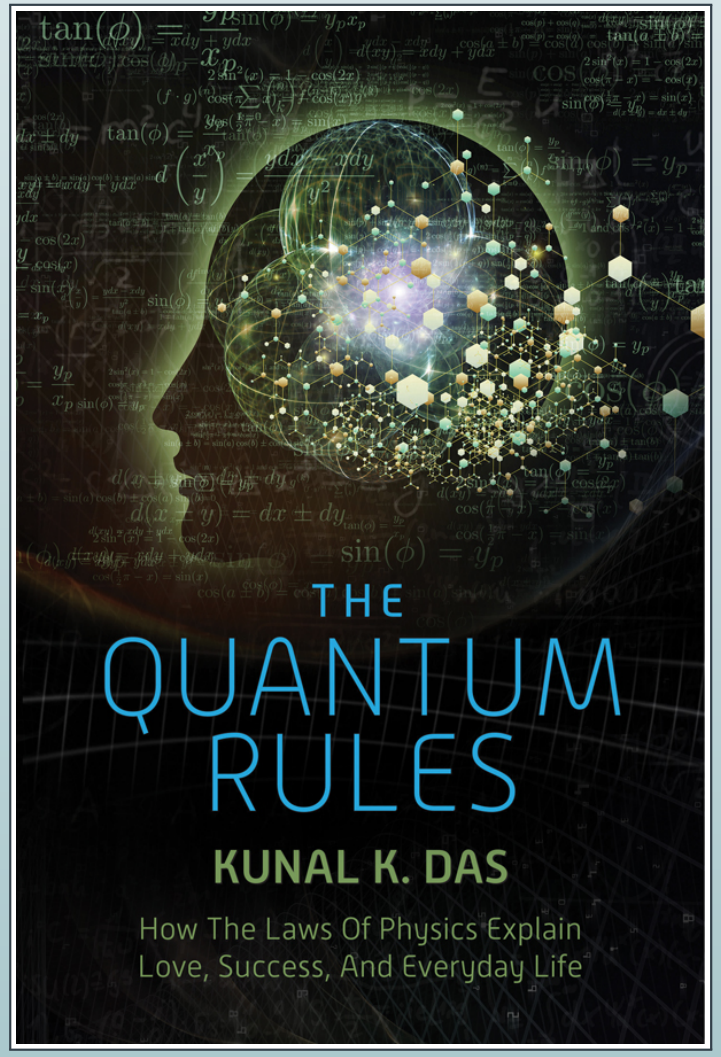
KVANTOVÁ PRAVIDLA

Obsah přednášky

1. Kvantum štěstí
2. Přirozená lenost
3. Globální efekty potenciálních gradientů
4. Fluktuace a disipace energie
5. Vlnová mechanika lidských vztahů
6. Sláva a krize Schrödingerovy kočky
7. Můj čas a váš čas
8. Vzorec úspěchu

DAS, Kunal K., 2015. *The Quantum Rules. How the Laws of Physics Explain Love, Success, and Everyday Life*. New York: Skyhorse Publishing. ISBN 978-1-63220-459-2.

- *New York Times* Bestseller



Kunal K. Das

- nanotechnologie, chlazení atomů, kvatové jevy při velmi nízkých teplotách
- projekty NSF
- Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, University of Arizona, Penn State, Fordham, Kutztown University (Pennsylvania), Kavli Institute of Theoretical Physics at the University of California, Santa Barbara
- zájem o klasickou literaturu, pop-kulturu („humanities“)

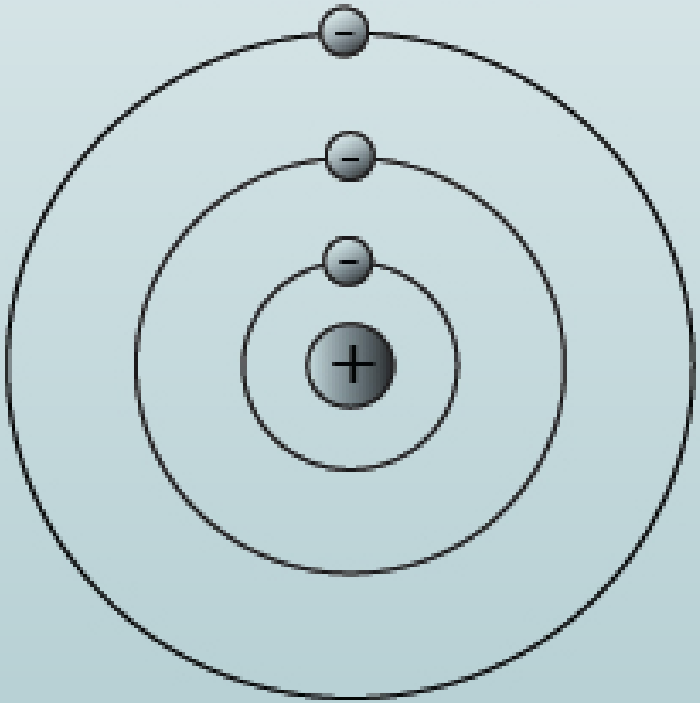
Motivace

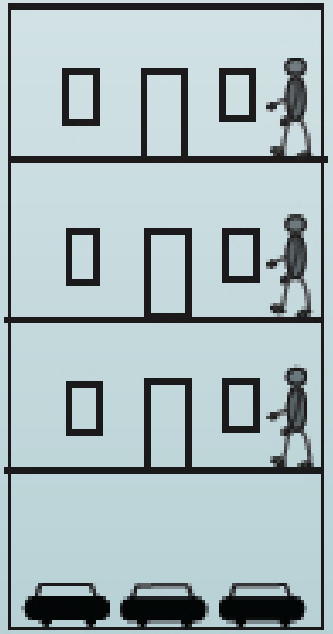
- podtitul **How the Laws of Physics Explain Love, Success, and Everyday Life**
- proč je život plný kompromisů, proč dá tolik práce udržovat věci (alespoň trochu) uspořádané
- analogie, paralely, přirovnání, ...hlubší souvislosti!?
- „Physicists' Dilemma“: nadšení a zvídavost nestačí – relevance is crutial

Kvantum štěstí

- hraniční podmínky $\Longrightarrow$ kvantování: systém jen v určitých stavech
- vazby a omezení (kde jsme, co děláme, ...) $\Longrightarrow$ mentální stavy
- lze se „dostat do štastnějších“?
- SSČ: stav/pocit úplného uspokojení, blaha, zdar, úspěch, příznivá shoda okolností
- **stav mysli** – poměrně komplexní (charakteristické veličiny?)
- stacionární stavy: stabilita $\Longrightarrow$ pocit bezpečí $\Longrightarrow$ žádoucí stavy spokojenosti

Kvantum štěstí

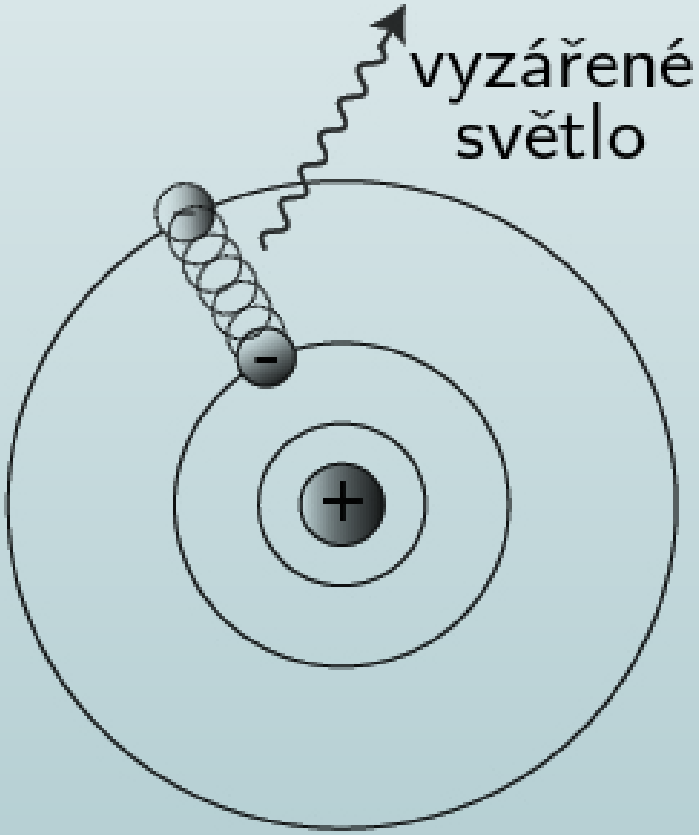


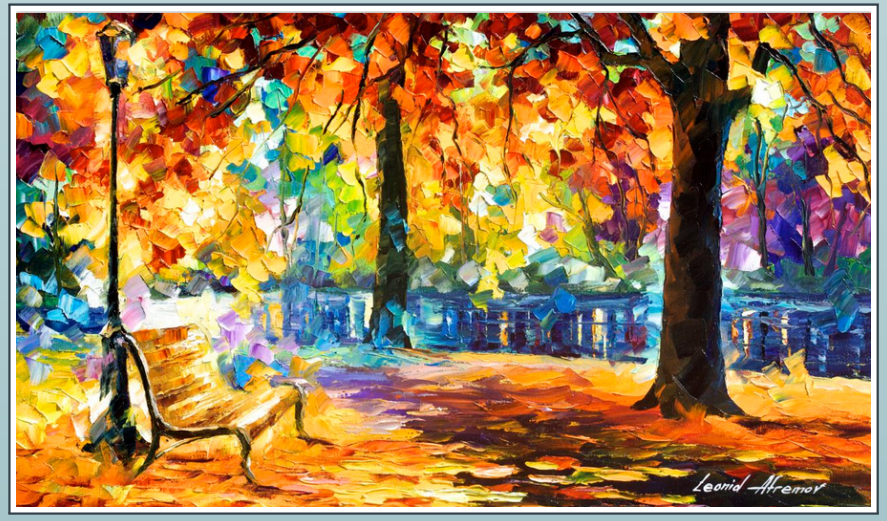


- pocit uspokojení nemůže být trvalý (nikdo není dlouho spokojený) $\Longrightarrow$ pro štěstí důležitá změna

Kvantum štěstí

- mezi hladinami v atomu skokové změny $\Longrightarrow$ fotony
- „kvantum štěstí“ $\Longrightarrow$ změna mentálního stavu (zpráva o výhře v loterii, úsměv kolemjdoucího)
- mnoho stimulů ($+$ i $-$)
- štěstí asociováno se světlem a jasem (světlo na konci tunelu, každý mrak má stříbrný okraj, ...)

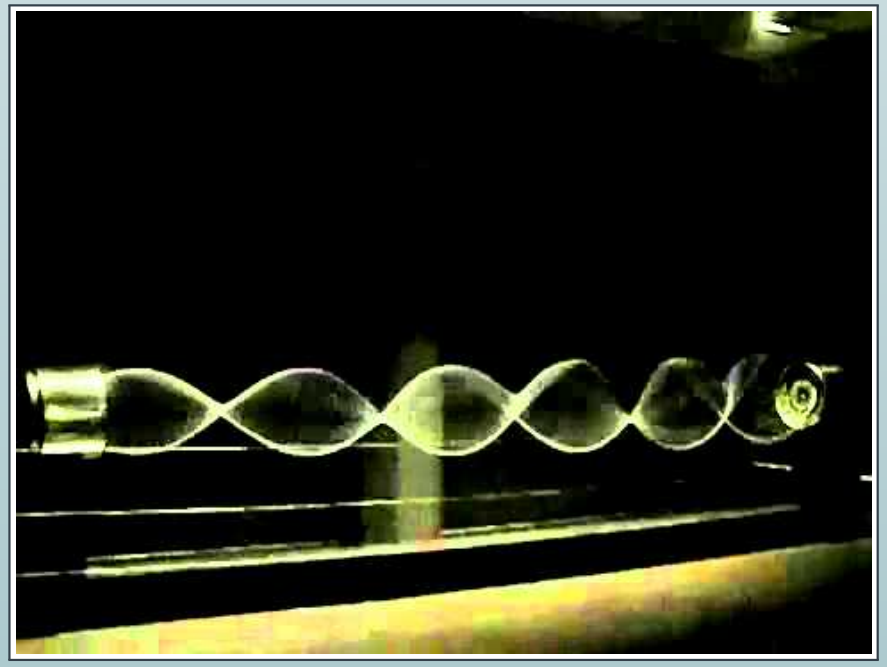




The Road to Happiness
(Leonid Afremov)

Kvantum štěstí

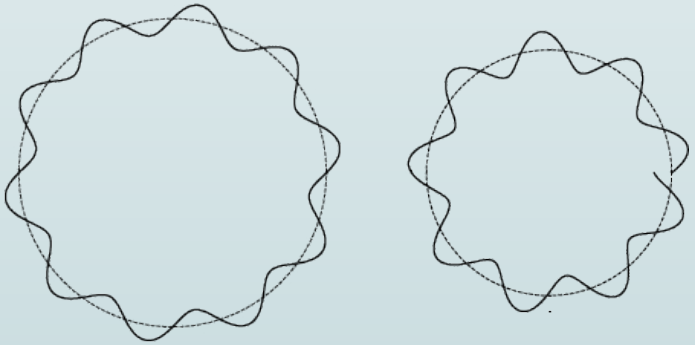
- kvantum (SSČ: množství, počet): pracujeme s konečnými systémy, mají hranice, u malých objektů více zřetelné
- dualismus vlna-částice

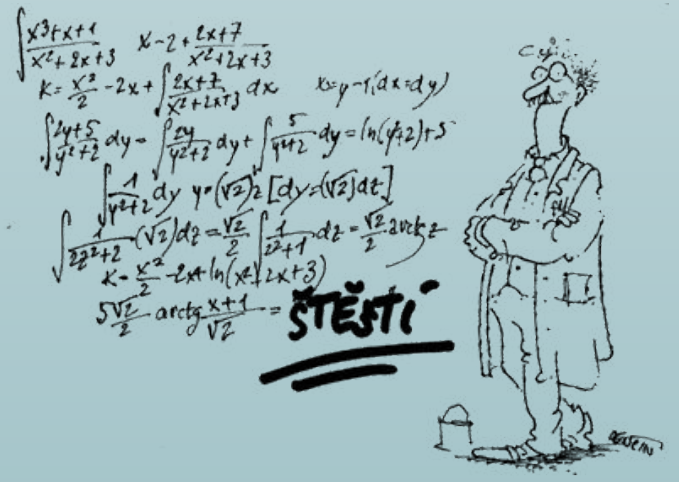


https://www.youtube.com/watch?v=no7ZPPqtZEg

Kvantum štěstí

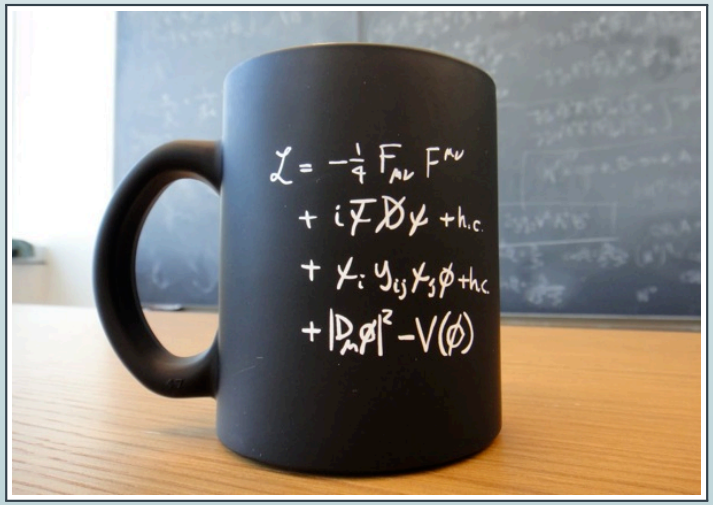
- hraniční podmínky určují přípustné stavy: pocit štěstí závisí na okolním prostředí, lidech okolo, ...
- vždy nějaké hraniční podmínky: vazby k rodině a přátelům, zdraví, jistota práce, částka na účtu, ...
- změna podmínek $\Longrightarrow$ změna stavu, ale většinou se nemění často a snadno
- „vyšší harmonické“ vyžadují více energie $\Longrightarrow$ stavu deprese, sklíčenosti snáze než pocitu štěstí
- dvě cesty:
  - při stejných podmínkách: více energie a motivace
  - změna vnějších faktorů (ne vše pod kontrolou)





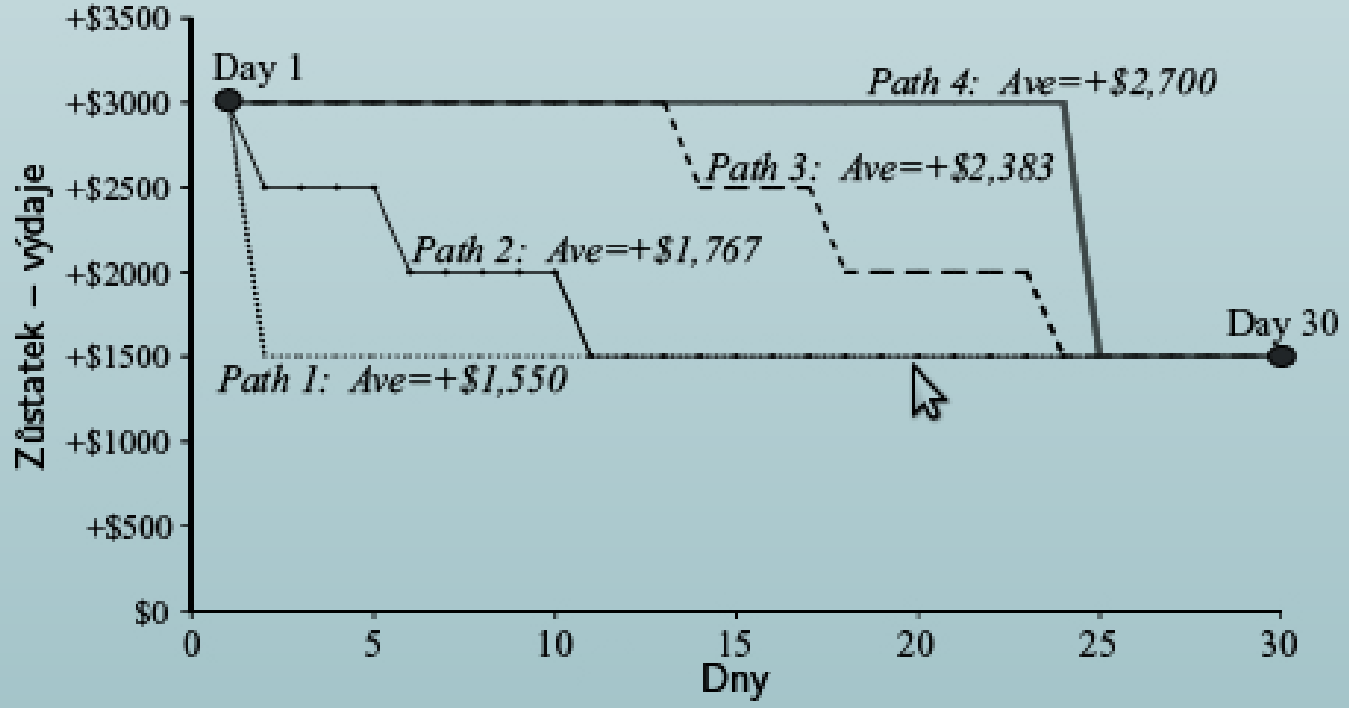
Přirozená lenost

- vrozená lenost a netrpělivost
- princip nejmenšího účinku (stacionárního)
- hledání nejbližšího parkovacího místa k domu (NY, 10 min)
- půvab pátečního odpoledne $\wedge$ lenoch se nevíce nadře
- platnost variačních principů – zajímavá vlastnost našeho vesmíru $\Longrightarrow$ jsme obětí zákonů fyziky?
- G. B. Shaw: „Lenost se stala matkou více filozofů než moudrost“, motor pokroku (vynálezy)
- jak se balón pohybuje $\times$ proč (gravitace přitahuje)



Přirozená lenost

- Proč jsou zákony přírody takové jaké jsou? $\exists$ odpověď?
- Určují je nějaké (hlubší) principy – minimum času, energie, účinku, ...
- analogie: rozumný zůstatek na účtu a rozumně nízké výdaje $\Longrightarrow$ maximalizovat průměrný rozdíl „účet – výdaje“ (měsíc, rok)

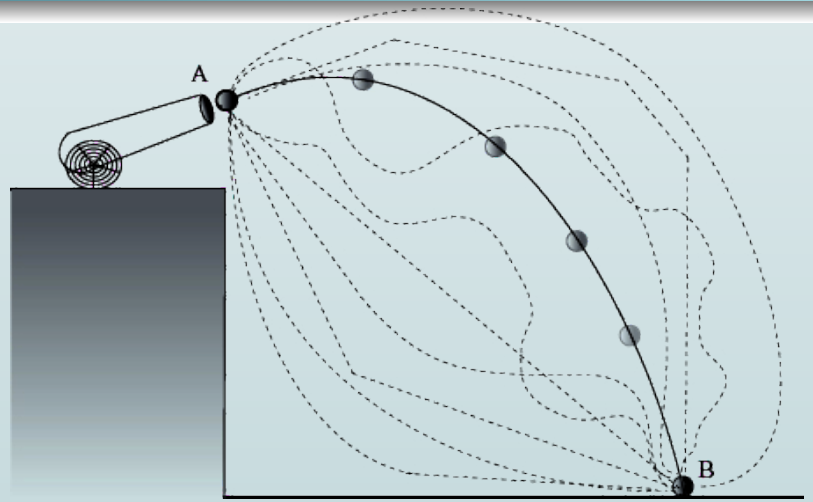


Přirozená lenost

- analogie peněz v přírodě: energie
- zůstatek $\rightarrow$ potenciální energie U
- výdaje (v oběhu) $\rightarrow$ kinetická energie T
- akce $\rightarrow T - U$

$$S = \int_{t_1}^{t_2} (T - U)\, \mathrm{d}t$$

- akce: průměrná energie investovaná do pohybu – průměrná uskladněná energie
- proč – každý objekt informace o všech možných drahách $\times$ jednoduchý princip k nalezení správných dynamických zákonů
- „přirozené“ sklony: snížit T, zvětšit U

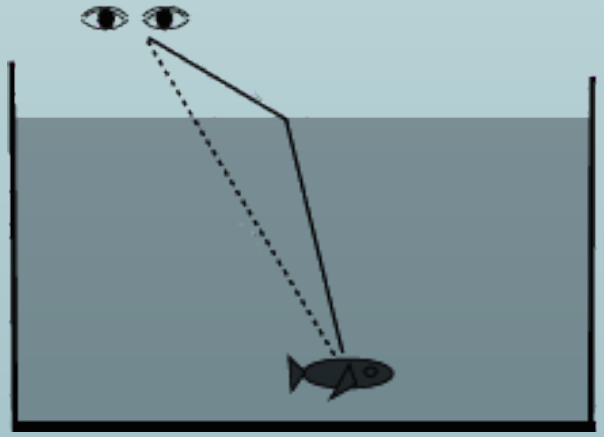


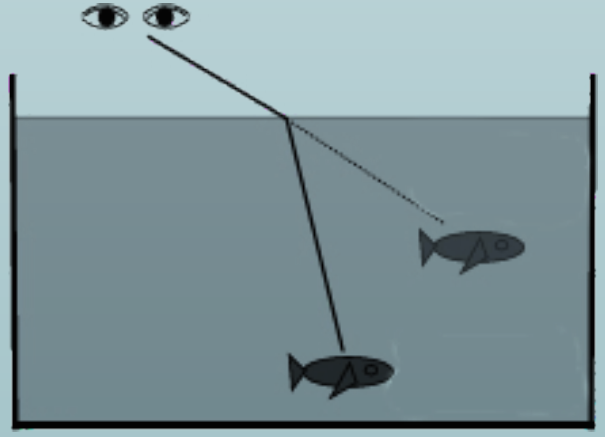
Přirozená lenost

- $U \approx$ konstantní $\implies$ nejkratší dráha (při změně polohy $T \neq 0$), „cesta nejmenšího odporu“
- preference stavů s nejnižší energií (základní stavy)
- někteří se celý rok těší na „základní stav“: dovolenou ($\times$ aktivní odpočinek)
- stabilní mezilidské vztahy: vzájemná přitažlivost $\implies$ soužití; rozpory, neshody $\implies$ rozchod („menší energie“)

Přirozená netrpělivost

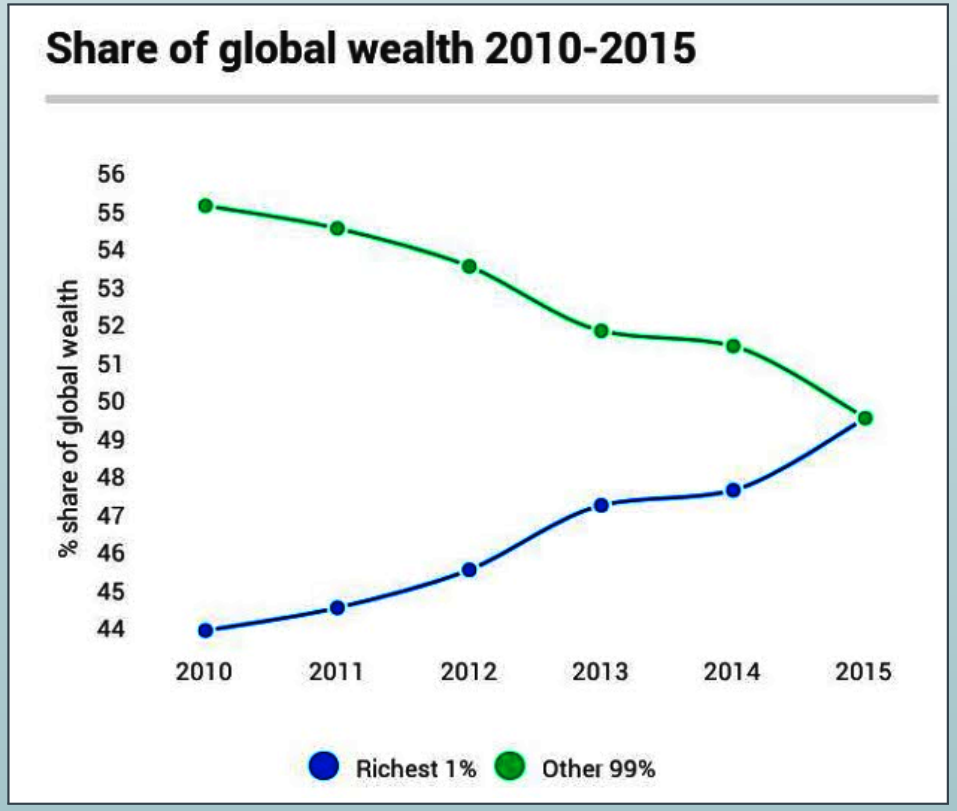
- princip nejmenšího času, Fermatův princip (Hérón Alexandrijský, 1. století)
- „spěchá“ světlo, spěchají lidé?
- řada technologií (doprava, vaření, internet)
- je více času (???) – i změněná očekávání (okamžitá odpověď)
- jmte pohodlní, netrpěliví, jdeme cestou nejmenšího odporu $\Longrightarrow$ jsme ve správném vesmíru





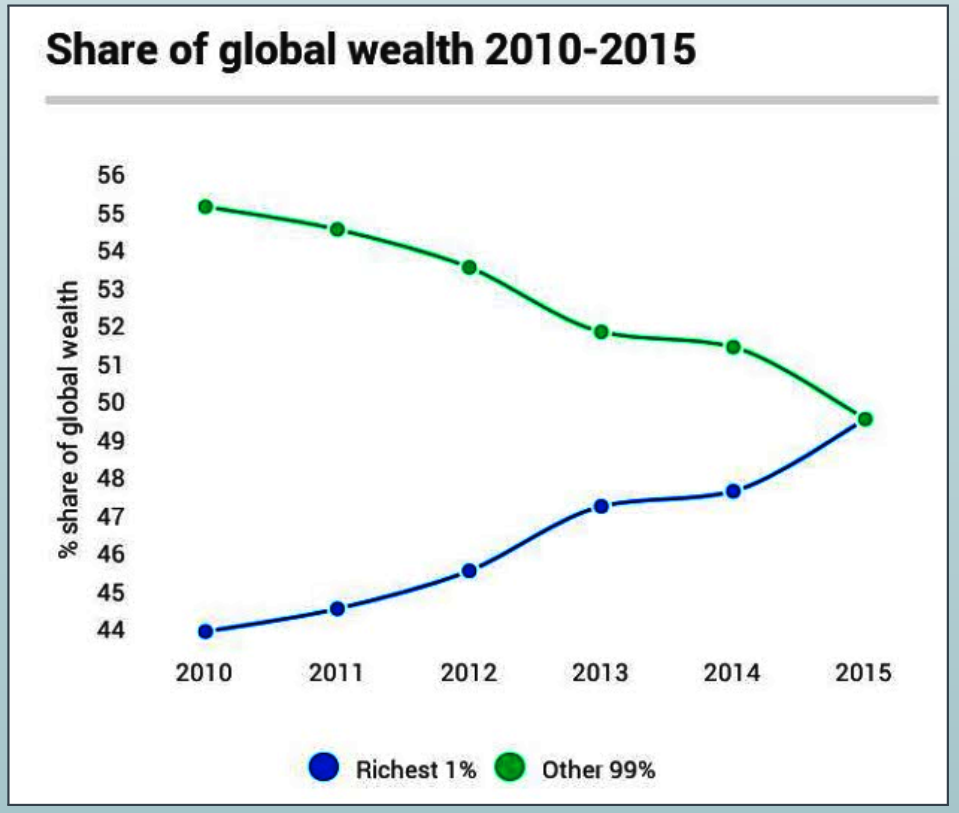
Globální efekty potenciálních gradientů

- globalizace (po roce 1980, i kolonie apod.): propojování světa v jednu velkou společnost prostřednictvím vzájemných komunikačních, informačních, ekonomických, kulturních, ekologických aj. vazeb
- pro i proti



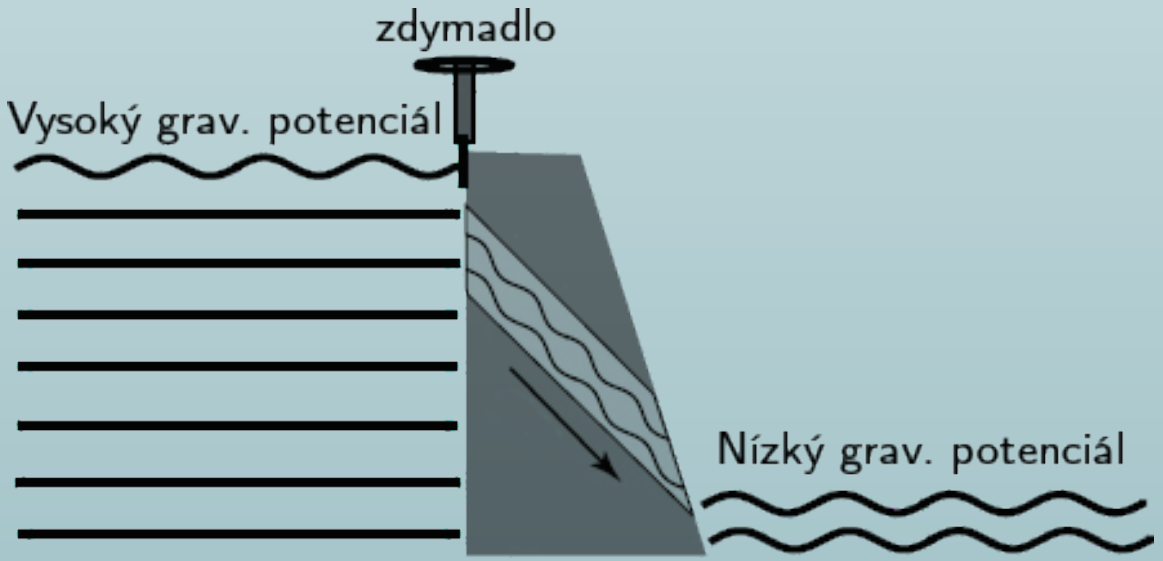
Globální efekty potenciálních gradientů

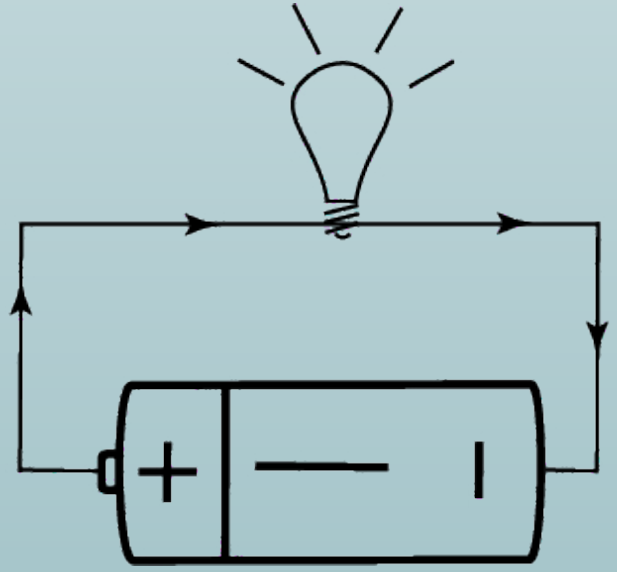
- globalizace (po roce 1980, i kolonie apod.): propojování světa v jednu velkou společnost prostřednictvím vzájemných komunikačních, informačních, ekonomických, kulturních, ekologických aj. vazeb
- pro i proti



Globální efekty potenciálních gradientů

- gradient nebo rozdíl potenciálů $\Longrightarrow$ tok/proud k vyrovnání (hydromechanika, elektřina, tepelná výměna)
- pokud nějak neudržujeme (řeka do přehrady) – rozdíl jen mezi izolovanými/nespojenými oblastmi
- potenciálová bariéra, pokud odstraníme $\Longrightarrow$ tok/proud, může konat práci (turbína, větrný mlýn díky teplotním gradientům v atmosféře)



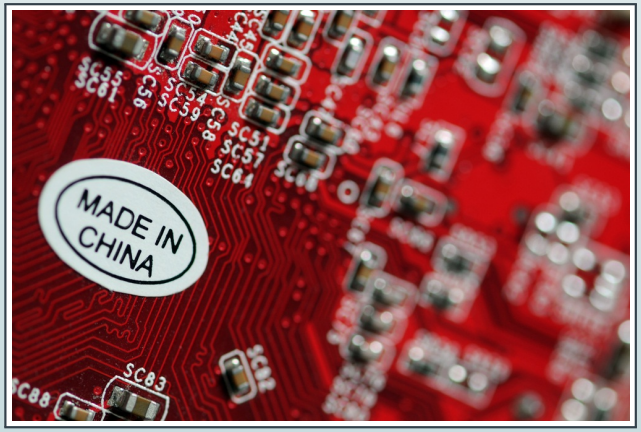


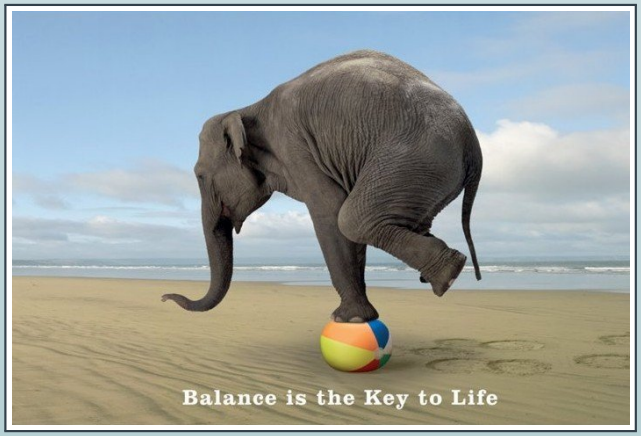
Globální efekty potenciálních gradientů

- gradient nebo rozdíl potenciálů $\Longrightarrow$ tok/proud k vyrovnání (hydromechanika, elektřina, tepelná výměna)
- bariéry (železná opona, komunikace – doba „předinternetová“, „předskypeová“) $\Longrightarrow$ ekonomické, demografické, sociokulturní, ...rozdíly
- globalizace eroduje bariéry (kuchyně, tradice)
- obtížné lokálně zastavit (jazykové zákony), chceme to zastavit???

Globální efekty potenciálních gradientů

- levná pracovní síla, levnější zboží
- zisk velkých nadnárodních společností
- fyzikální analogie: rozdíl potenciálů není trvalý (baterie), proud(ění) vede k vyrovnání
- globální „hřiště“: kontrola na úrovní státu nebo podniku?
- problém v jedné zemi vliv na všechny, těžko předvídat všechny efekty a důsledky
- větší rozdíly vyžadují větší bariéry k udržení
- možné scénáře (vyrovnání $\times$ zesilování bariér)
- není jednoduché řešení (civilizační koncepty – .l. práva atd. $\times$ bezpečnost, osobní zájmy)
- vybudování rozdílů delší a pracnější než jejich „spotřeba“





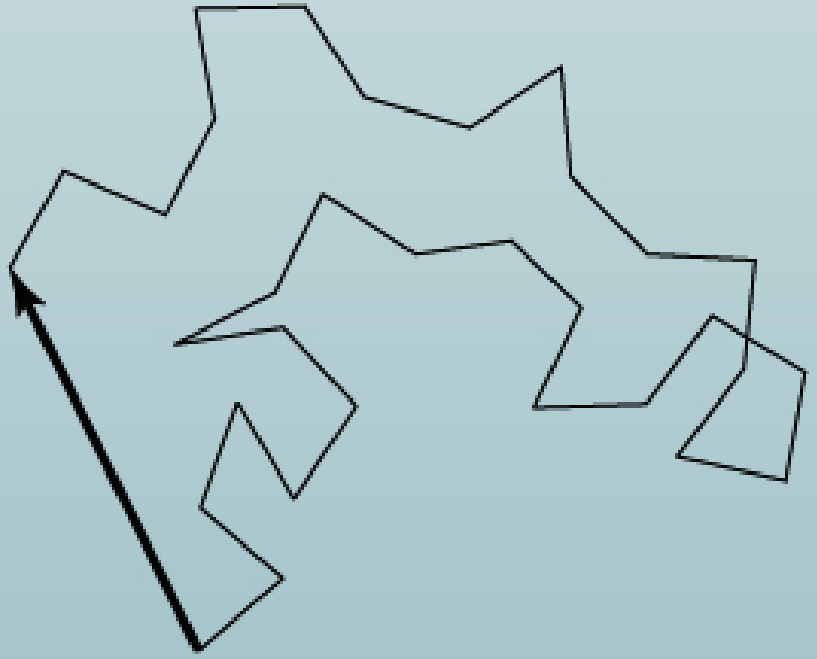
Fluktuace a disipace energie

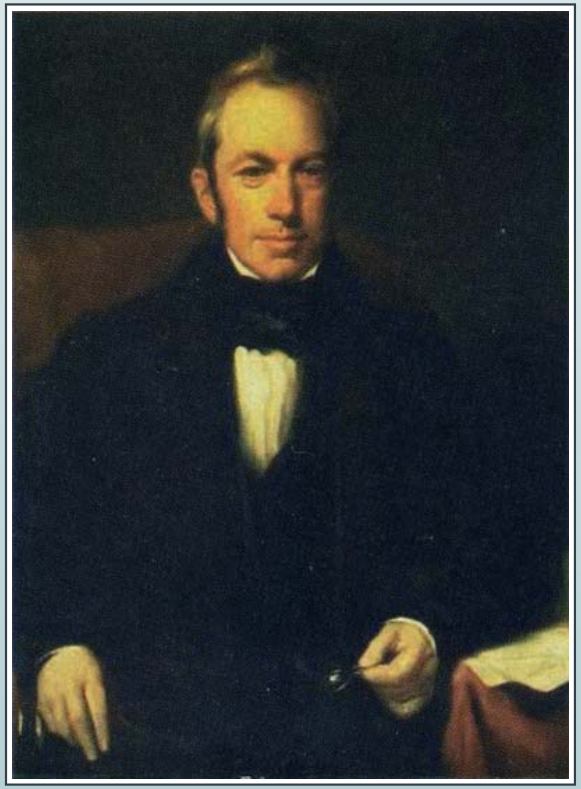
- nikdo není dokonalý – proč je tak obtížné být zcela efektivní při plnění úkolů a cílů?
- 100 % soustředění, optimální úsilí × „Chybovat je lidské?“
- fluktuace stavu je spojená s disipací energie $\Longrightarrow$ nelze úplně obejít
- „není úplně naše vina“ × Lze „dostat do určitých mezí“?

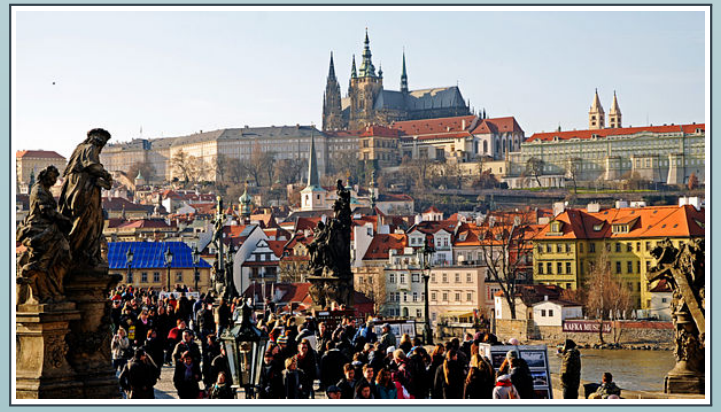
EINSTEIN, A., 1905. Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen (O pohybu malých částic suspendovaných v nehybné kapalině, který vyžaduje molekulárně-kinetická teorie tepla). *Annalen der Physik*. Roč. **322**, č. 8, s. 549–560 (2835 citací, STR 981).

Fluktuace a disipace energie

- Robert Brown 1827
- Démokritos z Abdér (460–370 př. n. l.) $\rightarrow$ Einstein (1905) + přesný matematický vzorec pro průměrný posun zrna za časový interval
- cesta davem pomalejší, více energie

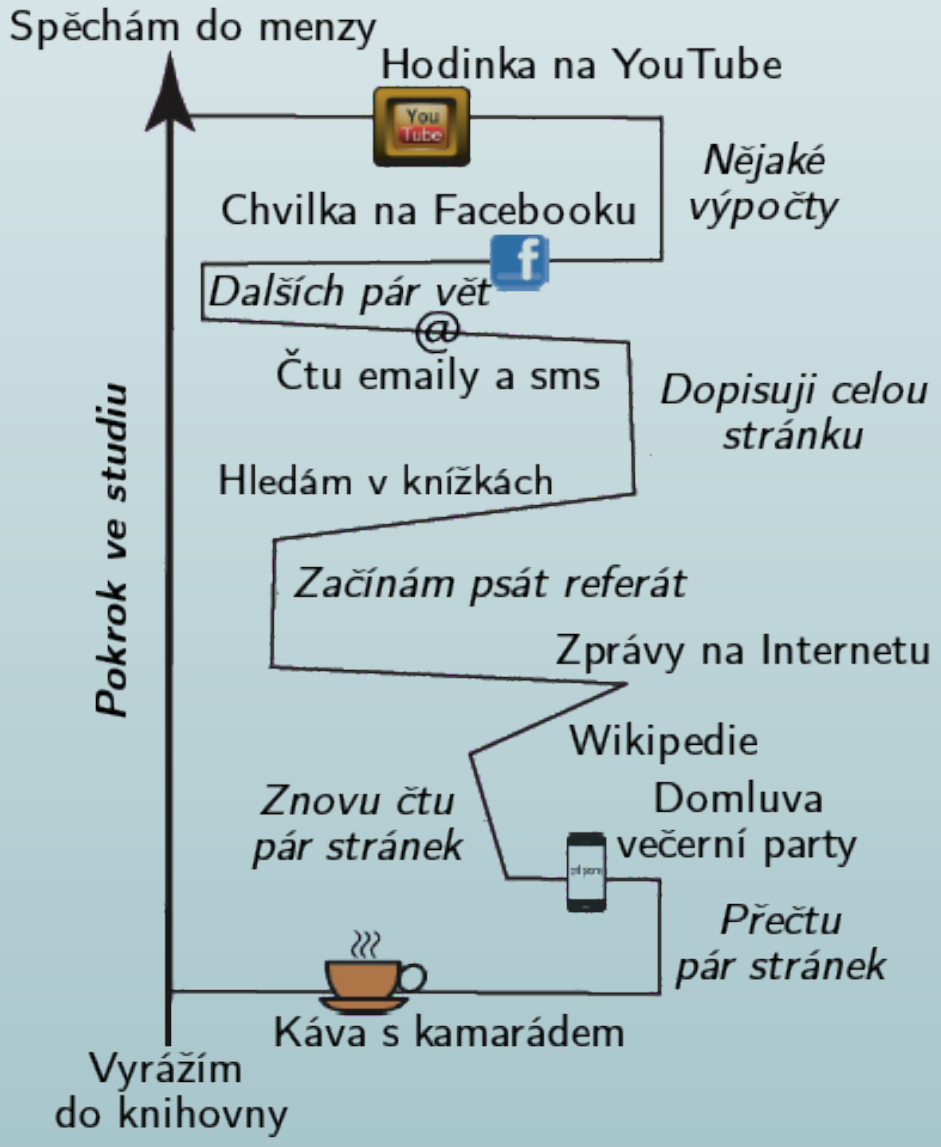






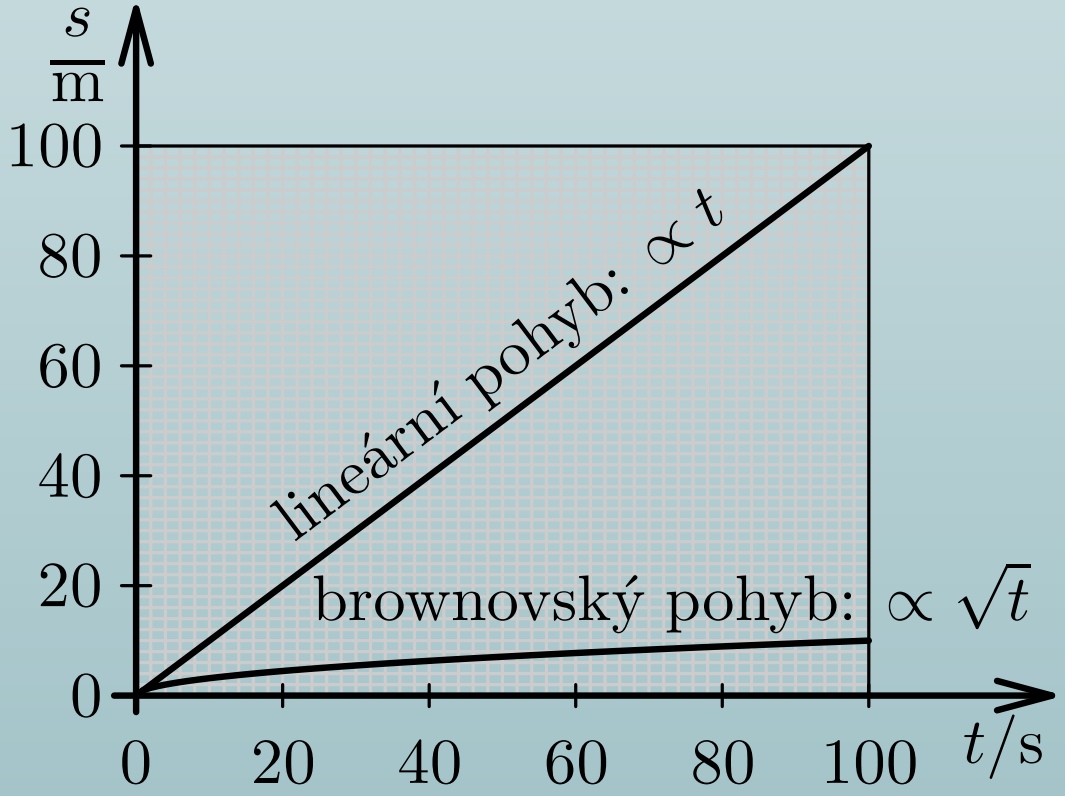
Fluktuace a disipace energie

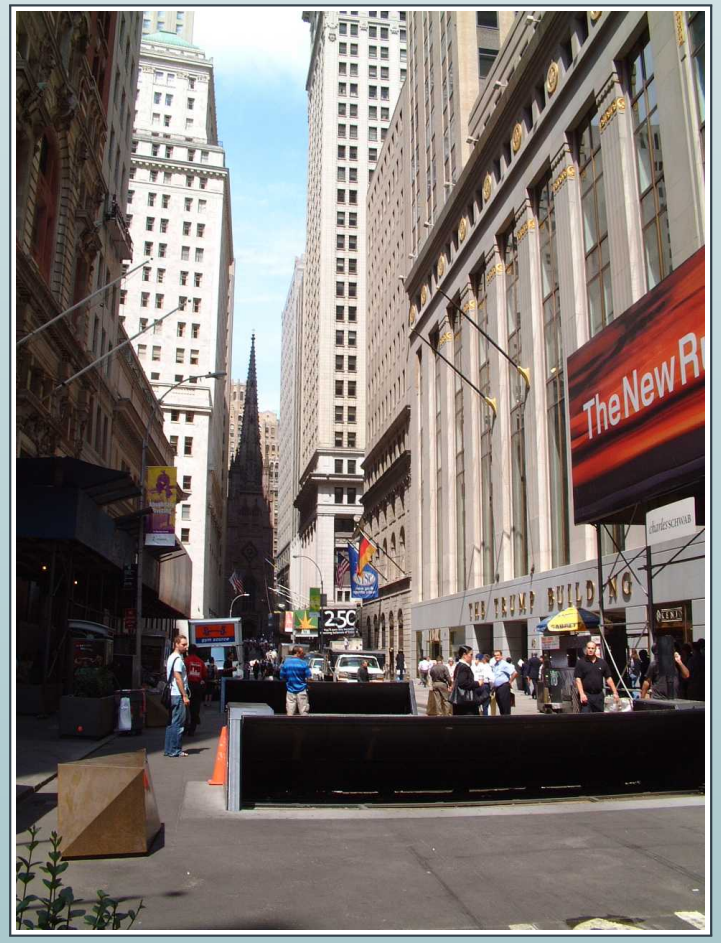
- týká se jenom studentů???
- váhající mysl – fluktuující mysl
- velká nerozhodnost – zmeškání příležitostí, ztráta energie
- hněv, rozčilování – velká fluktuace, hodně energie – často kvůli maličkosti a s nedobrými důsledky
- častěji preferujeme „festina lente“, stabilitu, klid (spotřeba auta ve městě a mimo město)
- pravidelné zvyky (má tělo rádo fluktuace?)
- fluktuace rytmu $\Longrightarrow$ stres



Fluktuace a disipace energie

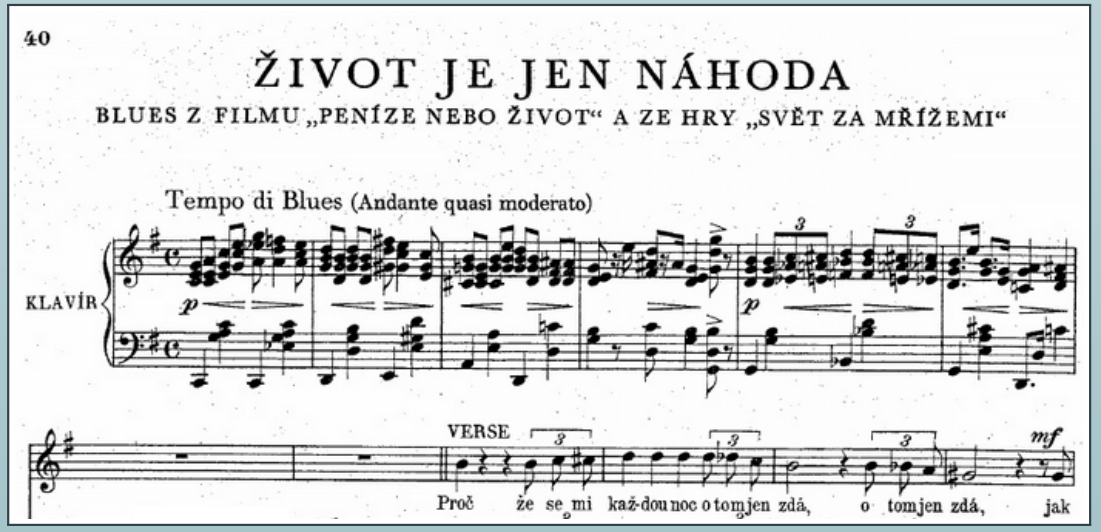
- „rocket scientists“ na Wall Street (vývoj akcií, cenných papírů) $\Longrightarrow$ „stochastic calculus“, i ze náhodné fluktuace
- růst cen akcií a cenných papírů podobné zákonitosti jako Brownův pohyb (také mnoho faktorů)
- $\Longrightarrow$ do určité míry lze předvídat

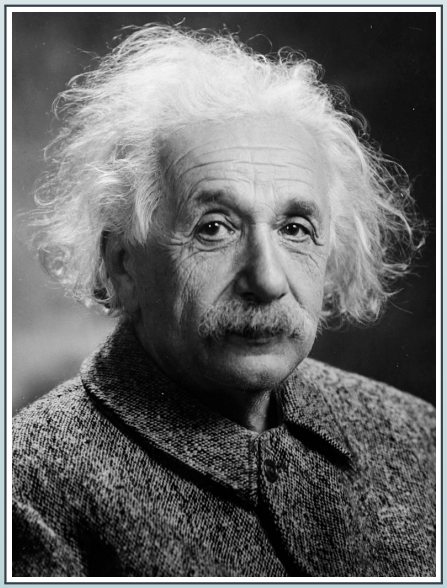


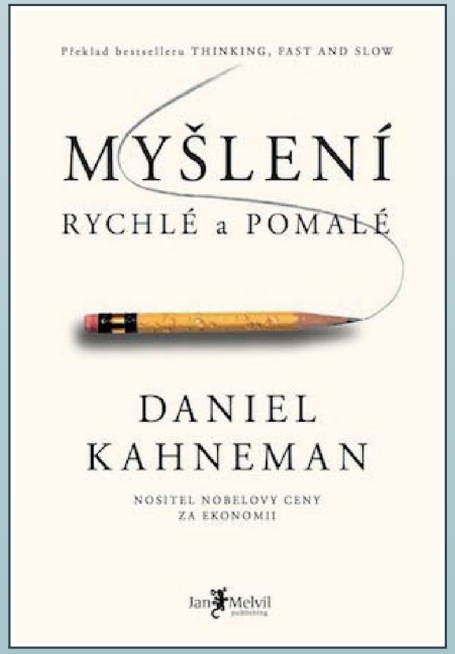


Fluktuace a disipace energie

- lidé: inteligence (domorodec z pralesa × „rocket scientist“)
- soustředěné myšlení (šimpanz nevydrží dlouho, predátor na kořist)
- Einstein: „Není to tím, že jsem chytřejší, ale tím, že se problémy zabývám déle“
- test: pokročilá fyzikální učebnice/skripta
- lze zlepšit tuto schopnost – meditace?
- fluktuace a disipace: proč nestíháme své plány (ideál × realita), v komplexních systémech nevyhnutelné



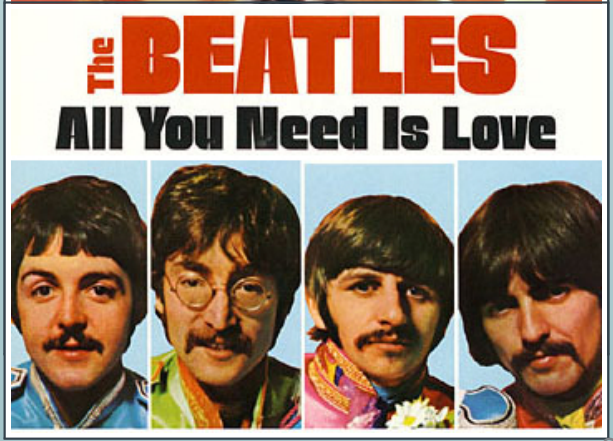




Vlnová mechanika lidských vztahů

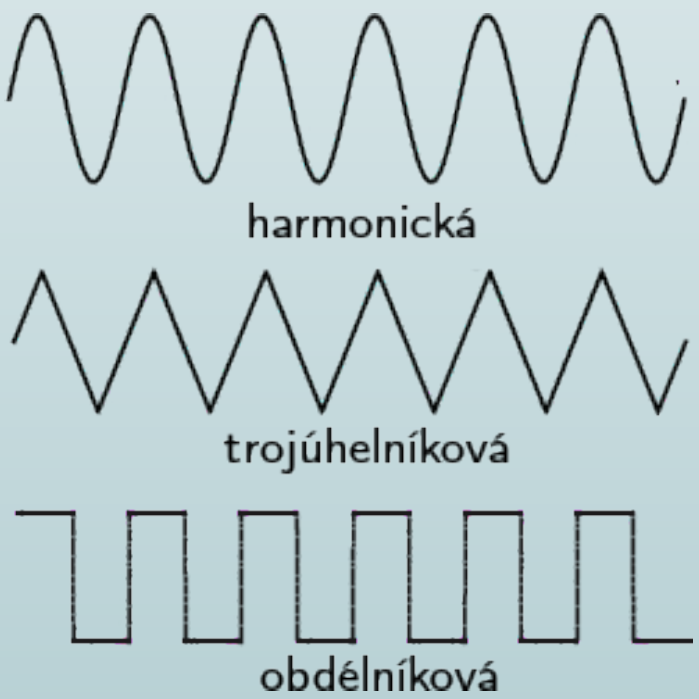
- lze kompatibilitu ve vztazích převést demonstrovat pomocí konstruktivní a destruktivní interference?
- porozumění vztahům nemůže být jednoduché
- umění (poezie, literatura), časopisy, sitcomy, telenovely, ...
- vlna: cyklický/opakující se struktura/obrazec nebo chování v prostoru a čase
- amplituda, λ, f:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

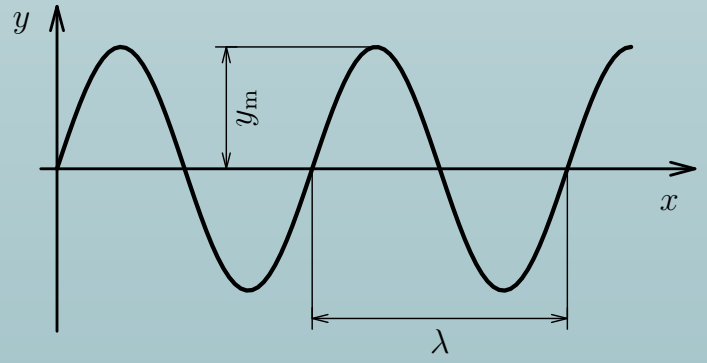


Vlnová mechanika lidských vztahů

- lze kompatibilitu ve vztazích převést demonstrovat pomocí konstruktivní a destruktivní interference?
- porozumění vztahům nemůže být jednoduché
- umění (poezie, literatura), časopisy, sitcomy, telenovely, ...
- vlna: cyklický/opakující se struktura/obrazec nebo chování v prostoru a čase
- amplituda, λ, f:

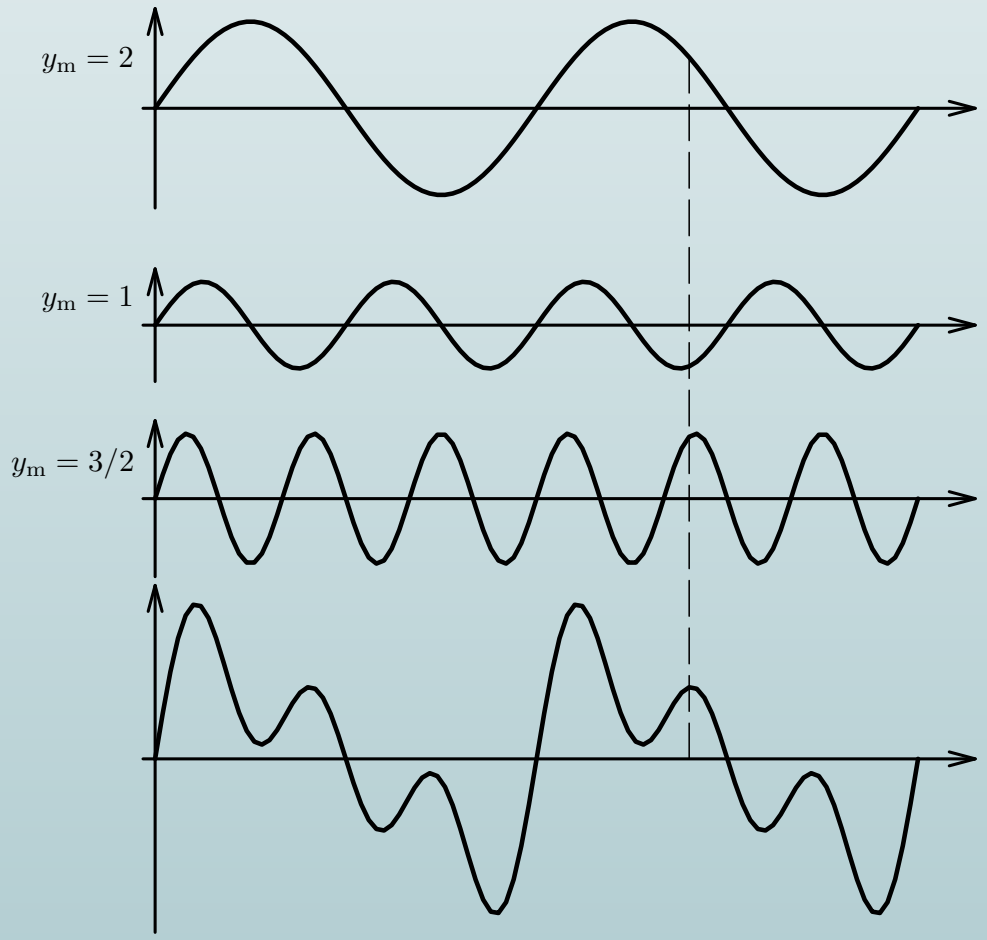


$$\lambda = \frac{c}{f}$$



Vlnová mechanika lidských vztahů

- lidská charakteristika $\rightarrow$ vlna
- *Joseph Fourier* (1768–1830): vlny jako „Lego“
- základní a (vyšší) harmonické frekvence $\Longrightarrow$ vlny různého průběhu
- frekvence $\rightarrow$ vlastnost (hudební vkus, pracovní návyky, preference jídel, ...), „zastoupení“ $\rightarrow$ amplituda (pokud chybí: $y_\mathrm{m} = 0$)
- „hrníčková kuchařka“: hrnek mouky, 2 lžíce oleje, ...
- ∞ možností $\Longrightarrow$ komplikované průběhy

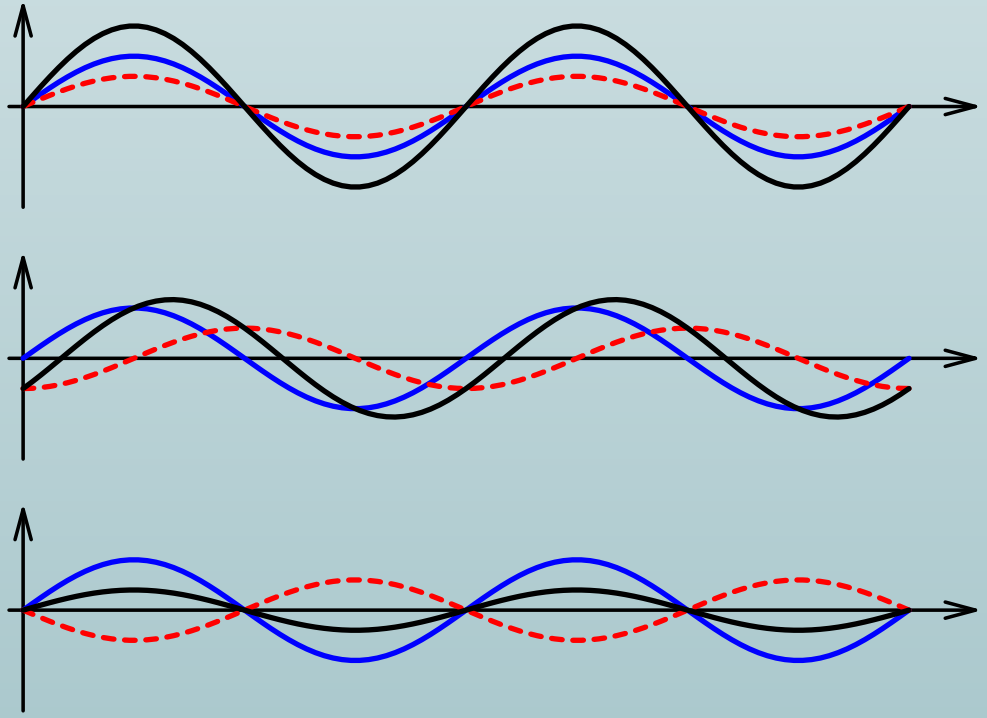


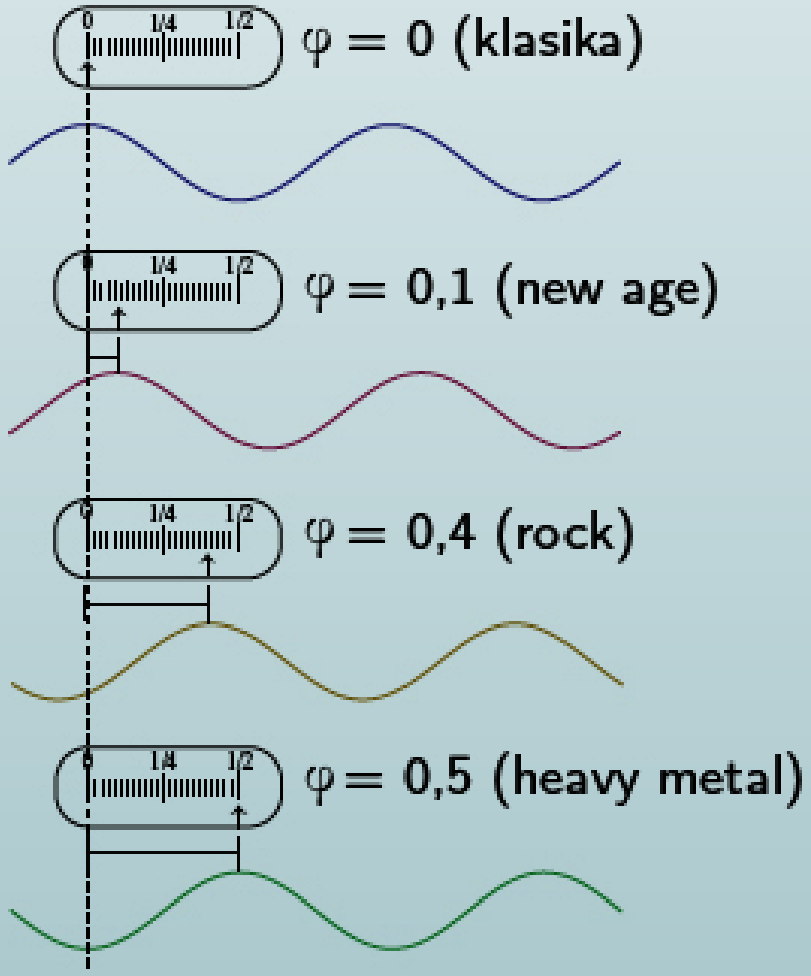
Vlnová mechanika lidských vztahů

- zajímavé osobnosti: hodně charakteristik (F. složek)
- jednodušší („nudnější“) – relativně málo, jednodušší tvar vlny
- dominantní: velké amplitudy
- slabší, jemnější: malé amplitudy
- komplikovaní: složitý tvar vlny
- psychopaté: „crazy“ tvar vlny, hůře předvídatelný
- ...
- dva lidé – porovnáme tvary a průběhy vln

Vlnová mechanika lidských vztahů

- neschází ještě něco (???) $\Longrightarrow$ fáze
- hudební vkus – který žánr?
- konstruktivní a destruktivní interference





Vlnová mechanika lidských vztahů

- „být ve fázi“ opera $\times$ heavy metal, strach z výšek $\times$ seskok s padákem, bungee jumping, ...
- ne nutně ve všech oblastech (nejde!) $\Longrightarrow$ priority, více oblastí – lépe
- nemusíme vlastnost po vlastnosti, stačí výsledné vlny
- protiklady se přitahují (???) – mohou, ale vztahy mezi doplňky jsou trvalejší! $\Longrightarrow$ vzájemné obohacení (malířka + řemeslník)
- porozumění ne totéž co řešení
- „Mám Tě rád, ale prostě s Tebou nejsem ve fázi“, „Miláčku, mezi námi je destruktivní interference“

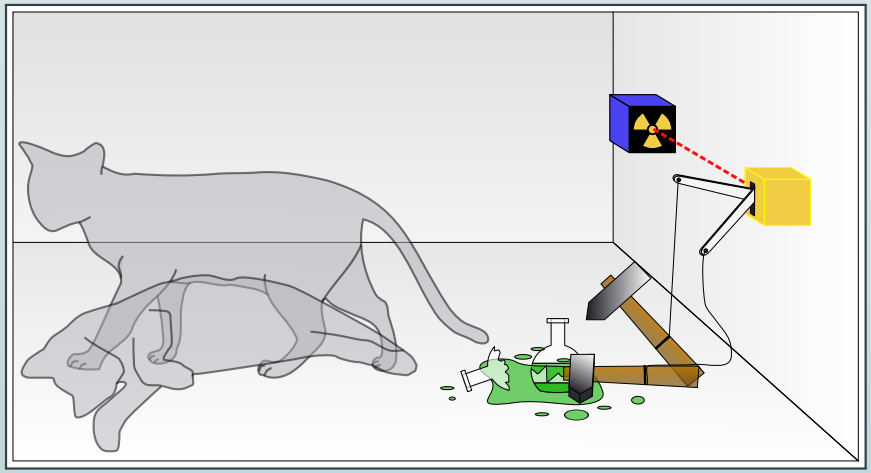
Vlnová mechanika lidských vztahů

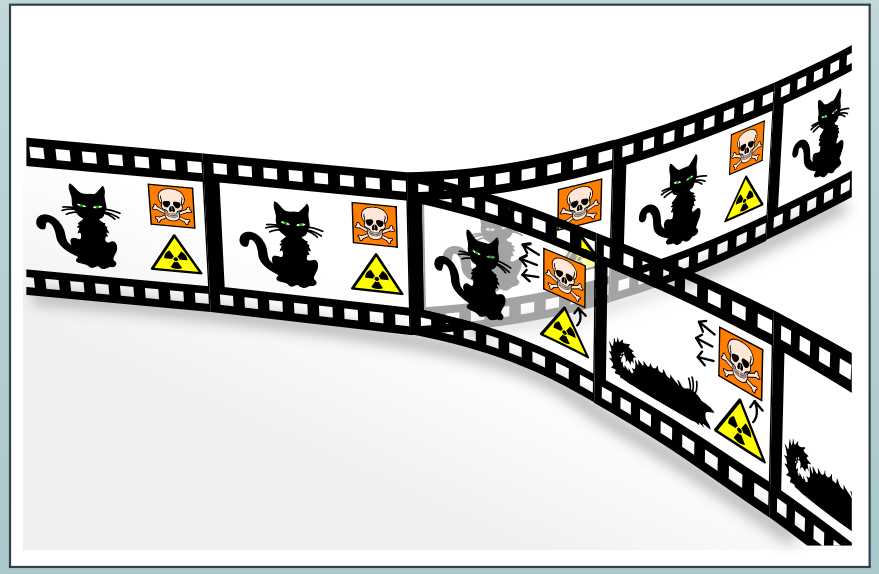
- „být ve fázi“ opera $\times$ heavy metal, strach z výšek $\times$ seskok s padákem, bungee jumping, ...
- ne nutně ve všech oblastech (nejde!) $\Longrightarrow$ priority, více oblastí – lépe
- nemusíme vlastnost po vlastnosti, stačí výsledné vlny
- protiklady se přitahují (???) – mohou, ale vztahy mezi doplňky jsou trvalejší! $\Longrightarrow$ vzájemné obohacení (malířka + řemeslník)
- porozumění ne totéž co řešení
- „Mám Tě rád, ale prostě s Tebou nejsem ve fázi“, „Miláčku, mezi námi je destruktivní interference“

1534

Sláva a existenciální krize Schrödingerovy kočky

- neintuitivní závěr: pozorování určuje realitu (Feynmanova otázka)
- potřeba společnosti, touha po slávě (Robinson Crusoe – Alexander Selkirk opouští ostrov při první vhodné příležitosti)
- lidé okolo a vztahy potvrzují naši existenci
- stav kola (poloha, tlak v pneumatikách, namazaný řetěz, ...) – při otevírání sklepa po zimě neznáme stav, ale pravděpodobnosti (vlnová funkce složitější než u elektronu)



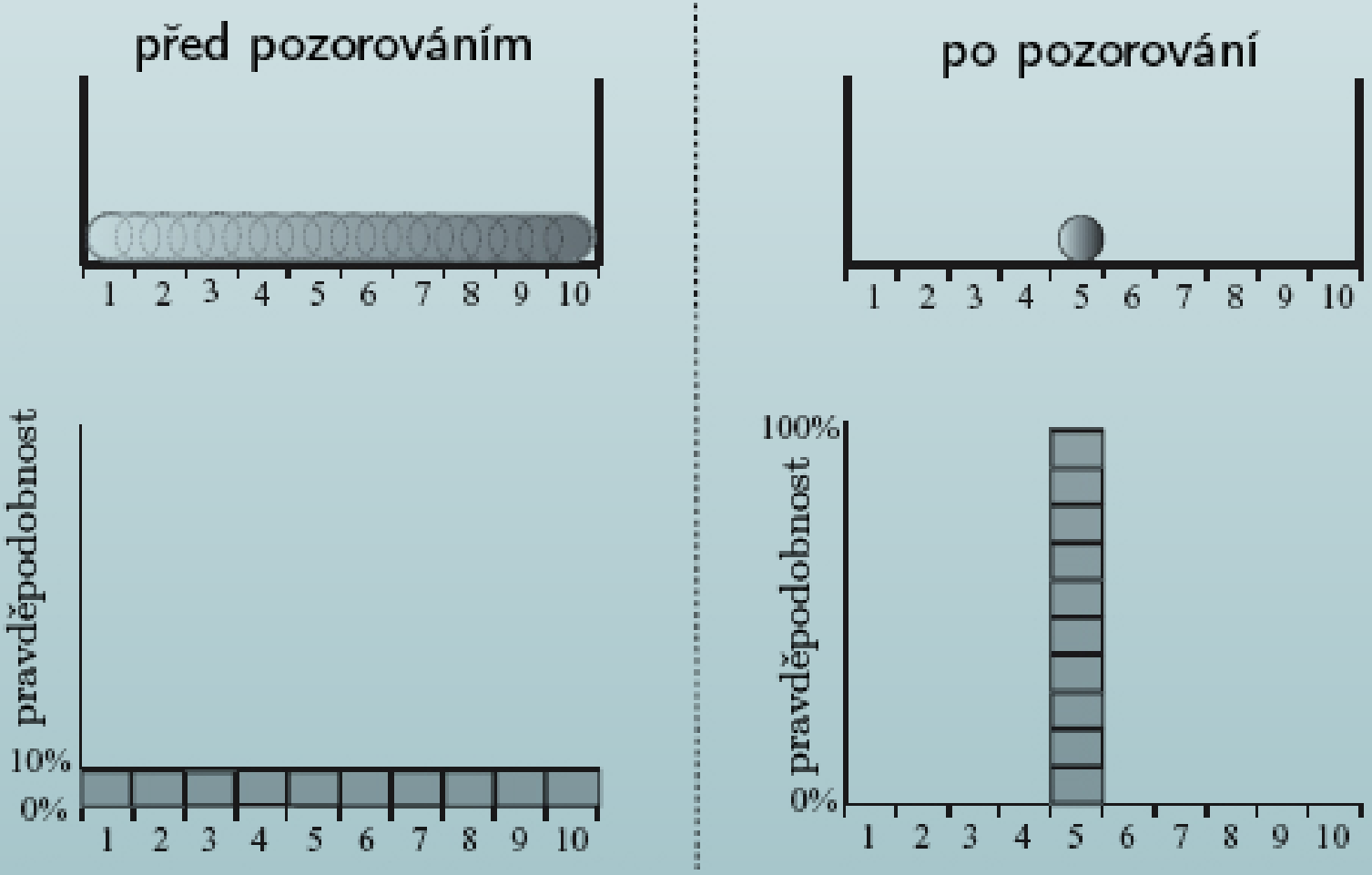


dva stavy: živá a mrtvá superpozice

Sláva a existenciální krize Schrödingerovy kočky

„Zvláštní“ skutečnost

Dokud není pozorován, objekt s nějakou pravděpodobností ve všech přípustných stavech. Pozorování určuje stav!



Neznamená to, že byl stále v sekci 5

Sláva a existenciální krize Schrödingerovy kočky

- interpretace p-sti jiná než u rulety/hodu kostkou
- „zdravý rozum“: realita existuje nezávisle na pozorovateli
- zcela osamělý člověk: „...jako bych nebyl“
- osamělý muž v baru (sleduje vše kolem – delokalizovaný stav) $\times$ přisedne si sympatická dáma (soustředění na dané místo)
- vliv velkého počtu pozorování (jeviště $\times$ řada hvězd v soukromí spíš plachá – M. Kopecký, J. Grossmann)

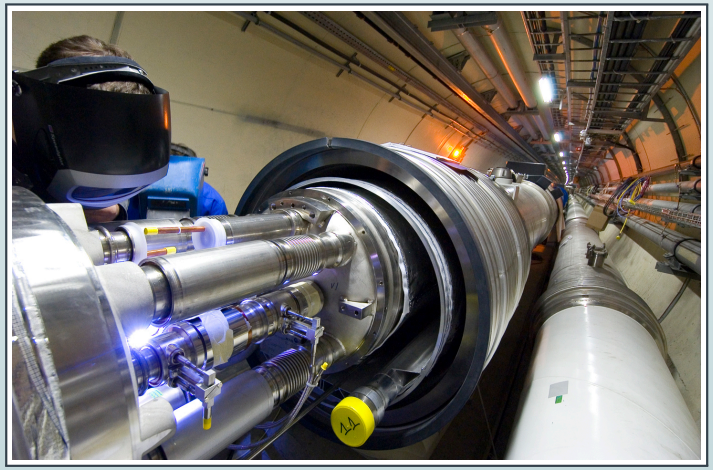
Sláva a existenciální krize Schrödingerovy kočky

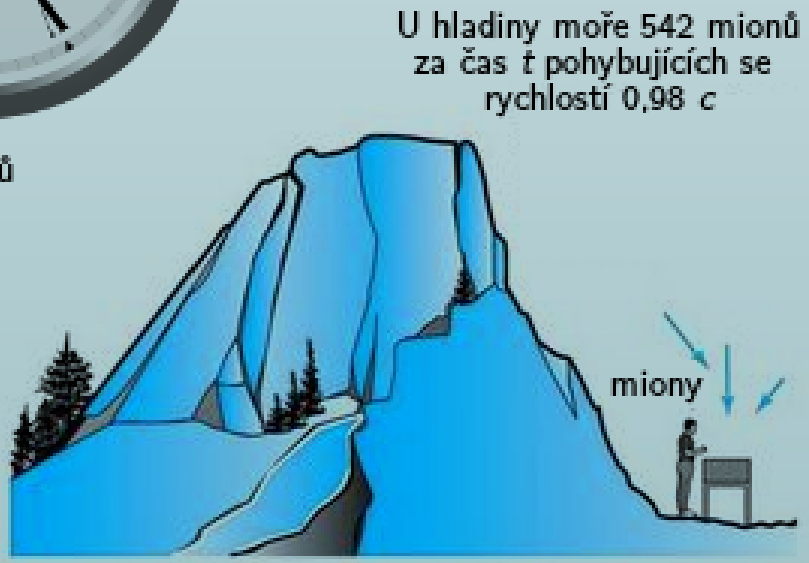
- celebrity (vážené, proslulé osobnosti) – bez pozornosti médií by neexistovaly („youtubers“ v marketingu)
- naše chování v soukromí (eigenstate) a na veřejnosti
- superpozice různých vzorců chování – závisí na pozorovatelích
- lze člověka pozorovat v „přirozeném“ stavu/chování?
- štěstí je opravdové, jen když jej sdílíme (chudé rodiny $\times$ osamělí milionáři)

Paris Whitney Hilton
(17. 2. 1981, NY)

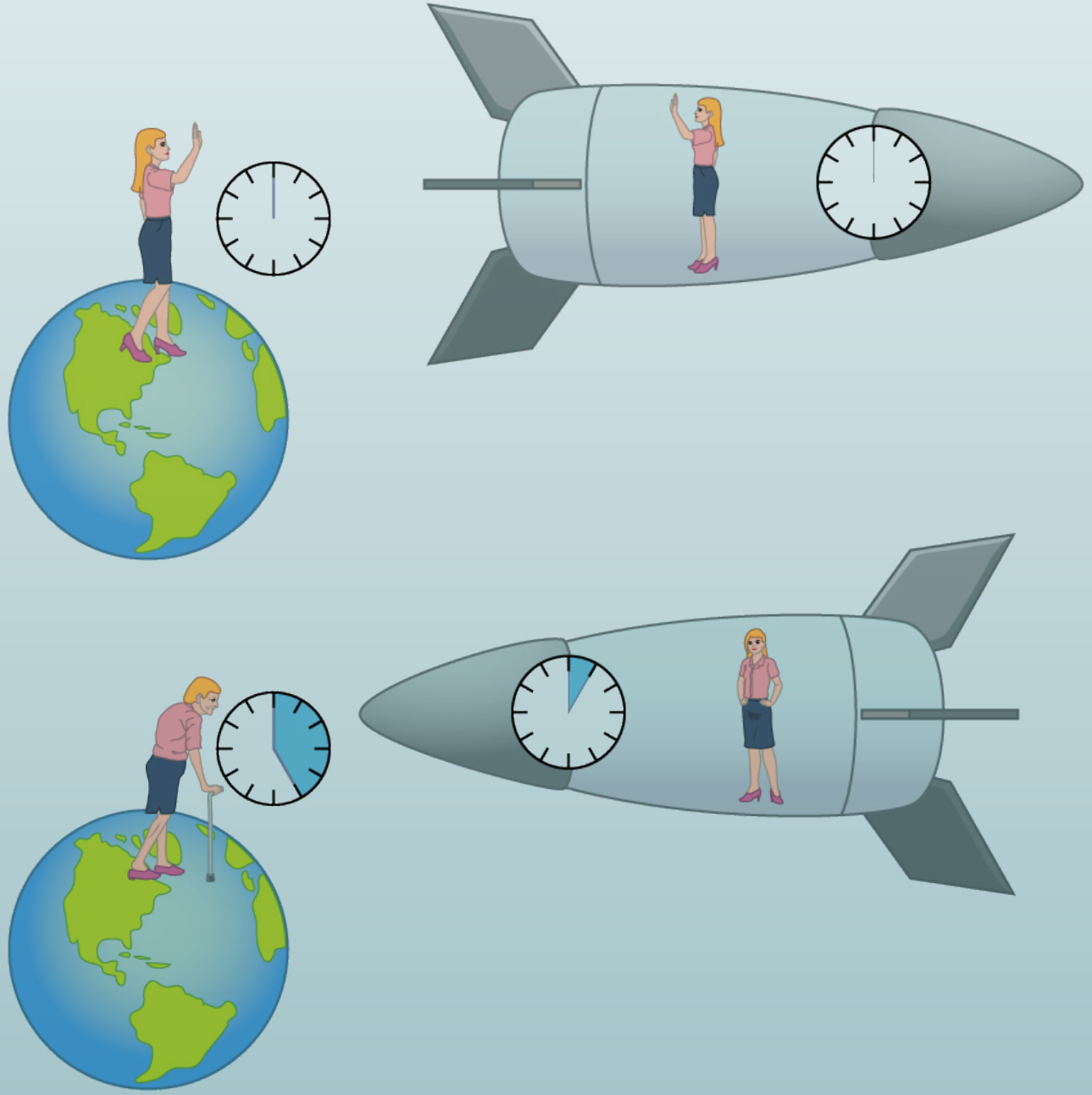
Můj čas a váš čas

- absolutní čas: příchod do práce, začátek přednášky, program rozhlasu;
- nevadí ani časová pásma: hodina trvá hodinu (na málo věcech se lze takto shodnout)





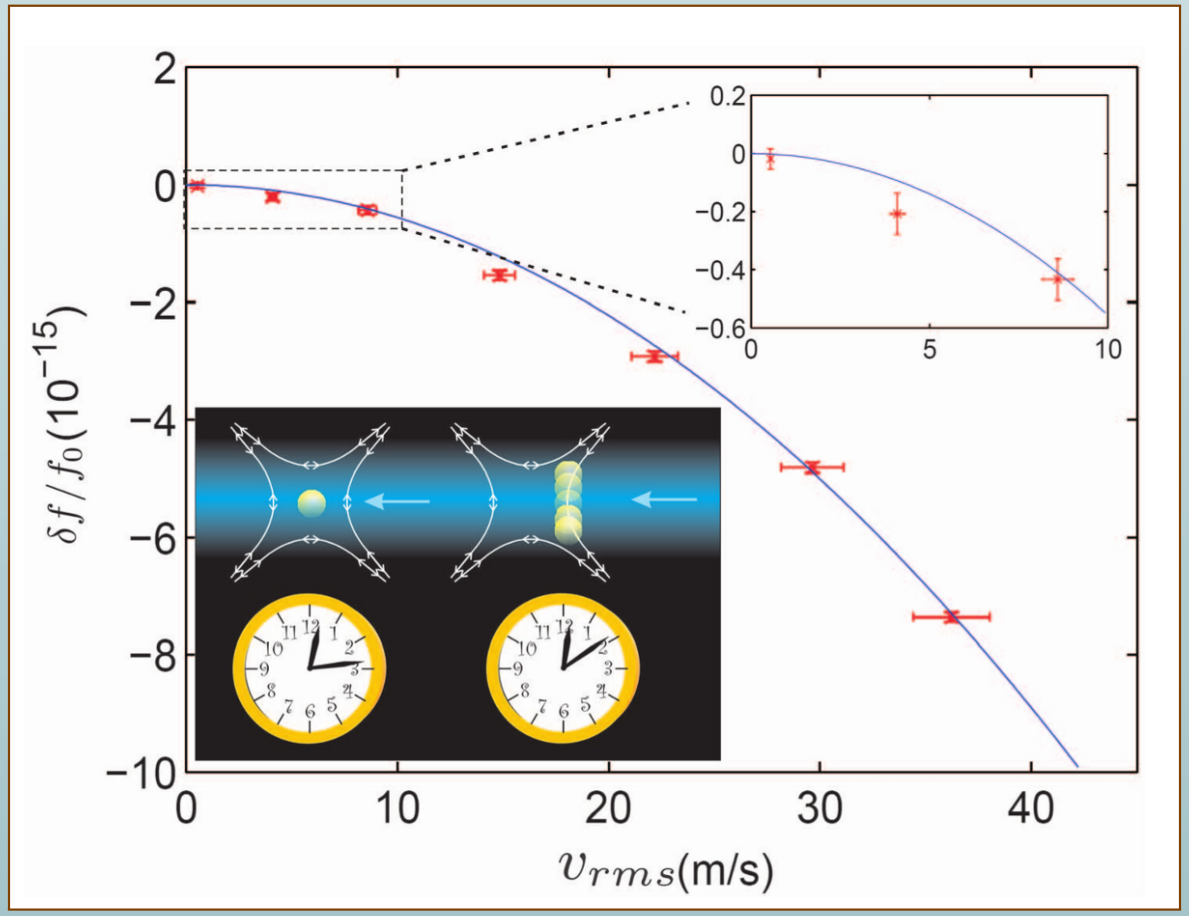
Můj čas a váš čas



Můj čas a váš čas

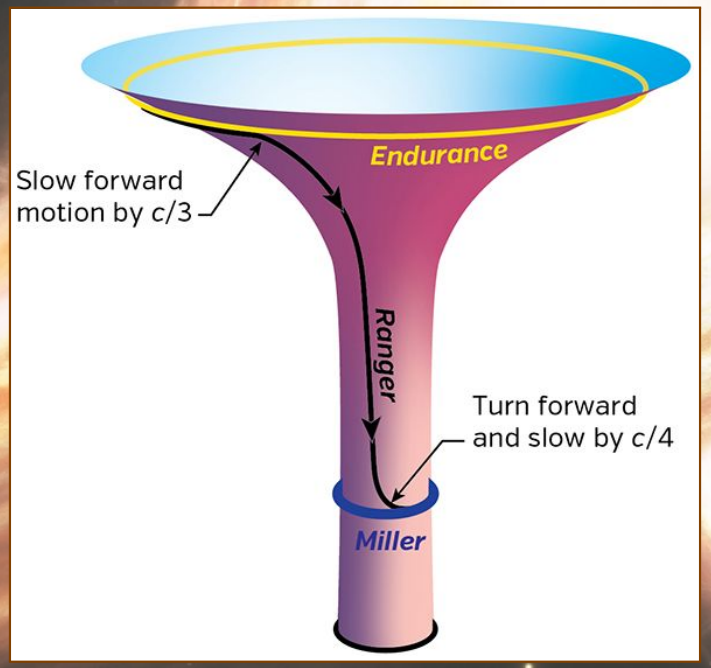
CHOU, C. W., HUME, D. B., ROSENBAND, T. a WINELAND, D. J., 2010. Optical Clocks and Relativity. *Science* **329**(5999), s. 1630–1633. DOI:10.1126/science.1192720.

- ionty $^{27}Al^{+}$, laserové chlazení, přesnost optických hodin 10^{-18} s
- rychlosti okolo 10 m/s a výškový rozdíl 30 cm!



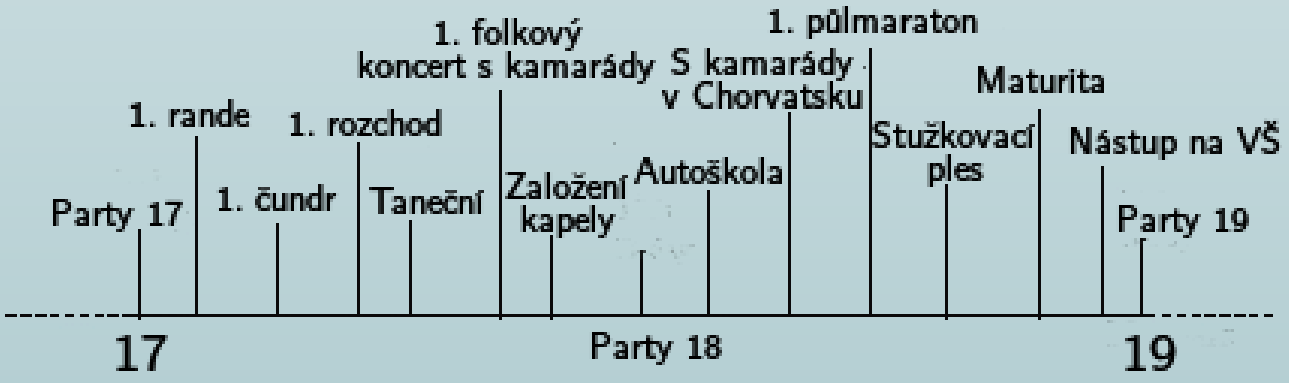
- Gargantua – rotující černá díra
- 1 hodina/7 let (faktor $\approx$ 61 000)

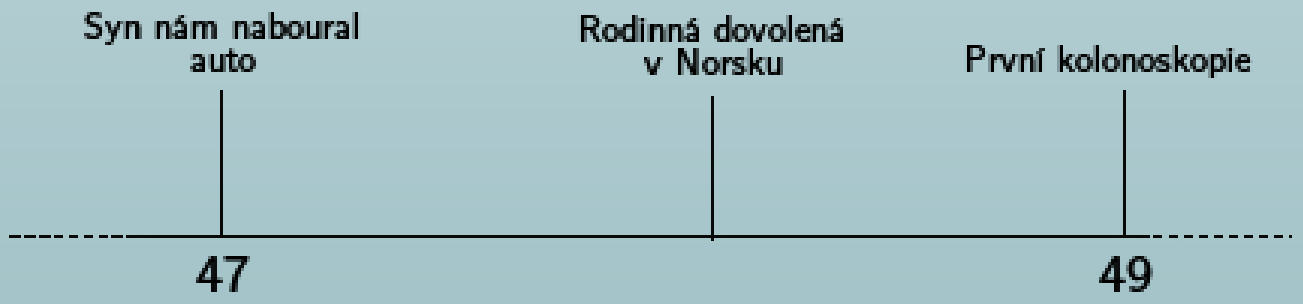
THORNE, K. S. a NOLAN, Ch., 2014. *The Science of Interstellar*. New York: W. W. Norton & Company.



Můj čas a váš čas

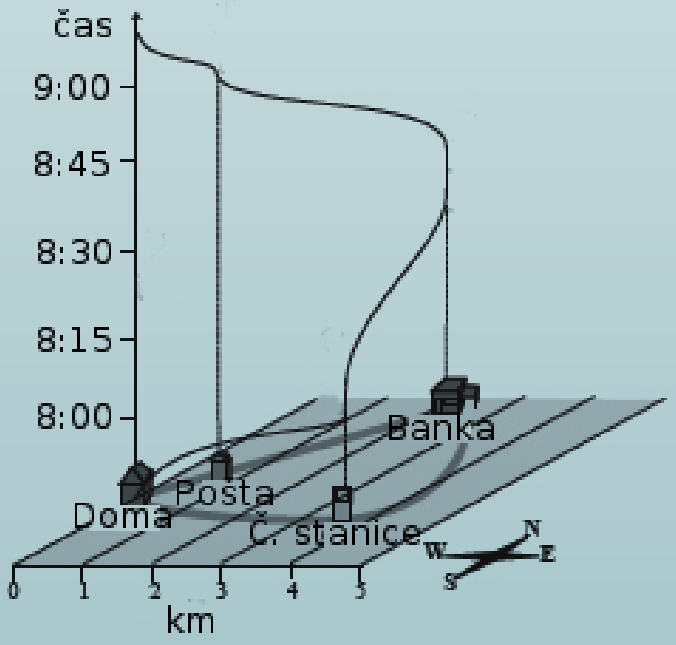
- v životě vnímáme čas jako rychleji plynoucí ne když se pohybujeme rychleji, ale když jsme starší
- plynutí času: význačné, silně vnímané/prožité události $\Longrightarrow$ interval mezi – „jednotka“
- více zodpovědnosti (a hmotnosti) $\Longrightarrow$ čas plyne pomaleji
- dovolená $\times$ čekárna u lékaře (ve vzpomínkách „dlouho“ $\times$ někdy si ani nepamatujeme)
- relativita času zcela přirozená (???)

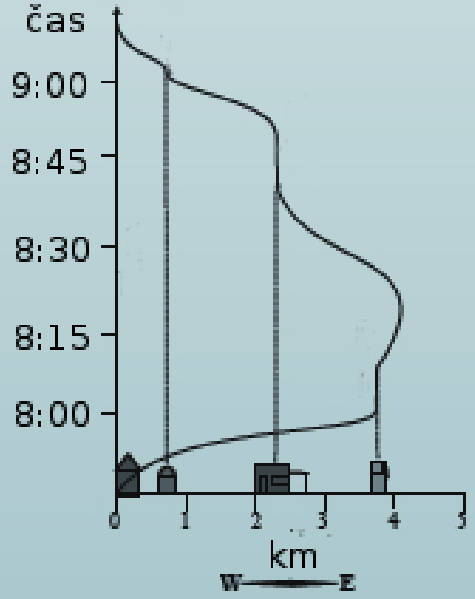


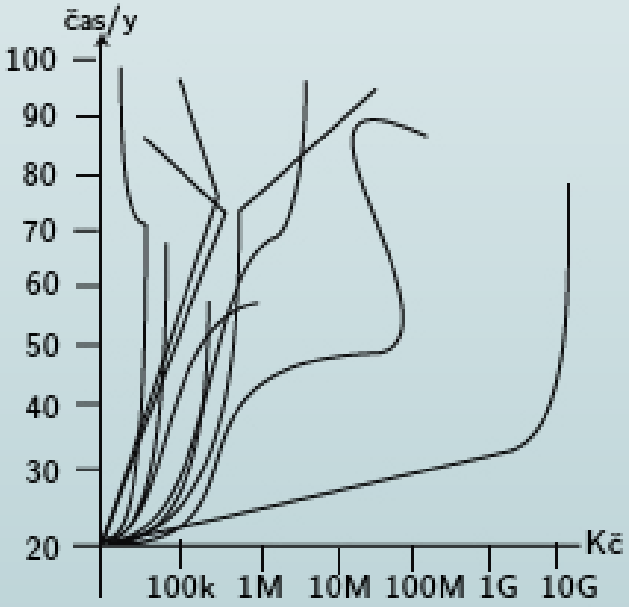


Ztráta optimismu podél světočáry

- světočára: množina událostí $(t,\boldsymbol{r})$, jimiž procházíme, různé projekce, lidský život i „jiné dimenze“
- optimismus mládí ($\times$ frustrace, zklamání později)



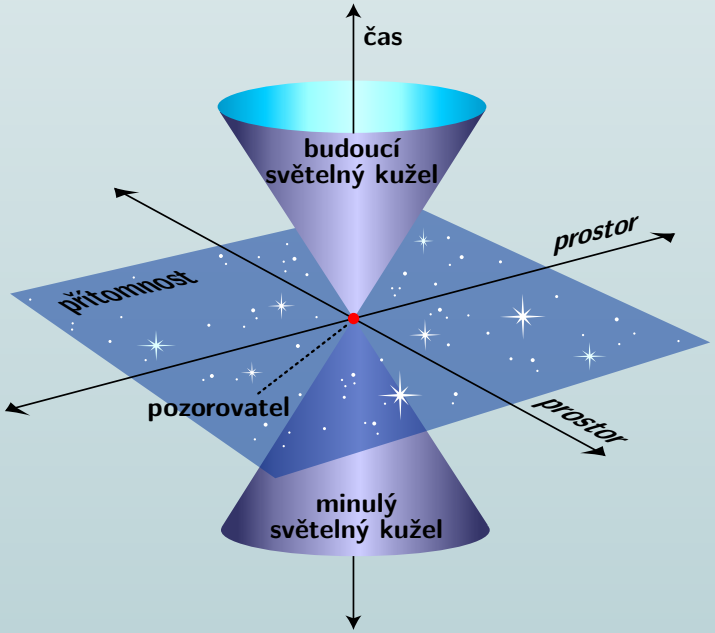




Vladimir Makovskij

Ztráta optimismu podél světočáry

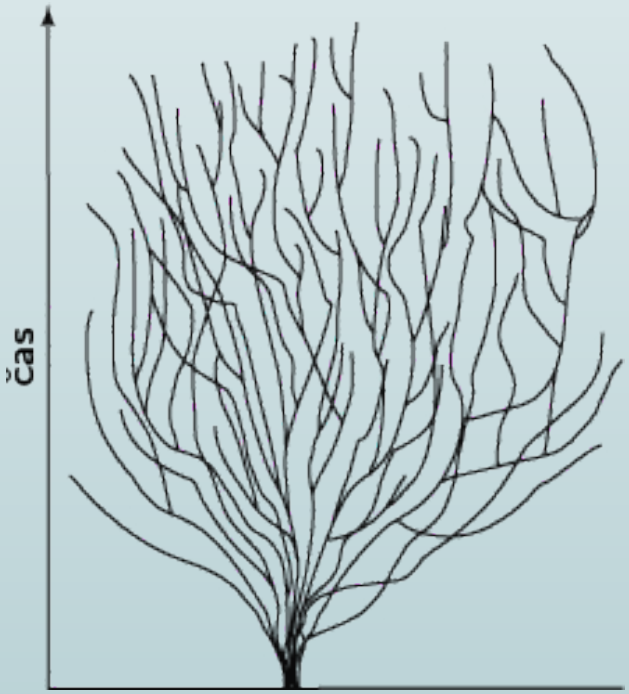
- světelný kužel + kauzální struktura prostoročasu
- ∞ možností + nereálné (vládce planety 1 Mly)
- pokud ne výjimečně kruté podmínky $\Longrightarrow$ po narození řada možností (prezident, Mt. Everest) – superpozice možných světočar
- postupně možnosti „odpadají“, zůstává jich méně
- v mládí: očekáváme ty dobré, úspěšné světočáry
- kolaps vlnové funkce $\Longrightarrow$ kolaps optimismu



Ztráta optimismu podél světočáry

optimismus = množství žádoucích dostupných světočar ×
× předchozí úspěchy

- optimismus, naděje: závisí na počtu možností vývoje
- limitující výběr: špatná práce, nefungující manželství $\Longrightarrow$ frustrace
- předchozí úspěchy: zvyšují očekávání do budoucna
- zájem o peníze (roste s věkem): zvětšují možnosti (když nebaví práce, ...)
- Jorge Louis Borges (1899–1986): každý okamžik „zahradou dělících se cest“
- příběhy, fikce: o možných světočárách (Ostrov pokladů nemusí mít v dospělosti takové kouzlo)



Ztráta optimismu podél světočáry

- přepínání mezi světočárami nesnadné (rozchody, změna práce, stěhování): „starého psa...“ × přebookování letenky na let, který nehavaruje)
- sledujeme osudy spolužáků, kamarádů z mládí (mohla to být moje světočára)
- puberta: moje světočára určitě nebude jako u rodičů
- krize středního věku: víme, že nejsme na ideální světočáře, ale nesnadné/pozdě změnit
- i malá rozhodnutí v mládí důležitá (snazší zvolit správnou světočáru)
- potom s trochou Štěstí může optimismus vydržet i déle

Vzorec úspěchu

- řada receptů i „receptů“, knih, placených kurzů
- úspěch: dosažení cílů, žádoucí životní situace (peníze, volný čas, uznání, vztahy, uspokojení z práce, ...)
- vývoj od „ostatní mohou selhat, já ne“ k menšímu optimismu – recept n návratu na správnou trajektorii úspěchu
- příklady úspěšných a bohatých celebrit
- změna v životě $\Longrightarrow$ posun správným směrem $\Longrightarrow$ tok
- *proud* (aero/hydrodynamika, elektrodynamika) – společné vlastnosti, např. pohyb elektronů (elementárních částic) nesoucích náboj

Vzorec úspěchu

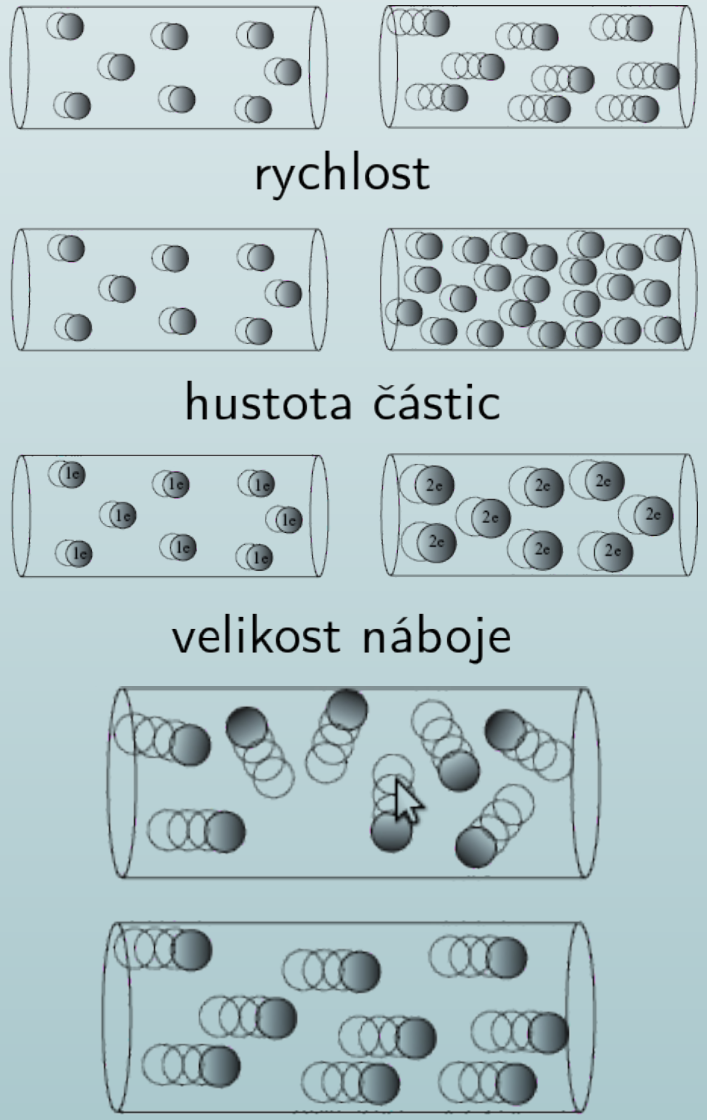
Vztah pro proudovou hustotu

$$\boldsymbol{j} = n\,e\,\boldsymbol{v}$$

- nulová rychlost, hustota částic, náboj $\Longrightarrow$ žádný proud
- pohyb musí být usměrněný, $\boldsymbol{v}_{\mathrm{f}}$ průměr složky rychlosti správným směrem

$$\boldsymbol{j} = n\,e\,\overline{\boldsymbol{v}_{\mathrm{f}}}$$

- $\boldsymbol{v} \rightarrow$ usilovná práce; uvedení do pohybu vyžaduje konání práce (viz účtenky za výrobu elektrické energie), větší rychlost $\Longrightarrow$ *vceprce* (T. E. Edison: „Génius je jen 1 % inspirace a 99 % potu“)

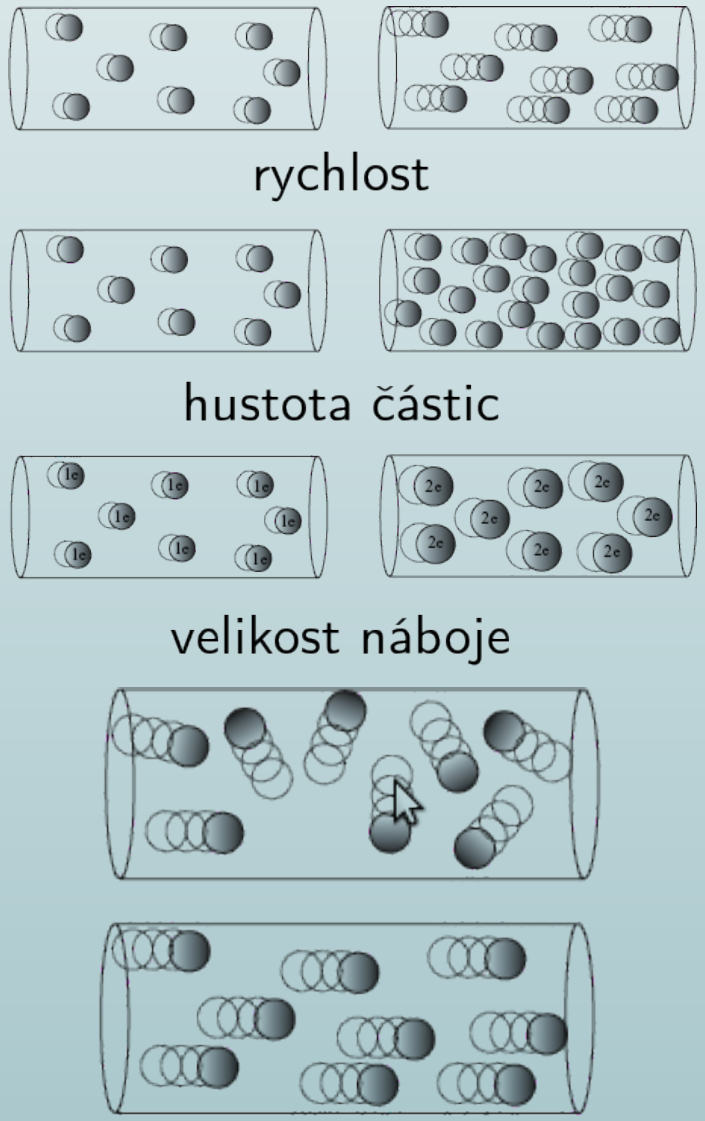


Vzorec úspěchu

$$\boldsymbol{j} = n\,e\,\overline{\boldsymbol{v}_{\mathrm{f}}}$$

- uspořádaný, usměrněný pohyb → disciplína;
- n → vytrvalost, každá částice → malý postupný krok (i řada úspěšných až po hodně neúspěších, jeden elektron v laboratoři nemusíme zaznamenat); analogie s počtem pokusů dosáhnout cíle (hustota, ne celkový počet – ne jeden pokus za 10 let)
- e → zdravá(!) agresivita při sledování cíle, vnitřní vlastnost částice
- talent, nadání? – nemůžeme moc ovlivnit

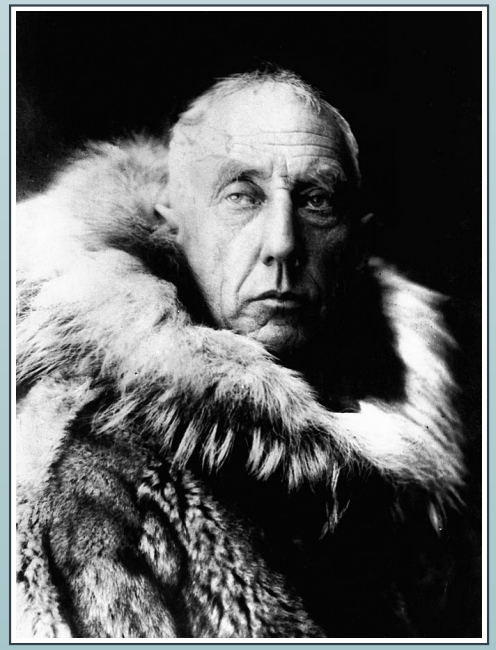
úspěch = vytrvalost × zdravá agresivita ×
× disciplinovaná usilovná práce



náhodný a uspořádaný pohyb

Amundsen a Scott

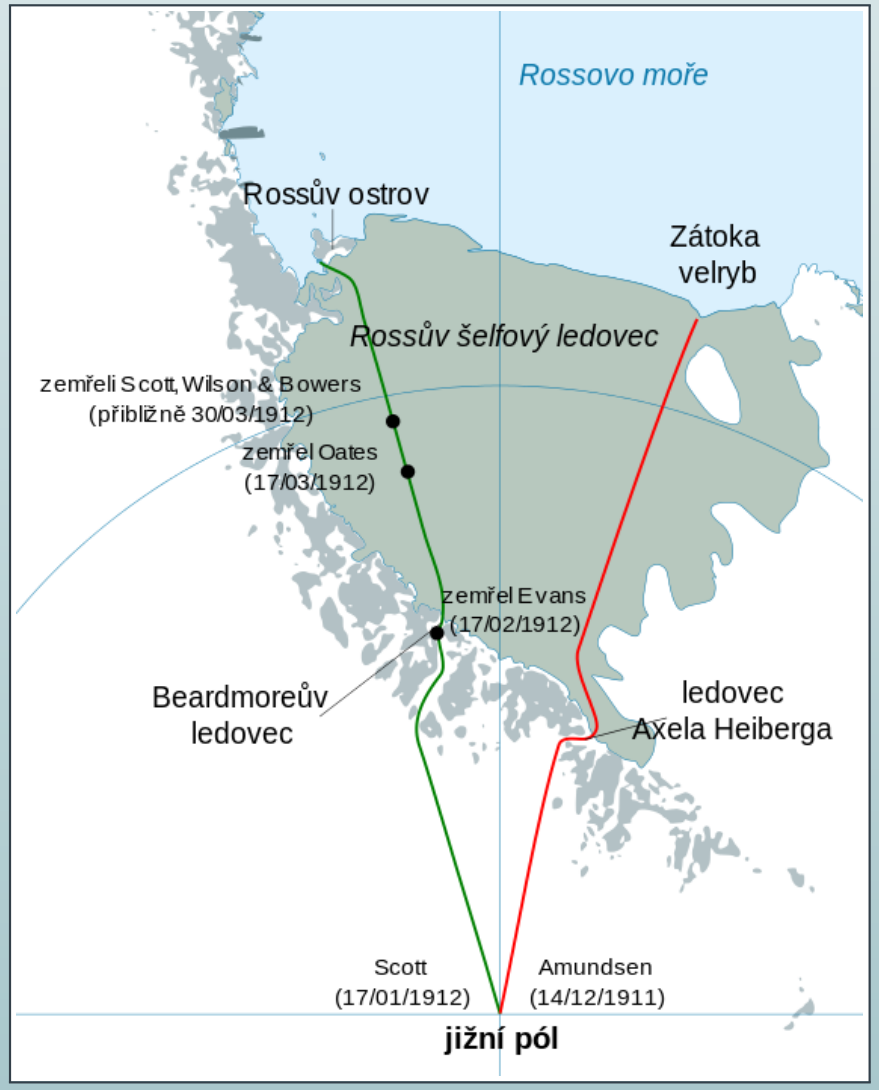
- Roald Engelbregt Gravning Amundsen (16. 7. 1872 – 6. 1928)
- Robert Falcon Scott (6. 6. 1868–29./30. 3. 1912), stan našla výprava 12. 11. 1912, bouře 18 km od přesunutého skladiště zásob



doc. RNDr. Peter Bero, PhD.

Amundsen a Scott

- soustředění na cíl, empirická tvořivost, fanatická disciplina
- 100 km kratší (celkem 3 440 km, 99 dnů), neznámá trasa × E. H. Stackleton (1907–1909) 180 km od pólu (88° j.š.)
- 11 z 52 psů přežilo × manhauling more „noble“ (3/4 cesty), 1 sáně potopeny, 2 nefunkční, poníci se potí, potřebují potravu
- potravinové zásoby, přírůstek na váze × nedostatek
- kožešiny × vlněné, větru odolné prádlo (mrznoucí pot)
- eliminace „sněžné slepoty“
- 5–6 h denně (do 30 km) × někdy 9–10 h, někdy skoro nic

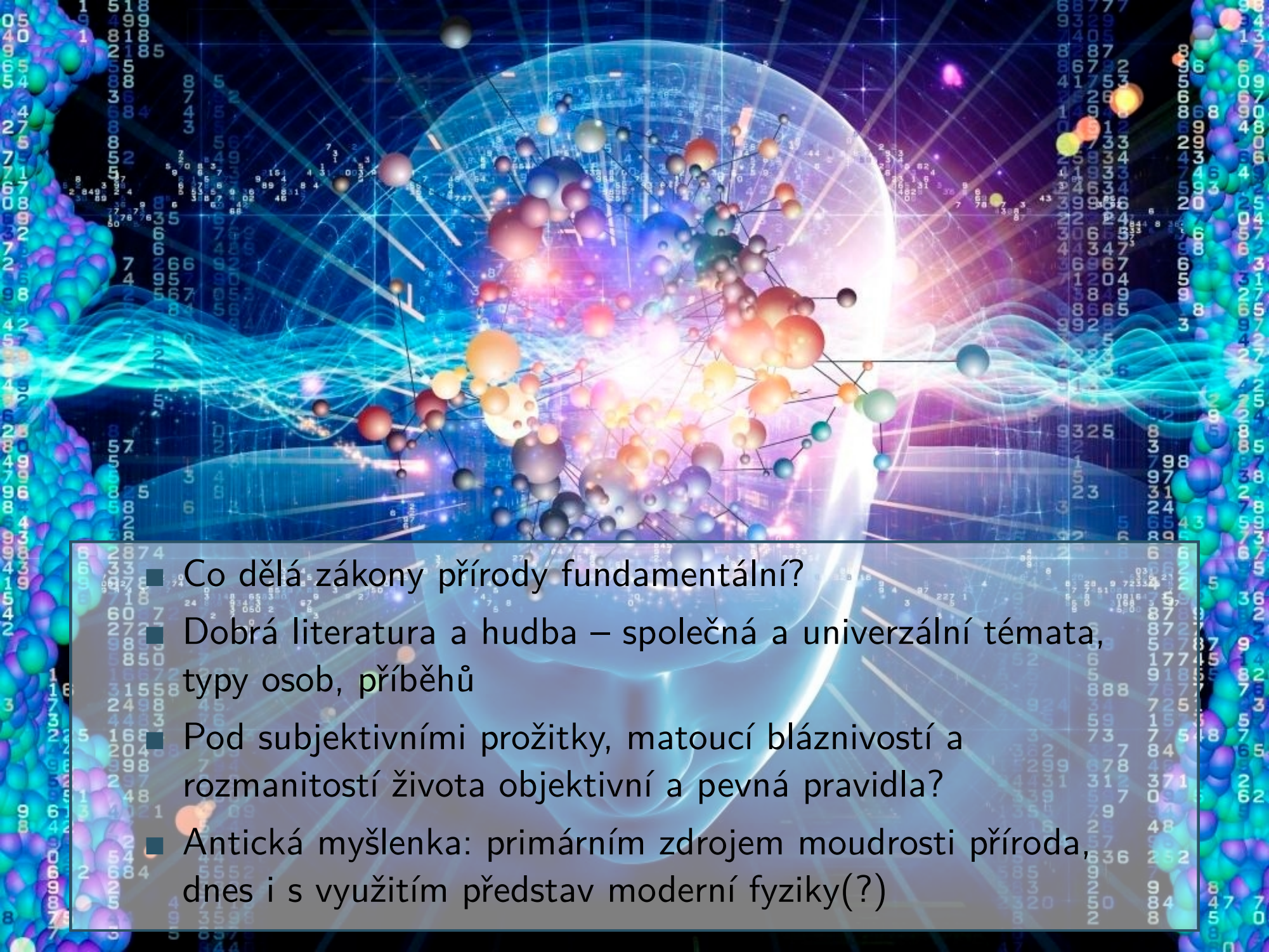


Amundsen a Scott

- soustředění na cíl, empirická tvořivost, fanatická disciplina
- 100 km kratší (celkem 3 440 km, 99 dnů), neznámá trasa × E. H. Stackleton (1907–1909) 180 km od pólu (88° j.š.)
- 11 z 52 psů přežilo × manhauling more „noble“ (3/4 cesty), 1 sáně potopeny, 2 nefunkční, poníci se potí, potřebují potravu
- potravinové zásoby, přírůstek na váze × nedostatek
- kožešiny × vlněné, větru odolné prádlo (mrznoucí pot)
- eliminace „sněžné slepoty“
- 5–6 h denně (do 30 km) × někdy 9–10 h, někdy skoro nic

Amundsen a Scott

- soustředění na cíl, empirická tvořivost, fanatická disciplina
- 100 km kratší (celkem 3 440 km, 99 dnů), neznámá trasa × E. H. Stackleton (1907–1909) 180 km od pólu (88° j.š.)
- 11 z 52 psů přežilo × manhauling more „noble“ (3/4 cesty), 1 sáně potopeny, 2 nefunkční, poníci se potí, potřebují potravu
- potravinové zásoby, přírůstek na váze × nedostatek
- kožešiny × vlněné, větru odolné prádlo (mrznoucí pot)
- eliminace „sněžné slepoty“
- 5–6 h denně (do 30 km) × někdy 9–10 h, někdy skoro nic



- Co dělá zákony přírody fundamentální?
- Dobrá literatura a hudba – společná a univerzální témata, typy osob, příběhů
- Pod subjektivními prožitky, matoucí bláznivostí a rozmanitostí života objektivní a pevná pravidla?
- Antická myšlenka: primárním zdrojem moudrosti příroda, dnes i s využitím představ moderní fyziky(?)

Přírodovědecká fakulta

Univerzita Palackého v Olomouci

Lukáš Richterek
lukas.richterek@upol.cz
Katedra experimentální fyziky PřF UP
17. listopadu 1192/12, CZ-771 46 Olomouc
Email: lukas.richterek@upol.cz
http://muj.optol.cz/~richterek/