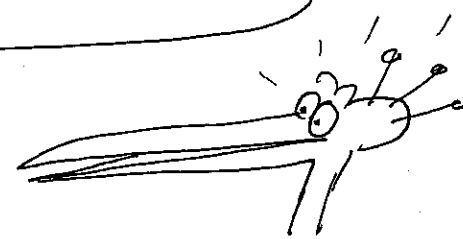
Podívejte se ale na křivku na předešlé straně: vzdálenost mezi částicemi roste jako  $R$ . Tudíž v tomto okamžiku se částice vzdalují rychlostí vyšší než  $c$ . Navzájem se zcela ignorují... Jedná se tedy o autistický vesmír. Jak ale za těchto podmínek vysvětlit, že vesmír, jehož částice na sebe nikdy vzájemně nepůsobily, je velmi stejnorodý?

Vedení

(\*) pohybující se rychlostí  $c$



Musí přece existovat nějaké řešení: rychlost světla byla možná v minulosti vyšší (\*\*).

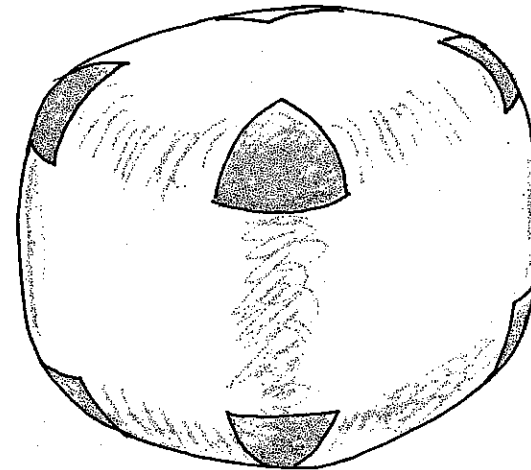
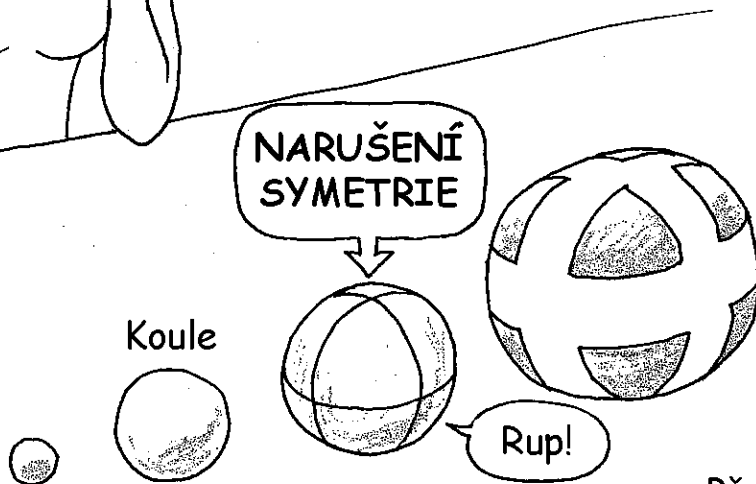


(\*\*) Autor poprvé rozvinul myšlenku v roce 1988.  
 "An interpretation of cosmological model with variable light velocity" Modern Phy. Lett. A. Vol. 3, N° 16, listopad 1988, str. 1527.

# NARUŠENÍ SYMETRIE



Pokud chceme na něco přijít, tak si myslím, že bychom se měli znovu podívat na Anselmův obrázek a vrátit se zpátky v čase. Dostaneme se určitě do okamžiku, kdy se osm oblých rohů krychle vzájemně propojí a vytvoří kouli.

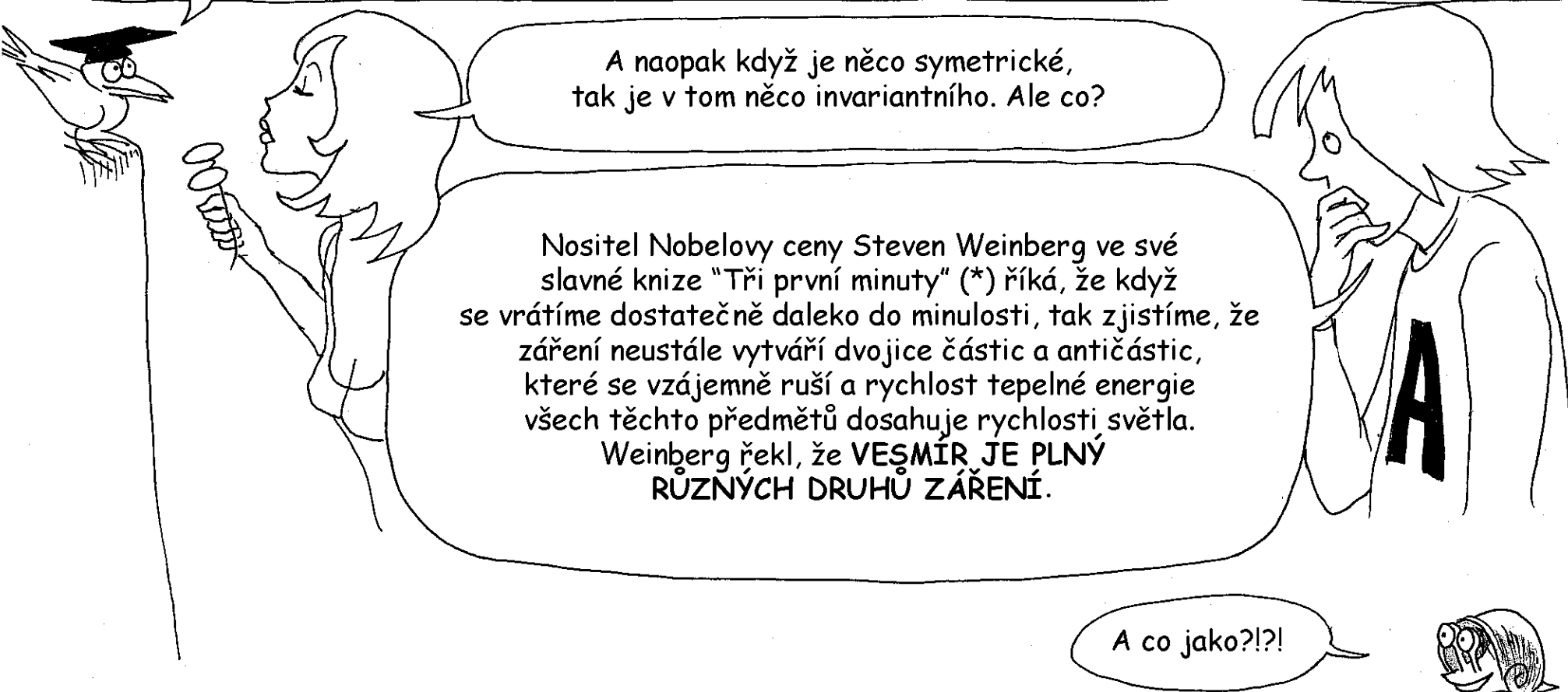


Osm vrcholů krychle tvoří neroztažitelné části koule.

Předmět, který vlastní symetrii krychle, má několik symetrických ploch, symetrických os a diskrétních rotací  $\pi/2$ ,  $\pi$ ,  $3\pi/2$ . Koule je nesrovnatelně symetričtější (\*), protože všechny roviny, které prochází jejím středem jsou symetrické. Pokud kouli otočíme o libovolný úhel kolem kterékoli osy, která prochází jejím středem, tak se koule nezmění.

(\*) Symetrie  $O(2)$

Ale krychle s oblými rohy nám sloužila pouze jako příklad, obrázek vesmíru, který obsahuje osm "hmotných kup" a je uspořádaný jako pravidelný mnohostěn. V dvojrozměrném prostoru bychom si mohli představit také kouli, která by se rozbila na velké množství pevných úlomků spojených roztažitelnými prvky euklidovské plochy. Zcela by tak ztratila původní symetrii a došlo by k **NARUŠENÍ SYMETRIE**. Jenže v teoretické fyzice je taková událost synonymem velkých změn týkajících se například rozpínání vesmíru.



A naopak když je něco symetrické, tak je v tom něco invariantního. Ale co?

Nositel Nobelovy ceny Steven Weinberg ve své slavné knize "Tři první minuty" (\*) říká, že když se vrátíme dostatečně daleko do minulosti, tak zjistíme, že záření neustále vytváří dvojice částic a antičástic, které se vzájemně ruší a rychlost tepelné energie všech těchto předmětů dosahuje rychlosti světla. Weinberg řekl, že **VEŠMÍR JE PLNÝ RŮZNÝCH DRUHŮ ZÁŘENÍ**.

A co jako?!?!



(\*) Autor alba **BIG BANG** z roku 1982 se inspiroval touto knihou.





To znamená, že jakmile by hmotné částice (\*) téměř dosahovaly rychlosti světla, tak by se chovaly jako **ZÁŘENÍ**...

Získaly by vlastnost "fotonového plynu": **STLAČITELNOST**.

Počkejte, ne tak rychle! Vlnová délka fotonů  $\lambda_\phi$  se mění v závislosti na  $R$ . Pokud říkáte pravdu, tak by se **COMPTONOVA VLNOVÁ DÉLKA**, která udává velikost částic

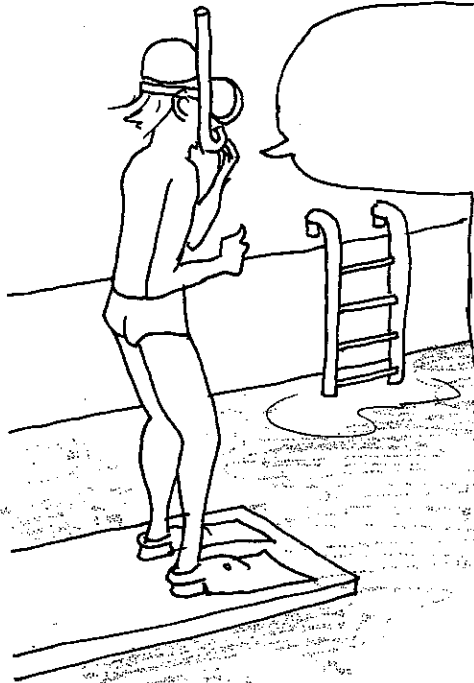
$$\lambda_c = \frac{h}{mc}$$

měnila stejně! A k tomu by bylo třeba, aby se jedna z konstant, například  $c$ , také měnila!!!

Když už jsme u toho, proč jen **JEDNA** konstanta a ne **VŠECHNY** konstanty najednou?

Začíná to být napínavé!

(\*) Antihmota má hmotnost  $m$  a pozitivní energii  $mc^2$ .



Nastala chvíle, kdy člověk do toho musí skočit!  
Budu současně měnit **VŠECHNY FYZIKÁLNÍ KONSTANTY**.  
Zvolil jsem čtyři hypotézy:

- Nesmí to odporovat žádné fyzikální rovnici.
- Všechny charakteristické délky se budou měnit podle  $R$ .
- Všechny charakteristické doby se budou měnit podle  $t$ .
- Všechny nejrůznější energie zůstanou zachovány.



V **OBECNÉ TEORII RELATIVITY** se setkáváme  
s charakteristickou délkou, **SCHWARZSCHILDŮVYM POLOMĚREM**  $R_s$ .

$$L_S = \frac{2Gm}{c^2}, \text{ což platí pro } \frac{Gm}{c} \sim R \quad (*)$$

$G$  je "gravitační konstanta".

(\*) Znaménko  $\sim$  znamená "mění se v závislosti na".

V oblasti OBECNÉ RELATIVITY píšeme slavnou Einsteinovu rovnici takto:

$$S = - \frac{8\pi G}{c^2} T$$

Zlomek představuje EINSTEINOVU KONSTANTU (\*), která musí být z matematických důvodů neměnná:

$$G \sim c^2$$

Spojím to a získám první zákon:

$$m \sim R$$

Mimochodem získám také gravitační konstantu, která se mění v závislosti na:

$$G \sim \frac{1}{R}$$

Teď přihodím do hrnce hypotézu o stlačitelnosti částic:

$$\lambda_c = \frac{h}{mc} \sim R$$

Hmota  $m$  roste v závislosti na charakteristické velikosti vesmíru  $R$ . Na mou věru, proč ne? Zkombinujeme to s hypotézou o zachování energie  $mc^2 = \text{KONSTANTA}$ .

$$c \sim \frac{1}{\sqrt{R}}$$

Jé, rychlost světla se v tomto modelu mění. Pokračujme.

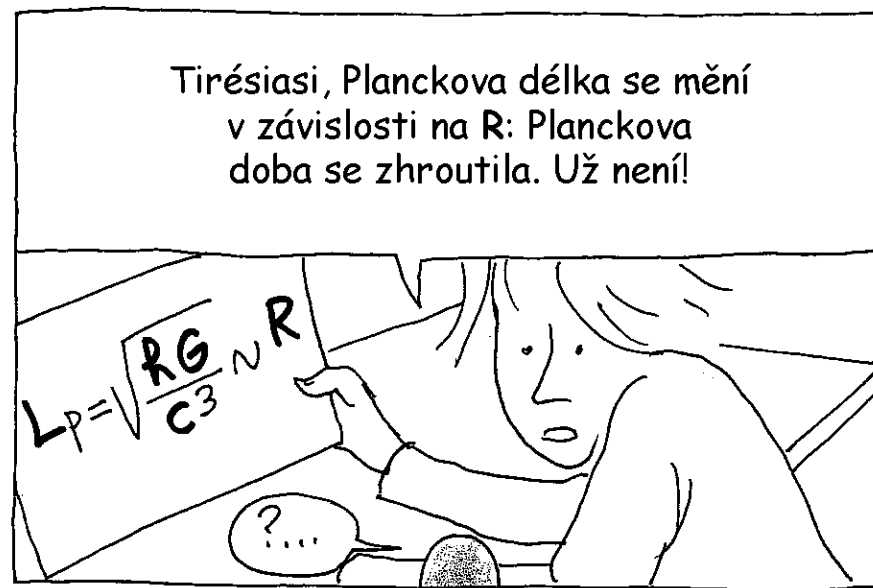
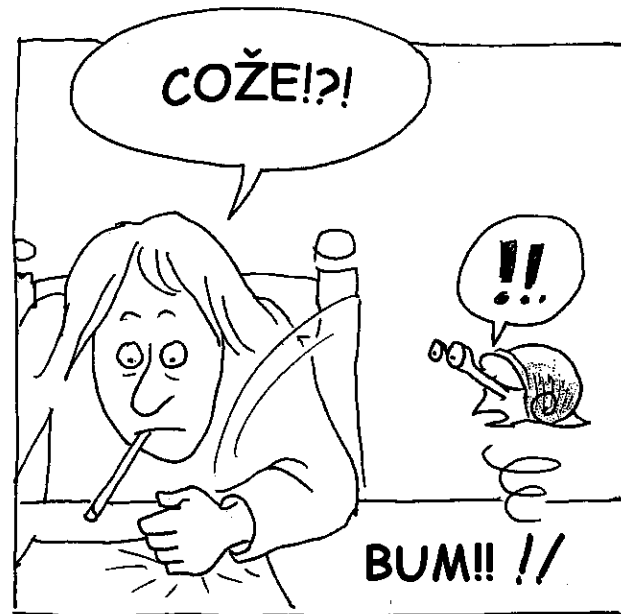
CHRRR...

Získal jsem Planckovu konstantu, která se mění v závislosti na:

$$h \sim R^{3/2}$$

CHRRR

(\* ) Se zápisem  $\chi = - \frac{8\pi G}{c^4}$  se setkáváme v současných publikacích.  
Rozdíl pramení ze způsobu zápisu tenzoru  $T$ .



# DRUHÝ DEN RÁNO

Říkám si, k čemu to zkrátka a dobře  
vlastně všechno je?  
Anselme přišel pouze na to, že všechny fyzikální  
rovnice (\*) jsou invariantní.  
Říkáme tomu  
**KALIBRAČNÍ TRANSFORMACE.**

Ale uvědomte si jednu věc:  
měřicí a observační přístroje  
jsou sestavené na základě  
stejných rovnic.

Závěr: Tento systém svou podstatou  
znemožňuje uskutečnit pokus nebo vytvořit  
observační přístroj, který by umožnil dokázat  
sebemensi **ZMĚNU**. Měřicí a observační  
přístroje jsou "obdobně odvozené" od veličin,  
které mají měřit.

Všechno, co jsem udělal, je tedy k ničemu?

(\*) Maxwellova, Schrödingerova invariance rovnic - viz příloha.

Je to zajímavý matematický úkol. Ale jaký má smysl, když stejně nemůžete nic změřit? Je to stejné, jako chtít dokázat zvýšení teploty v místnosti tím, že změříte dilataci železného stolu pomocí pravítka ze stejného kovu.

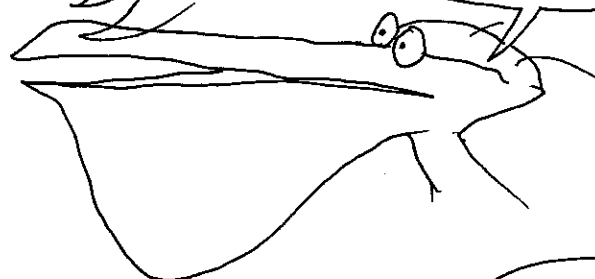


Cha, cha!

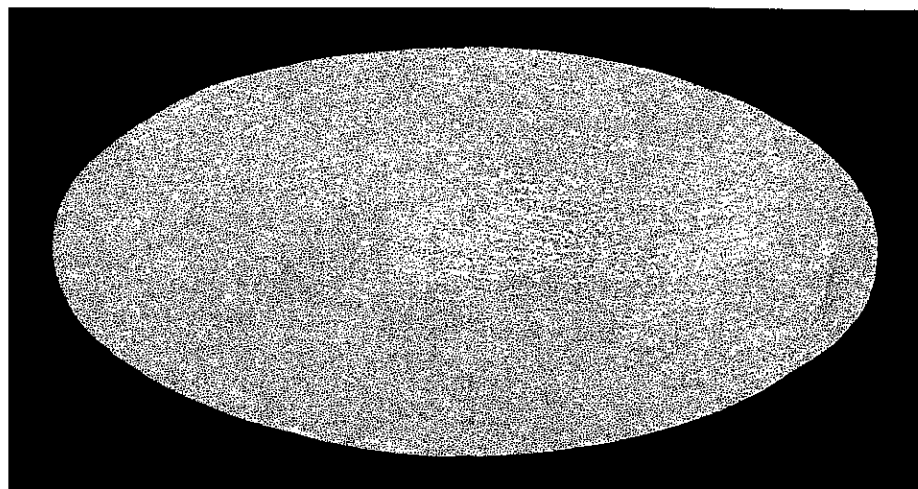
Počkej, počkej, existuje něco, co **POZORUJEME** a co by tento model mohl vysvětlit.



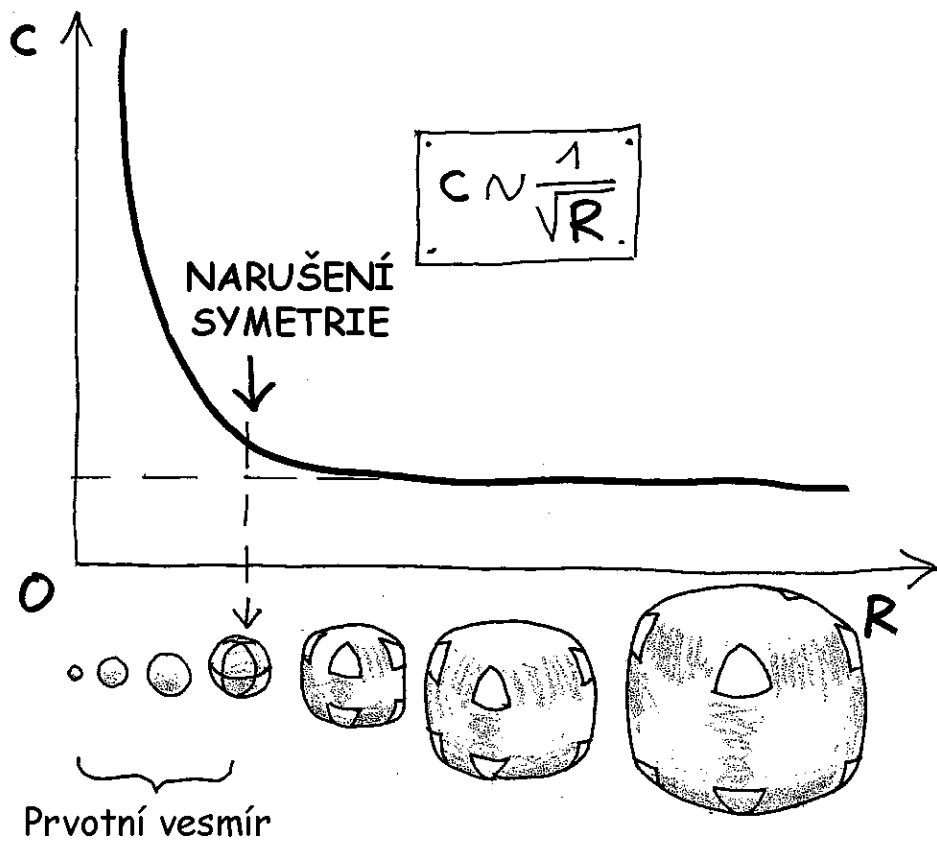
A co to jako je?



Tohle!



Prvotní vesmír



$$c \sim \frac{1}{\sqrt{R}} \quad G \sim \frac{1}{R} \quad \rho \sim R^{3/2}$$

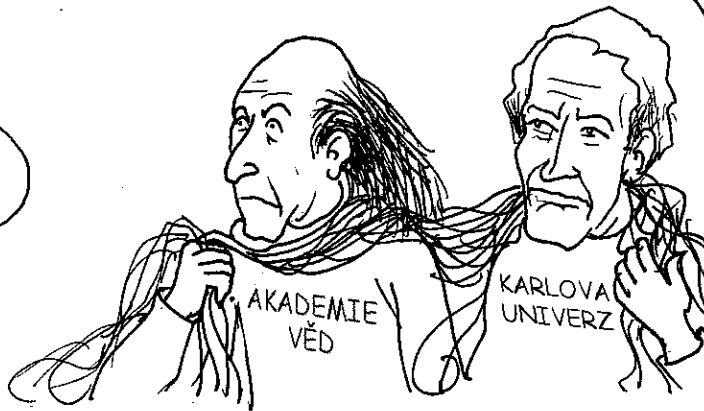
$$m \sim R \quad e \sim \sqrt{R} \quad \epsilon_0 = \text{const}$$

$$\alpha = \text{const} \quad \mu_0 \sim R \quad (*)$$

( viz příloha )

Rychlost světla se v Anselmově modelu (\*) měnila (vesmír byl ještě v prvotním stavu), před NARUŠENÍM SYMETRIE. HORIZONT ČÁSTIC už není  $ct$  s neměnným  $c$ , ale vypočítává se pomocí INTEGRÁLU (viz příloha). Zjistíme, že horizont částic se mění v závislosti na  $R$ , což vysvětluje HOMOGENEITU vesmíru ve všech vzdálených dobách.

Sakra!



Všude se tu povalují vaše superstruny. Ještě o ně někdo zakopne!

(\*) Autor publikoval model ve výborných vědeckých časopisech s "lektorskou radou" v letech 1988-89, 1995, 2001. Model zůstal ale zcela bez povšimnutí...



**KONEC**



# PŘÍLOHA

Nejprve spočítáme HORIZONT ČÁSTIC.

Pokud se rychlost světla nemění, tak se horizont rovná  $H = ct$ .

V prvotním vesmíru se rychlost mění  $c \sim \frac{1}{\sqrt{R}}$

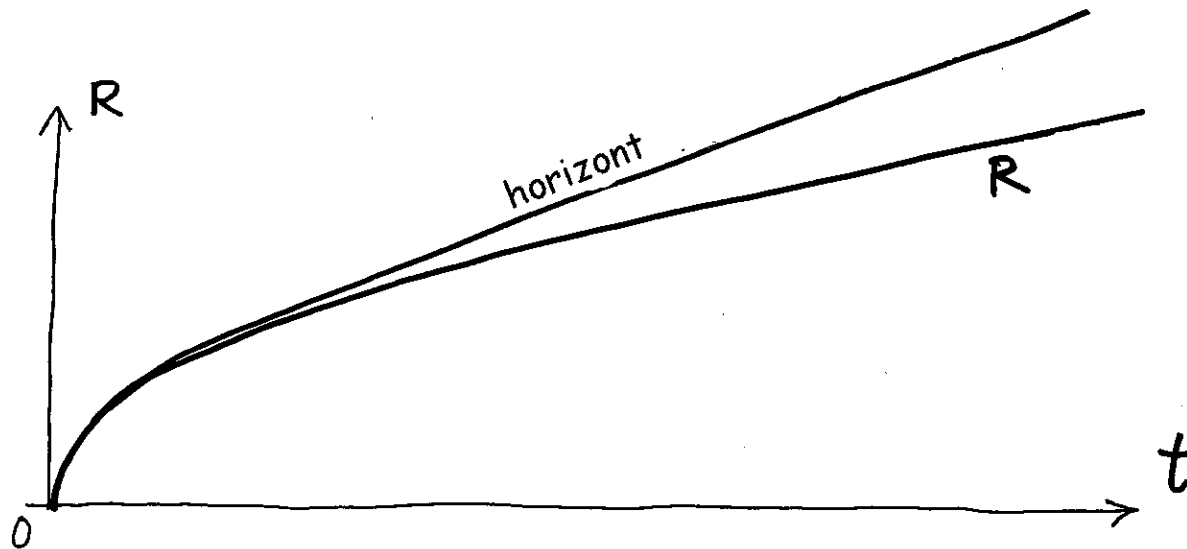
Horizont vyjadřujeme pomocí integrálu:

$$H = \int_0^{t(\text{present})} c(t) dt \sim \int_0^{t(\text{present})} \frac{dt}{\sqrt{R}}$$

$$\text{ale } t \sim R^{3/2} \Rightarrow dt \sim \sqrt{R} dR \Rightarrow \text{horizont} \sim \int_0^{R(\text{present})} dR = R$$

horizont  $\sim R$

Grafické shrnutí:



# ZÁKLADNÍ ROVNICE KALIBRAČNÍ INVARIANCE

Všechny fyzikální rovnice, které obsahují nejen prostorové a časové veličiny jakožto proměnné, ale také "konstanty" obsažené v těchto rovnicích, jsou na kalibrační transformaci nezávislé. Když umístíme rovnice mimo prostor, tak znázorníme kalibrační rovnice. Například Maxwellovy rovnice:

$$\boxed{\nabla \times \mathbf{B} = -\frac{1}{c^2} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}} \quad \boxed{\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}} \quad \boxed{\nabla \cdot \mathbf{B} = 0} \quad \boxed{\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho_e}{\epsilon_0}}$$

Použijme "všeobecnou" metodu, která uvede vše mimo prostor.

$$\mathbf{B} = \mathbf{B} \beta; \quad \mathbf{E} = \mathbf{E} \epsilon; \quad c = c \xi; \quad t = t \tau; \quad \frac{\partial}{\partial t} = \frac{1}{t} \frac{\partial}{\partial \tau}$$

$$\nabla = \begin{cases} \frac{\partial}{\partial x_1} = \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \xi_1} \\ \frac{\partial}{\partial x_2} = \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \xi_2} \\ \frac{\partial}{\partial x_3} = \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \xi_3} \end{cases} \quad \text{write } \delta \quad \begin{cases} \frac{\partial}{\partial \xi_1} \\ \frac{\partial}{\partial \xi_2} \\ \frac{\partial}{\partial \xi_3} \end{cases} \quad \left| \quad \begin{aligned} \frac{\mathbf{B}}{R} \delta \times \beta &= -\frac{\mathbf{E}}{c^2 t} \frac{\partial \epsilon}{\xi^2 \partial \tau} \\ \frac{\mathbf{E}}{R} \delta \times \epsilon &= -\frac{\mathbf{B}}{t} \frac{\partial \beta}{\partial \tau} \end{aligned}$$

Když spojíme obě rovnice, tak získáme:  $\Rightarrow$

$$\boxed{R = c t}$$

což odpovídá rovnicím uvedeným výše.

Napišeme, že Bohrov poloměr se mění jako faktor R.

$$R_b = \frac{\hbar^2}{m_e e^2} \sim R; \quad m_e \sim m \sim R; \quad e \sim \frac{\hbar}{R}; \quad \hbar \sim R^{3/2} \rightarrow \boxed{e \sim \sqrt{R}}$$

Konstanta jemné struktury  $\alpha$  určuje geometrii atomů. Rozhodli jsme se z ní udělat absolutní konstantu.

$$\alpha = \frac{e}{\epsilon_0 \hbar c} = \text{cst} \Rightarrow \boxed{\epsilon_0 = \text{konstanta}}$$

$\epsilon_0$  a  $\mu_0$  jsou na sobě závislé:  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$  tudíž  $\boxed{\mu_0 \sim R}$

Udělali jsme hypotézu, že všechny druhy energie zůstávají zachovány. Tlak je hustota energie na jednotku objemu, tudíž:

$$E_{\text{magnet}} = R^3 \frac{B^2}{2\mu_0} = \text{cst} \Rightarrow \boxed{B \sim \frac{1}{R}}$$

$$E_{\text{electr}} = R^3 \epsilon_0 E^2 = \text{cst} \Rightarrow \boxed{E \sim \frac{1}{R^{3/2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{E}{B} = \frac{1}{\sqrt{R}}$$

V souladu s tím, co jsme získali u Maxwellových rovnic:  $\frac{E}{B} \sim \frac{R}{t} \sim \frac{1}{\sqrt{R}}$

Jak se mění rychlosti  $V$ ?

Kinetická energie =  $\frac{1}{2} m V^2$  Pokud zůstane zachovaná:

$$V \sim \frac{1}{\sqrt{R}} \sim C$$

Nezapomeňme na hustotu  $\rho = n m$

Pokud předpokládáme, že množství se uchovává:  $n R^3 = \text{const}$

$$\rho \sim \frac{1}{R^3}$$

Podívejme se, jak se chová Jeansova vzdálenost - charakteristická délka spojená s gravitační kolísavostí:

$$L_J = \frac{V}{\sqrt{4\pi G \rho m}} \quad \text{Získáme: } L_J \sim R$$

Stejně tak zjistíme, že Jeansův čas závisí na:  $t_J = \frac{1}{\sqrt{4\pi G \rho}} \sim t$

Když aplikujeme tuto metodu na jakoukoli fyzikální oblast, tak se vždy vrátíme k základním hypotézám.

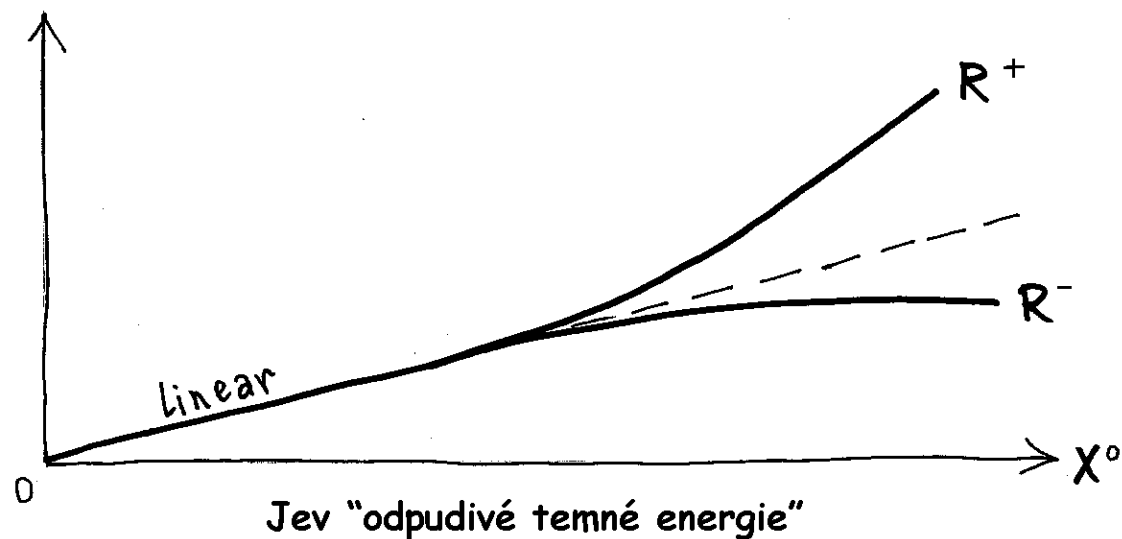
Najdeme například, že účinný průřez kolizí se mění jako  $R^2$ . Zjistíme například, že Debyeova délka se mění jako  $R$  a tak dále...

Na závěr naší studie se musíme pokusit vytvořit souvislosti s nestandardním modelem vesmíru, který jsme popsali v albu "L'UNIVERS GEMELLAIRE".

Tento model znázorňuje dva graduační faktory  $R^+$  a  $R^-$ . Když uskutečníme izotropické a homogenní hypotézy v obou populacích hmoty (v kosmologii to neumíme udělat jinak), tak hledáme "společná řešení" ve tvaru metriky Robertson-Walker, která nás dovede k systému dvou spojených diferenciálních rovnic:

$$\begin{cases} R^{+''} = \frac{1}{R^{+2}} \left[ \frac{R^{+3}}{R^{-3}} - 1 \right] \\ R^{-''} = \frac{1}{R^{-2}} \left[ \frac{R^{-3}}{R^{+3}} - 1 \right] \end{cases}$$

Rozpínání, které začíná  $R^+ = R^-$  je lineární. Jde ale o nestabilní řešení, protože se rozpínání v jedné z populací zrychlí. A zrychlí se v naší populaci. Model ukazuje



# LORENTZOVA INVARIANCE

V prvotním vesmíru je vývojový zákon lineární:  $R^+ = R^- \sim X^0$

Robertson-Walkerovy metriky mají, za předpokladu, že ukazatel zakřivení je nulový ( $k = 0$ ), stejný tvar:

$$d\Delta^2 = dX^{0^2} - R^2 [du^2 + u^2 d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2]$$

Kartézské souřadnice:

$$d\Delta^2 = dX^{0^2} - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Tento prostor je pod vlivem Lorentzovy skupiny místně neměnný.  
Spojíme to s modelem s proměnlivou rychlostí světla a budeme psát:

$$X^0 \sim R ; dX^0 \sim dR \sim t^{-\frac{1}{3}} dt \sim \frac{dt}{\sqrt{R}} \sim c(t) dt$$

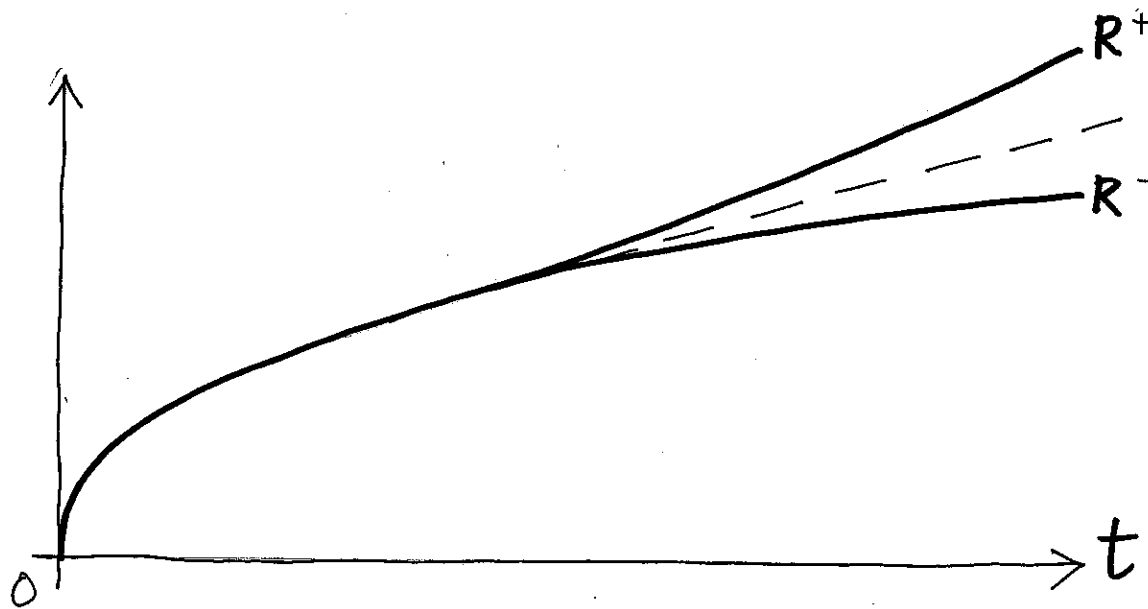
Jde o všeobecnou rovnici, která umožňuje přejít od časové proměnné  $X^0$  k času:  $dX^0 = c(t) dt$

$$\text{Před narušením symetrie: } dX^0 \sim t^{-\frac{1}{3}} dt \Rightarrow X^0 \sim t^{\frac{2}{3}}$$

Jestliže se  $c$  chová po narušení symetrie jako absolutní konstanta, tak získáme:  $X^0 = ct$

# EVOLUCE

Můžeme narýsovat vývoj obou vesmírů podle času, tak jak jsme ho právě definovali.

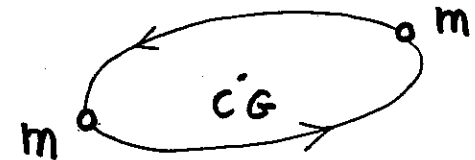


# ZENÓNŮV PARADOX

Chápeme ale plně definici té nepolapitelné věci, které říkáme "čas"?

To by od nás bylo domýšlivé. Maximálně jsme spojili paradox o homogeneitě prvotního vesmíru s něčím, co se zdá a priori méně náročné na hypotézy než teorie INFLACE.

Následující myšlenka nám ale ukáže, že to bude ještě hodně složité. Představme si jednoduché hodiny, které se skládají ze dvou hmot, jež obíhají kolem jejich společného těžiště. Spočítáme, kolik tyto "hodiny", které jsou stejně "stlačitelné" jako prvotní vesmír a které bez potíží proniknou vesmírnými turbulencemi, udělaly koleček od "okamžiku nula":



Oběžná doba rotace:  $T = \frac{2\pi r^{3/2}}{Gm}$        $Gm = Cst$        $r \sim R$        $T \sim t \sim R^{3/2}$

Zde je výsledek:  $N = \int_0^{R_0} \frac{dR}{R^{3/2}} = \left[ \frac{1}{\sqrt{R}} \right]_0^{R_0} = \text{NEKONEČNO!}$

Upřímně obdivuji lidi, kteří se vážně zamýšlejí nad "okamžikem nula" a dokonce přemýšlejí o tom, co bylo "předtím".

