



Čas – skutečnost známá i záhadná

prof. Jan Novotný
Masarykova univerzita

ČAS - NEJDÉMONIČTĚJŠÍ FILOSOFICKÁ KATEGORIE

Co je vlastně čas?

Kdo to může snadno a lehce vysvětlit?

Kdo jej může pochopit svými myšlenkami, aby to pak vyjádřil slovy?

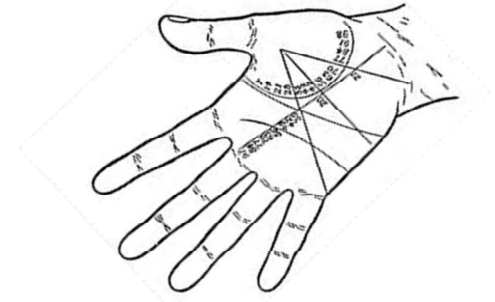
...

Co je tedy čas?

Vím to, když se mě naň nikdo neptá, mám-li to však někomu vysvětlit, nenajdu slova ...

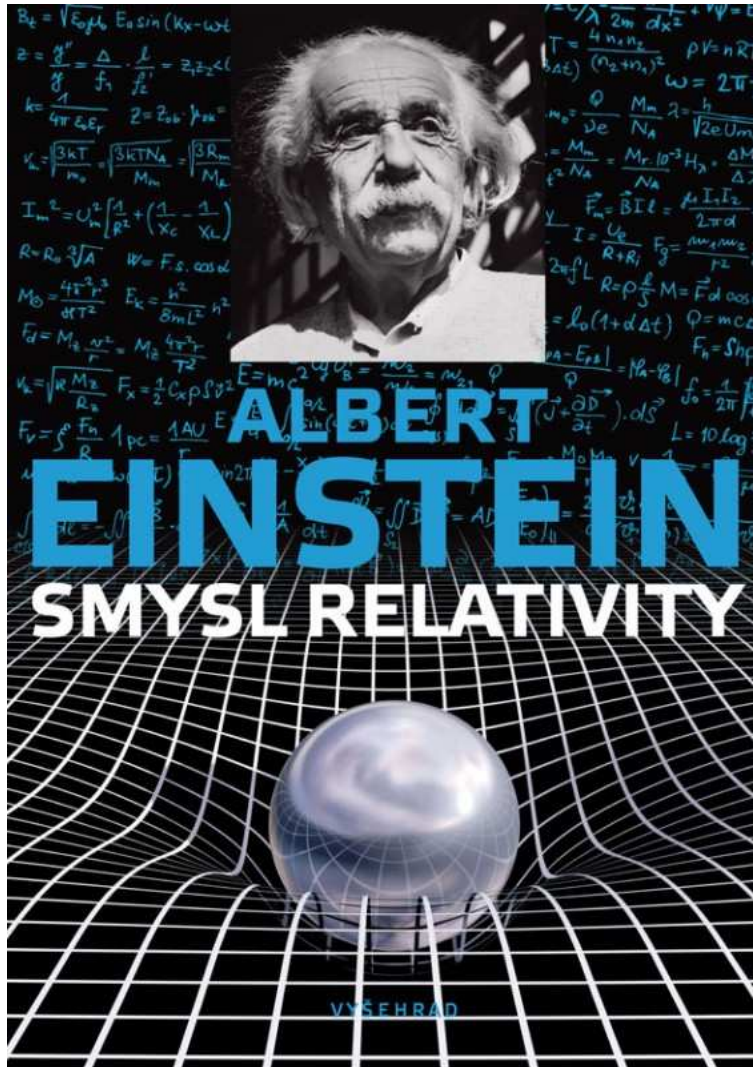
Jak jsou ony dva časy, minulý a budoucí, když minulý už není a budoucí ještě není?

Osnova



- Odkud vím, že různé přístroje měří stejný čas?
- Jak poznáme, že vzdálené události jsou současné?
- Jak souvisí čas s prostorem?
- Co dává času jeho směr od minulosti do budoucnosti?
- Postihují naše fyzikální teorie čas tak, jak jej prožíváme?
- Má čas nějaké nepřekročitelné hranice?

Jak jsou naše vžitá představy o prostoru a čase spojeny s povahou našich prožitků?



Osobní prožitky se nám skládají do řady událostí a v této řadě se nám jednotlivé události, jak si na ně pamatujeme, jeví uspořádané podle kritéria „dříve“ a „později“, za něž už v analýze pokročit nedovedeme.

Pro jednotlivce tedy existuje „Ich Zeit“, subjektivní čas. Ten sám o sobě není měřitelný, mohu ovšem přiřadit událostem čísla tak, aby s pozdější událostí bylo spojeno větší číslo než s událostí dřívější; povaha tohoto spojení může však být zcela libovolná.

Toto spojení mohu uskutečnit pomocí hodin, když srovnávám pořadí událostí skýtaných hodinami s pořadím dané řady událostí. Hodinami může být jakýkoliv objekt, který poskytuje řadu událostí, jež lze odpočítávat, a má další vlastnosti, o nichž promluvíme později.

John Lighton Synge

1897 – 1995



Chronometrie

Pro dvoje standardní hodiny je poměr $n_1:n_2$ (poměr počtu tiků na daném úseku světočáry) přírodní konstanta nezávislá na světočáře a na jejích bodech.

Současná rafinovaná teorie atomu a jeho vyzařování je tak komplikovaná, že by nebylo moudré čekat přímou a určitou odpověď na otázku, je-li tato hypotéza pravdivá.



JAK SE ČAS MĚŘÍ

- Společná míra času
- Solidární hodiny
- Kalibrace
- Synchronizace
- Biologický čas
- Kvantum času



John Archibald Wheeler

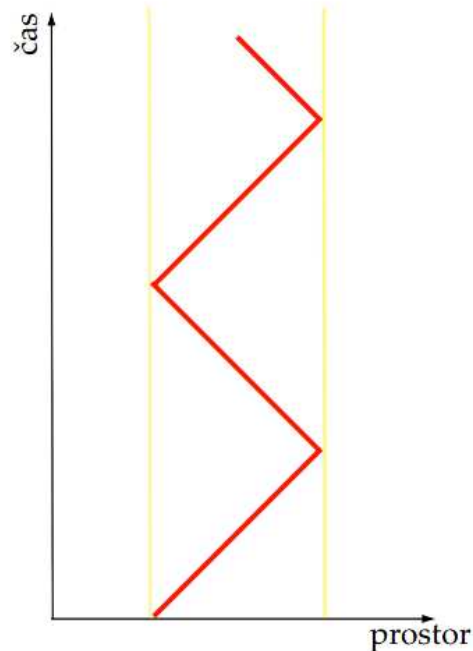
(1911 -2008),

Richard Martske

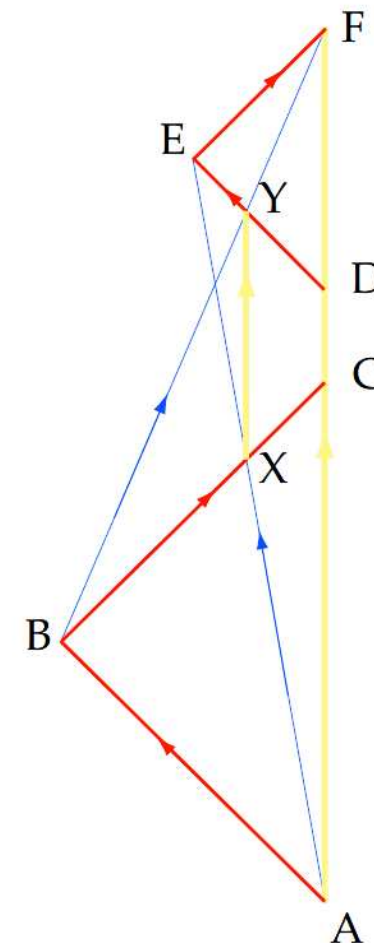
Geometrodynamika

Postavme problém jinak:

proč vůbec potřebujeme představu o
atomové stavbě látky, chceme-li určit
etalon délky (času)?



Proč zaplétat do základů
klasické obecné teorie
relativity kvantum akce?



Jak synchronizovat vzdálené hodiny?

$$t_B = \frac{1}{2} (t_{A \text{ in}} + t_{A \text{ fin}})$$

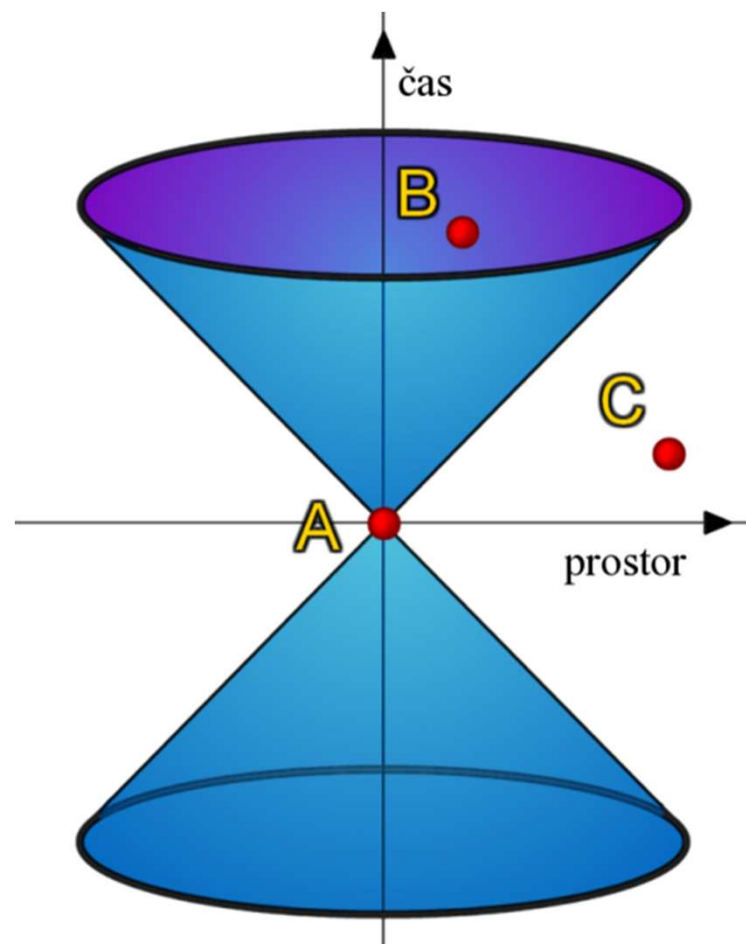
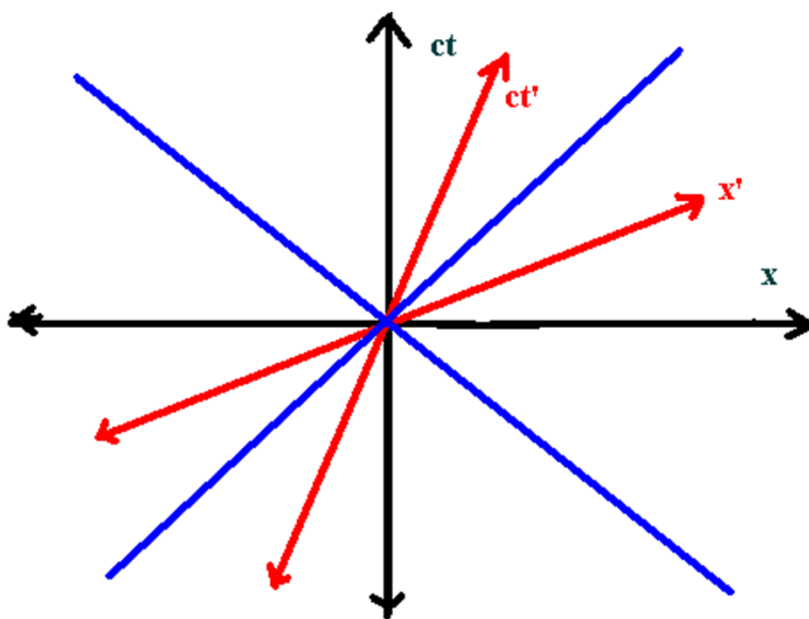


Jak souvisí čas s prostorem?

$$L_{AB} = c \cdot (t_{A \text{ fin}} - t_{A \text{ in}})$$

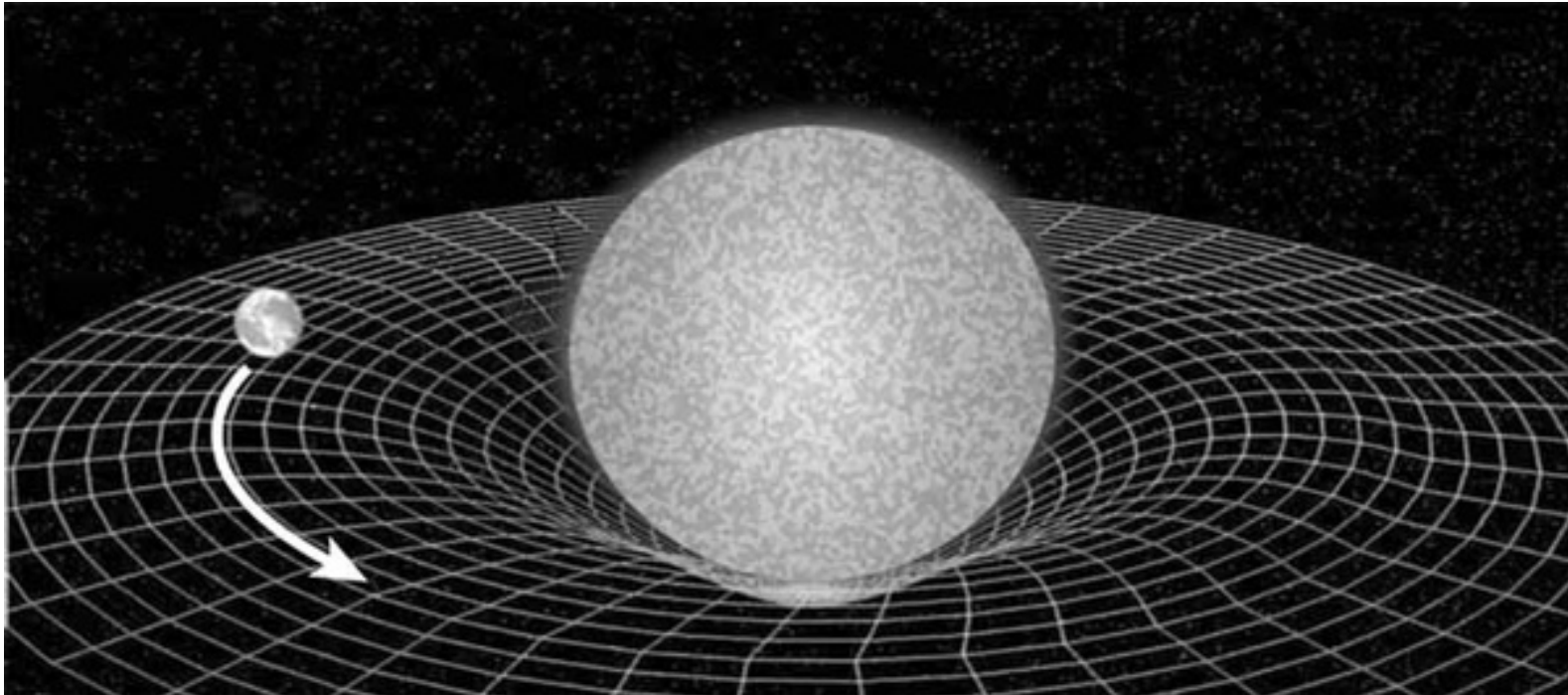
PROSTOROČAS

- Hodiny jako přístroj měřící délku světočáry
- Vztažná soustava jako propíchnání prostoročasu světočarami
- Synchronizace jako vytýčení ortogonální nadplochy k soustavě světočar



Prostoročas zakřivený

$$ds^2 = g_{mn} dx_m dx_n$$



Hmota určuje prostoročas, jak se má zakřivit,

$$R_{mn} - \frac{1}{2}g_{mn}R = -kT_{mn}$$

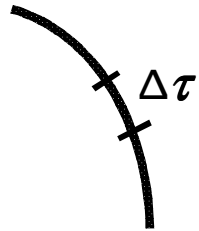
prostoročas určuje hmotě, jak se má pohybovat

$$\frac{d^2x_m}{ds^2} + G_{ab}^m \frac{dx_a}{ds} \frac{dx_b}{ds} = 0$$

Čas v obecné teorii relativity

$$c^2 d\tau^2 = g_{ik} dx^i dx^k$$

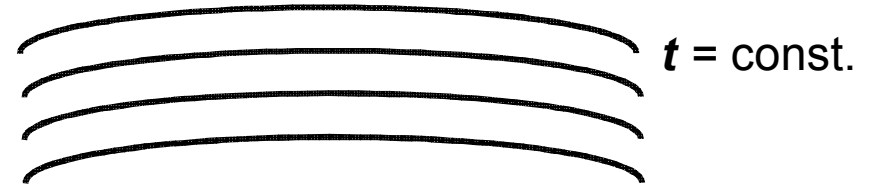
vlastní čas



délka světočáry
(absolutní)

$$x^i = (ct, x^\alpha)$$

souřadnicový čas



vrstvy současnosti
(relativní)

$$\underbrace{R_{ik} - \frac{1}{2}R g_{ik}}_{\text{geometrie}} - \underbrace{\lambda g_{ik}}_{\text{temná energie?}} = \underbrace{\kappa T_{ik}}_{\text{hmota}}$$

Co zde chybí ve srovnání s naším vnímáním času?

- I. Šíp (směr minulost-budoucnost)
- II. Opona (plynutí času)

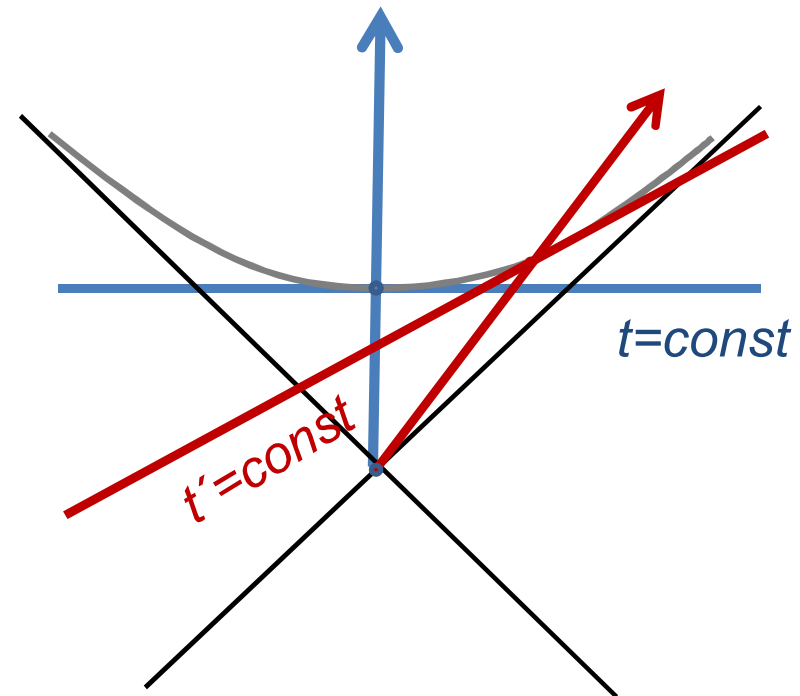
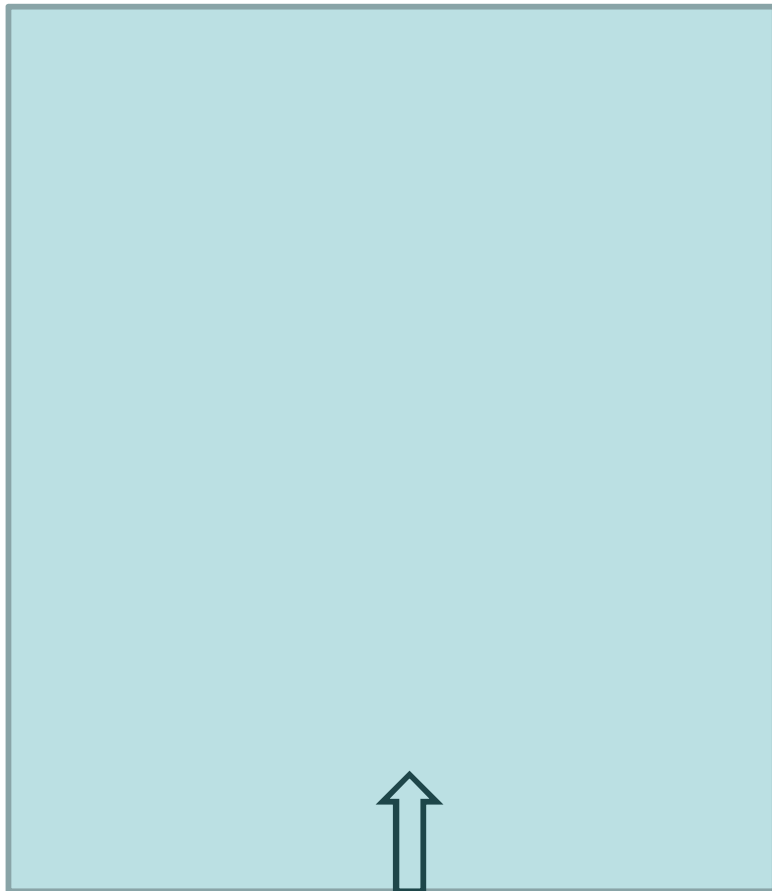
Šíp času a opona času

Newtonovská fyzika – opona zvedaná šípem

Statistická fyzika – fyzikální motivace pro šíp (např. růst entropie), je fyzikální šíp všudypřítomný? (Boltzmannovy fluktuace)

Speciální relativita – pochybnosti o objektivní existenci opony

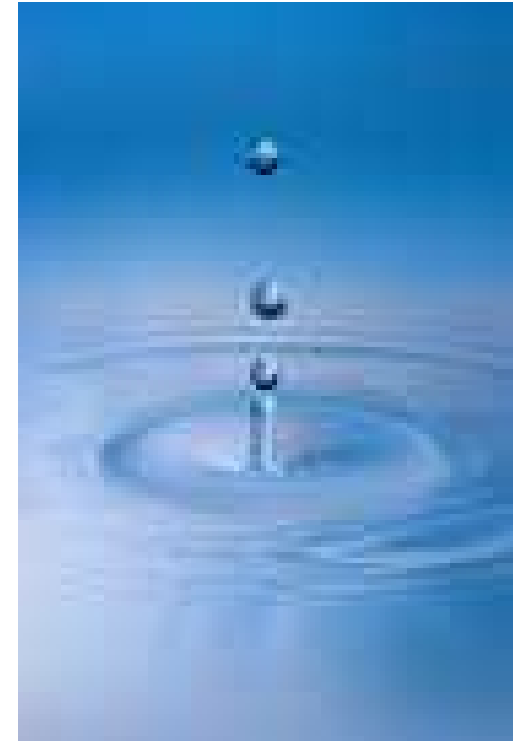
Obecná relativita a kosmologie – možnost návratu k privilegované oponě (Fridman), ale i šípu bez opony (Gödel)



ŠÍP ČASU

Co dává času jeho směr od minulosti do budoucnosti?

- Růst entropie
- Rozbíhání vln
- Prožívání času
- Expanze vesmíru
- Proces měření



Einsteinův komentář ke Gödelovi:
návrat v čase neznamena jít proti směru času



Figure 1

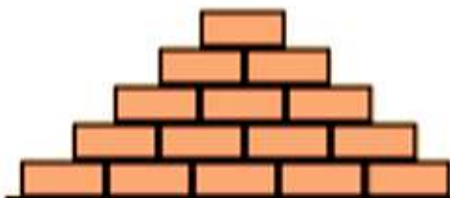
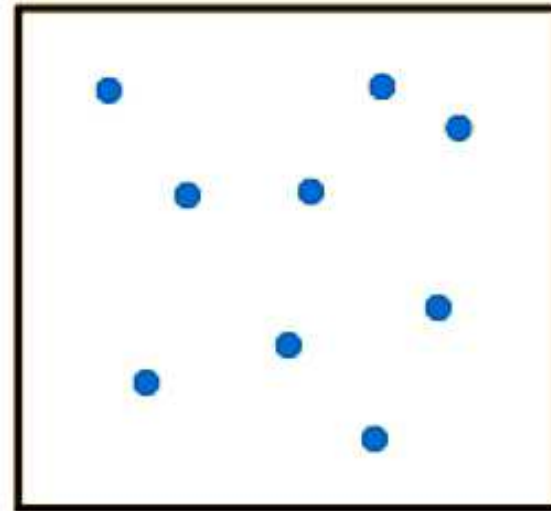


Figure 2

VPŘED K CHAOSU

Symetrie ve vztahu k oběma směrům času znamená ... drtivě
pravděpodobné minimum entropie

jakožto funkce času v okamžiku $t = t_0$, v němž jsme makroskopický
stav zvolili libovolně.



DOSUD NIKDO NEDOKÁZAL...



Kvantová mechanika ve skutečnosti podstatným způsobem obsahuje neekvivalenci obou směrů času.

Tato neekvivalence se vyjevuje v procesu interakce kvantově mechanického objektu se soustavou, která se s dostatečnou přesností podřizuje zákonům klasické mechaniky ...

Je možné, že makroskopickým vyjádřením tohoto faktu je zákon růstu entropie.

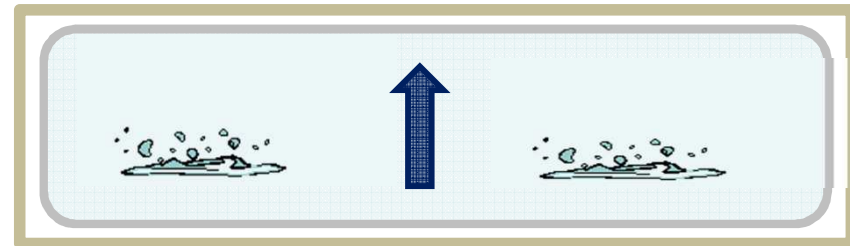
Avšak do dnešní doby se nepodařilo aspoň trochu přesvědčivým způsobem prozkoumat tuto souvislost a dokázat, že opravdu existuje.

Filosofické dilema

Presentismus – reálná je pouze přítomnost

Eddington: To nejpodstatnější na čase je, že plyne. Ke geometrickému pojetí obsaženému ve světě Minkovského je třeba něco přidat, máme-li mít kompletní obraz světa, jak ho známe (Nature of the physical world 1928)

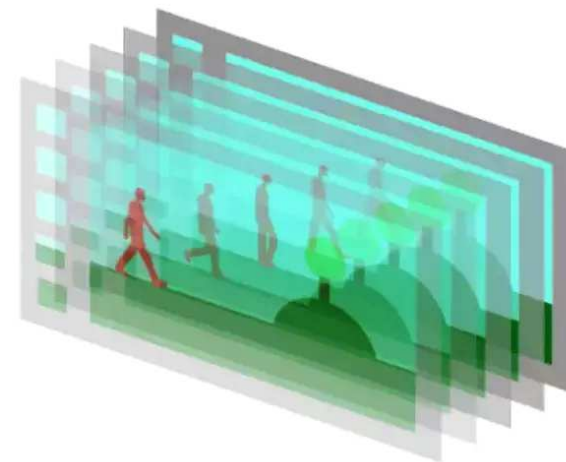
Herakleitos, Bergson, Popper ...



Eternalismus – všechna umístění v čase jsou stejně reálná

Einstein: Pro nás věřící fyziky je rozdíl mezi minulostí, přítomností a budoucností pouze iluze, třebaže velmi neodbytná (soukromý dopis 1955)

Parmenides, Leibniz, Spinoza ...

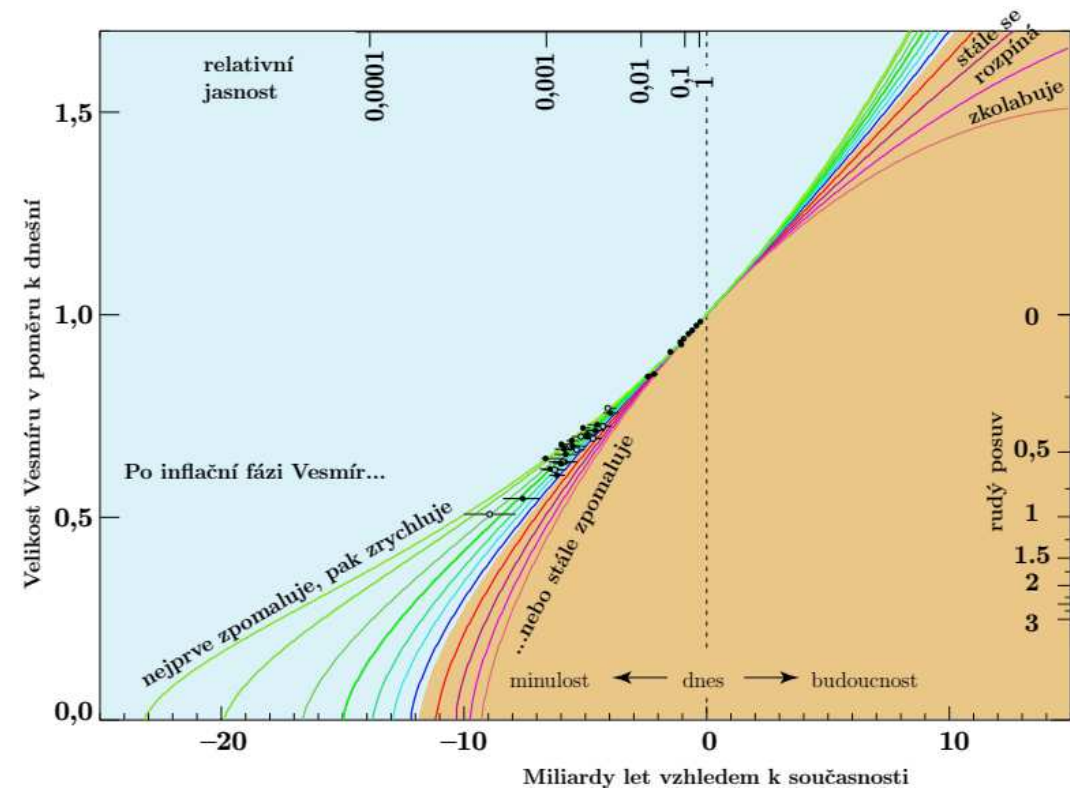


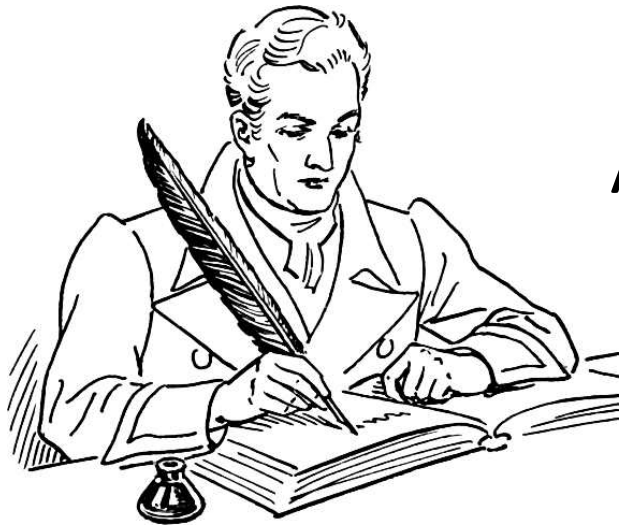
Hranice času – singularity

Velký třesk, velký křach, černé a bílé díry, neúplnost prostoročasu

Možnosti pro 1-rozměrný vývoj vesmíru:

- Počátek bez konce
- Konec bez počátku
- Od počátku ke konci
- Bez počátku i bez konce
- Cykličnost





A co básníci?

Všechno, co jest, čas hltavý stravuje, všechno tu sápe,
všechno tu odklizuje – trvati nesmí tu nic.

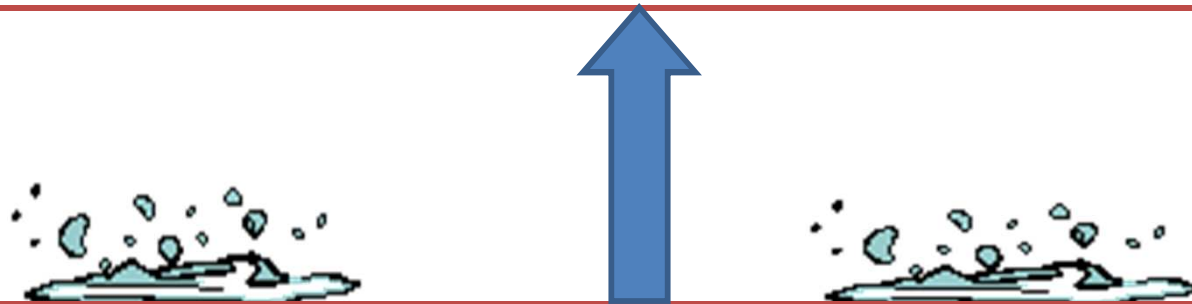
Umdlévá vodní proud, břeh vysouší moře, jež prchá,
výšiny ssedají stále, klesají hřebeny hor.

*Jestliže je čas toliko jiný rozměr, pak vše, co umírá,
zůstává na živu, není vyhlazeno, ale jen posunuto
z našeho obzoru. Una dosud žije!*

Děkuji za pozornost



OPONA ČASU zvedaná šipkou



Může být čas adekvátně představován prostorem?

Na to odpovídáme: ano, jedná-li se o čas **uplynulý**, nikoliv však, chceme-li mluvit o čase, který plyne.

ZÁKLADNÍ FILOSOFICKÉ DILEMA

Postihují naše fyzikální teorie čas tak, jak jej prožíváme?

➤ **Eternalismus:**

Prostoročas existuje jako pevně daný celek. O minulosti, přítomnosti či budoucnosti lze mluvit jen z hlediska vědomého prožitku.

➤ **Presentismus:**

Existuje pouze přítomnost, která se neustále rodí a okamžitě zaniká. Minulost již není, budoucnost ještě není. Prostoročas je v nejlepším případě pomocná konstrukce.

Souvislosti: determinismus, idea věčného návratu