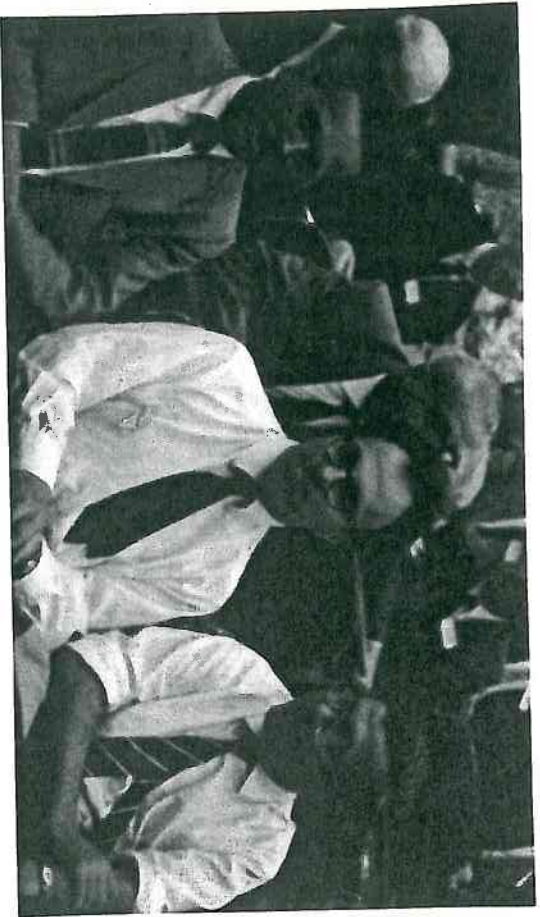


III

VELKÝ TŘEŠK

TEORIE STACIONÁRNÍHO VESMÍRU



Thomas
Gold

Hermann
Bondi

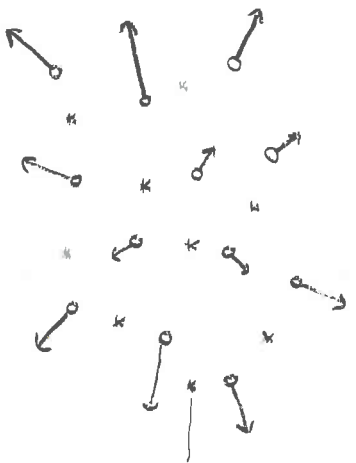
Fred
Hoyle

→ Kompromis mezi statickým vesmírem a vesmírem vzniklým velkým třeskem

→ Galaxie se vzdalují (Hubble)

→ stacionarita \Rightarrow vesmír vypadá pořád stejně

→ vesmír je věčný



ve vesmíru vzniká nová hmota – vytváří galaxie
(vyrovnává pokles hustoty kvůli zředování)

Rychlost tvorby hmoty: "Atom za 100 let v objemu
mrakodrapu Empire State Building"

„VELKÝ PRĚSK“ a „KOSMICKÁ OPERA“



Fred Hoyle: „BIG BANG“

Pak přišla řada na Freda Hoylea. Náhle se vynořil zdánlivě z ničeho v prostoru mezi zářícími galaxiemi. Vyráhl z kapsy nově zrozenou galaxii, roztočil ji a zpíval:

Vznešeně

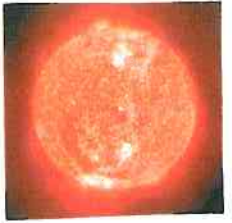
mf Uni-ver-zum bož-ským přá-vem se

od -- -- zádneho dara nepočíná ny-brž

bylo, je a bu de stá-le

... George Gamow: „Pan Tompkins v třetí divu“

VE SMÍR NEVIDÍME VE STEJNOU DOBU



Slunce vidíme
8 minut staré



Proxima Centauri
jak vypadala před
4 lety



Centrum naší
Galaxie
před 30 000 lety



Galaxie v Andromedě
před 2 miliony let



Kupa galaxií v Panně
před 50 miliony let



Hubble Ultra Deep
Field
před 12 miliardami let

RELIKTNÍ ZÁŘENÍ (Cesta tam a zase zpátky...)



Robert Herman George Gamow Ralph Alfer

Jak vypadal vesmír, když mu bylo ~ 700 000 let:

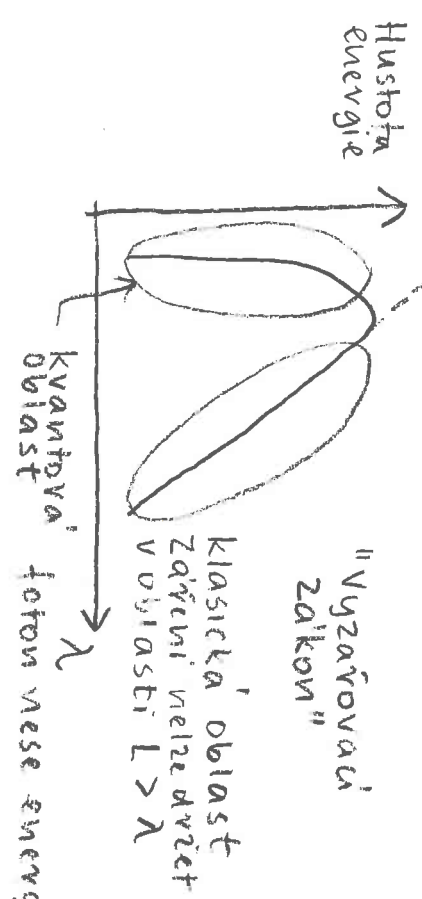
- $T \sim 3000 \text{ K}$ $\Upsilon\text{LEM} \equiv$ "praporečka"
- nejsou atomy pouze směs jader a elektronů } plazma
- volné elektrony často rozptylují fotony

⇒ kváiká střední volná dráha fotonů – "MLHA"
 časté interakce
TERMODYNAMICKÁ ROVNOVÁHA
 (nabídka = poptávka)

System je dokonale popsán teplotou a hustotami zachovávajícími se veličin

SPEKTRUM ZÁŘENÍ V TERMODYNAMICKÉ

ROVNOVÁZE S LÁTKOU (19. století, Max Planck)



typická energie 1 fotonu

termodynamika: $E_{ph} \sim T$

Planck: $\lambda \sim \frac{1}{E_{ph}}$

Vlnová délka fotonu: $\lambda \sim 1/T$

Počet fotonu v daném objemu: $\sim \left(\frac{1}{\lambda}\right)^3 \sim T^3$

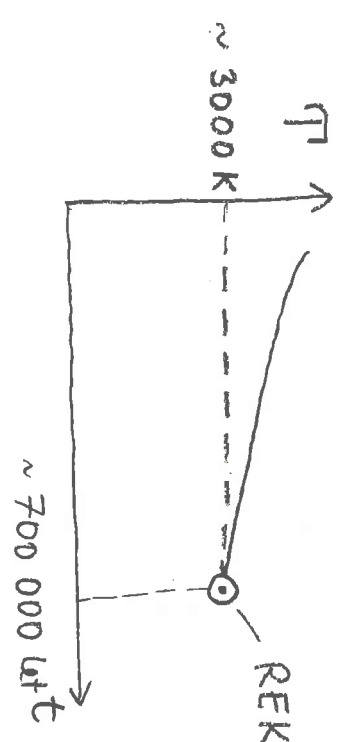
Hustota energie záření: $\sim T \times T^3 = T^4$

$E_{ph} = h\nu \sim \frac{1}{\lambda}$

Stephanův – Boltzmannův Z.

(... a zase zpátky)

→ Rozpínání vesmíru \Rightarrow chlazení záření



REKOMBINACE



dostatečně nízká teplota,
aby se vytvořily atomy



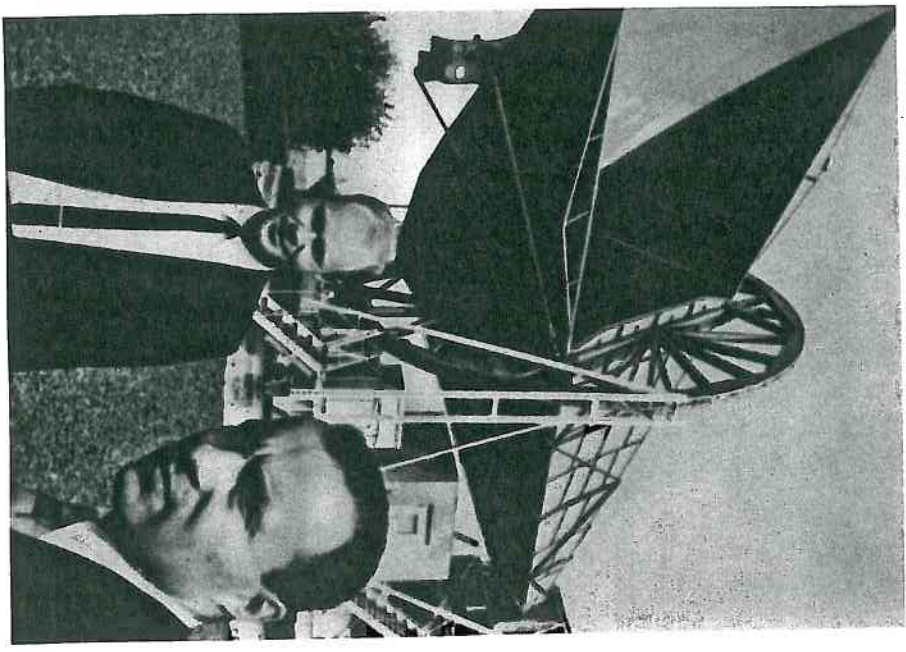
zmizení volných elektronů \Rightarrow látka je průhledná

→ Záření se dále rozpíná nezávisle – nevznikají, nezavikají, nerozptylují se

→ Jeho teplota postupně klesá, rozdělení zůstává Planckovské

\Rightarrow Dnes by mělo mít teplotu $T \sim 2.7 \text{ K}$

OBJEV RELIKTNÍHO ZÁŘENÍ



Arno A. Penzias
Robert W. Wilson

A MEASUREMENT OF EXCESS ANTENNA TEMPERATURE AT 4080 Mc/s

Measurements of the effective zenith noise temperature of the 20-foot horn-reflector antenna (Crawford, Hogg, and Hunt 1961) at the Crawford Hill Laboratory, Holmdel, New Jersey, at 4080 Mc/s have yielded a value about 3.5° K higher than expected. This excess temperature is, within the limits of our observations, isotropic, unpolarized, and free from seasonal variations (July, 1964–April, 1965). A possible explanation for the observed excess noise temperature is the one given by Dicke, Peebles, Roll, and Wilkinson (1965) in a companion letter in this issue.

May 13, 1965
Bell Telephone Laboratories, Inc.
Crawford Hill, Holmdel, New Jersey

A. A. Penzias
R. W. Wilson

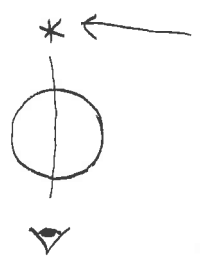
APT (1965)

- Měření rádiových vln mimo rovinu Mléčné dráhy
- Nobelova cena za fyziku 1978

⇒ Měření pouze na jedné vlnové délce – spektrum?
 → Mikrovlnná oblast : R – J zákon
 → Kvantová oblast : Infračervené záření (Neprojde atmosférou)

Pozn

ξ – O_{pn} = mrak mezihvězdného plynu
 pozorování absorbenčních čar kyanu



Rotací stavy jen při $T > 0$
 odhad $T \approx 3K$

COSMIC BACKGROUND EXPLORER

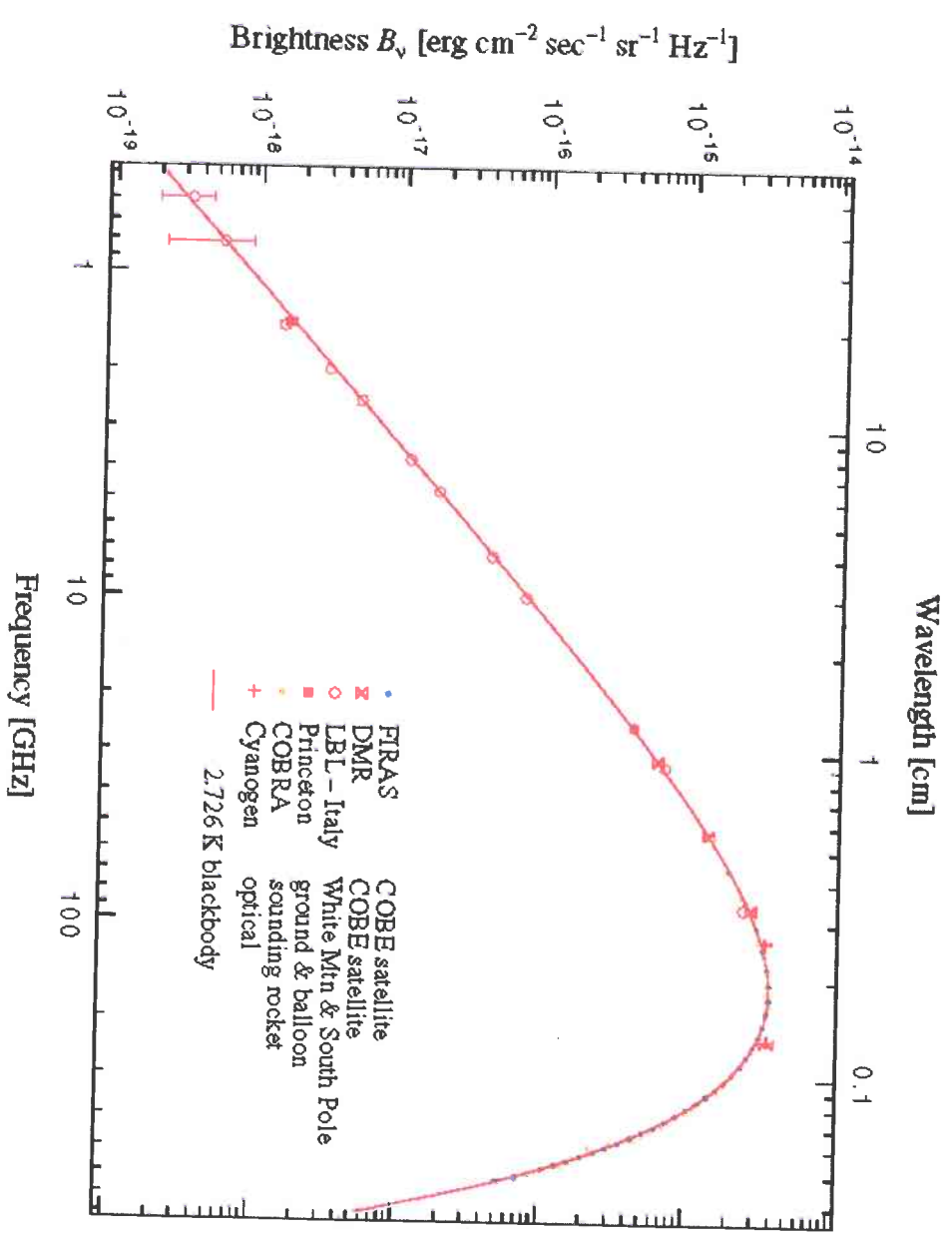


COBE

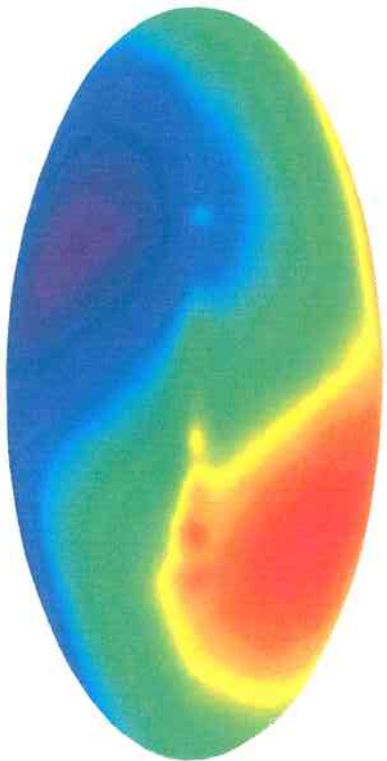
* 18.11.1989

- Far-InfraRed Absolute Spectrophotometer → spektrum CMB
- Differential Microwave Radiometer → anisotropie
- Diffuse InfraRed Background Experiment → emise prachna

"... measured the spectrum of this relict radiation to be as perfect a blackbody as the calibrating source ..."
 (John Mather, Nobelova cena 2007)



ANISOTROPIE V RELIKTNÍM ZÁŘENÍ



1. DIPOLOVÁ ANISOTROPIE

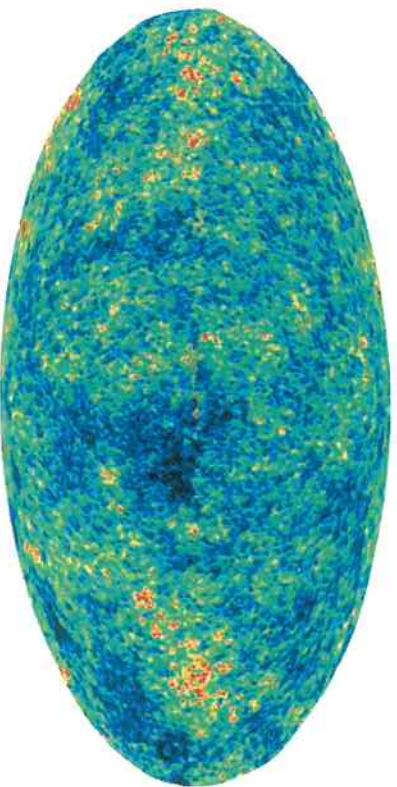
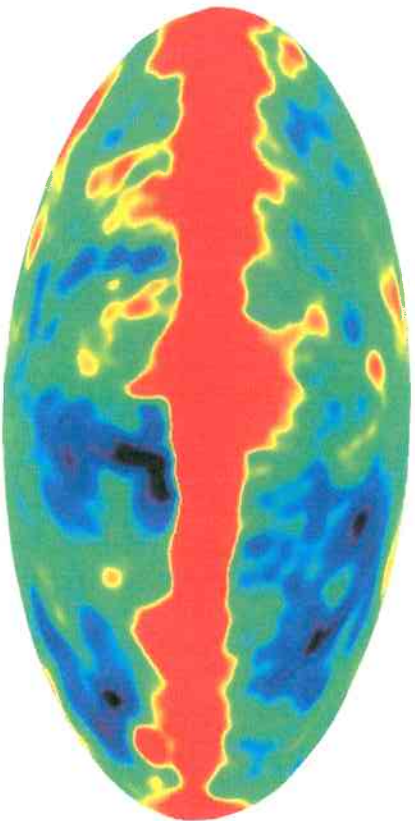
$$\frac{\delta T}{T} \sim 10^{-3}$$

⇒ Pohyb slunce vzhledem k mikrovlnnému záření rychlostí ~ 370 km/s

2. DROBNÉ FLUKTUACE T

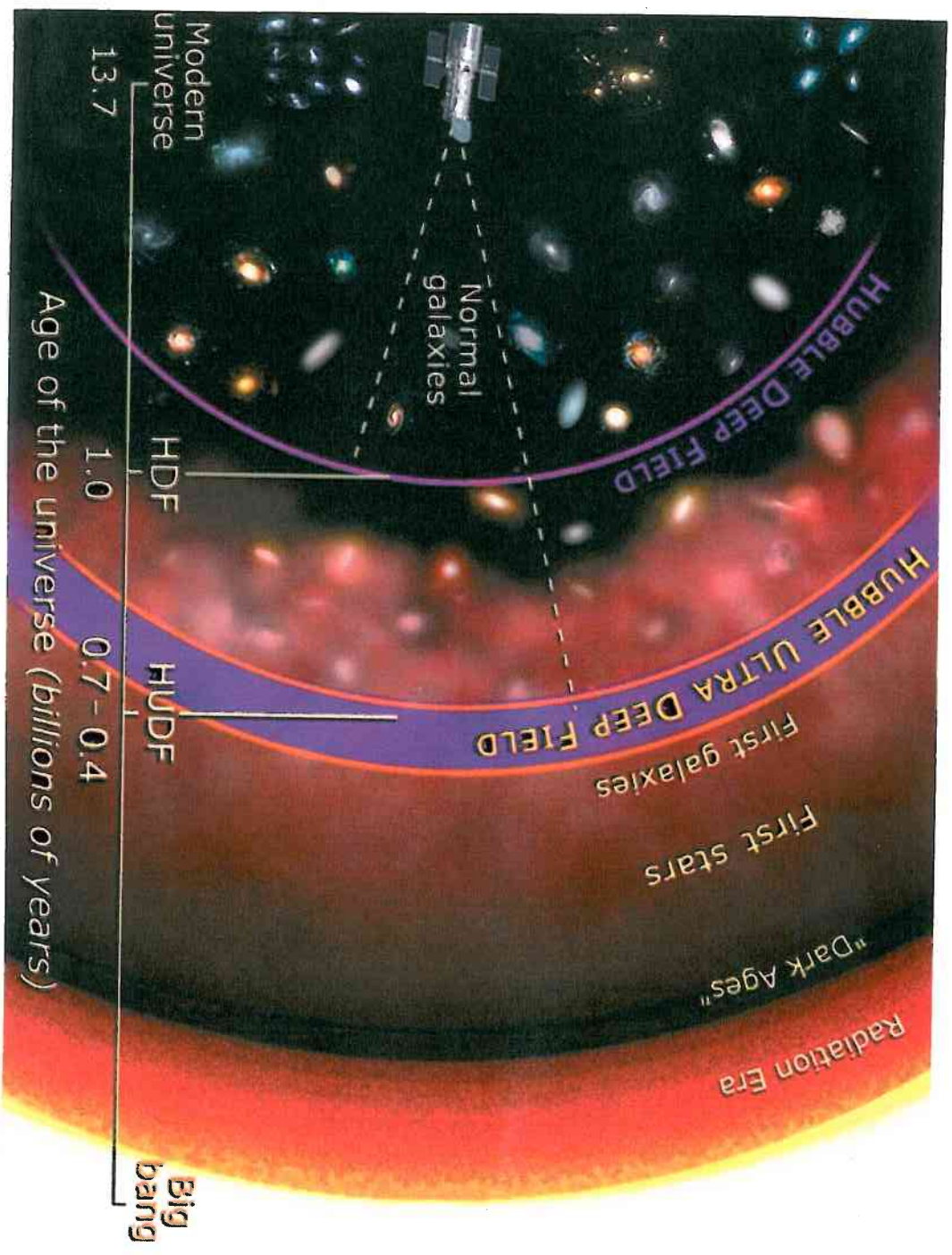
$$\frac{\delta T}{T} \sim 10^{-5}$$

⇒ Nehomogenity v rozložení hmoty jsou nutné k vytvoření struktur
(George Smoot, NC 2007)



... Wilkinson Microwave anisotropy Probe
→ kvantové fluktuae

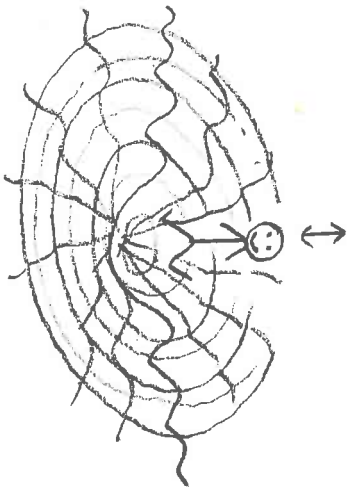
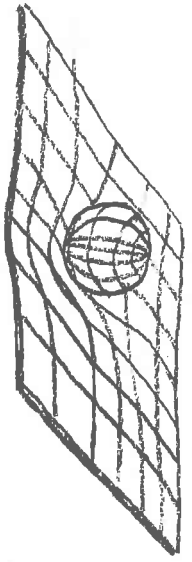
DÁL UŽ NEJZE DOHLÉDNOUT... ... ?



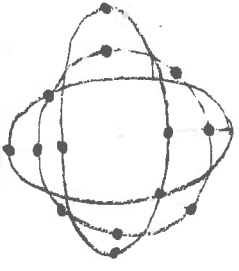
GRAVITAČNÍ ZÁŘENÍ

Einsteinova OTR

(velmi velmi zjednodušeně)



⇒ Pohyb hmoty vyvolává kmitání
 prostoročasu ⇒ GRAVITAČNÍ VLNY



LISA



Gravitace se odděluje
 ↓ od té doby gravitační vlny
 nejsou pohlcovány

