

Antropický princip

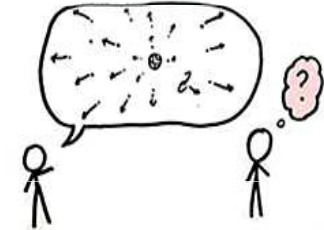
podzim 2018



Kosmologie jako věda

Základní kosmologické otázky:

- co je **vesmír** • jaká je jeho **struktura** • jeho **vznik** a **vývoj**, jeho budoucnost
- z čeho je složen • jak je stár • jakými zákony se řídí jeho vývoj



Vývoj kosmologických představ:

od mýtů, fantazií a spekulací k ověřeným poznatkům moderní vědy

Zformulování **Einsteinovy teorie** gravitace a propojení s fyzikou učinilo z kosmologie vědu

Ukázalo se, že vesmír se vyvíjí (má “dějiny”)

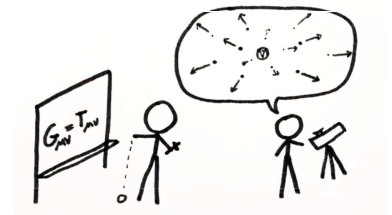
- zvláštní povaha ověřování (nevíme, nakolik je část, kterou pozorujeme, známa a nakolik je pro vesmír reprezentativní)

Východisko kosmologie:

Vesmír je popsateľný na úrovni základních fyzik. zákonů (obecná teorie relativity a standardní model částic)

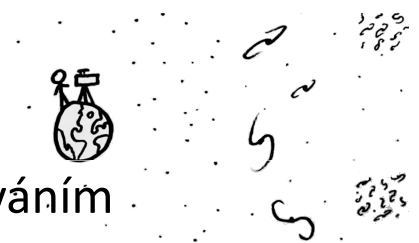
Homogenita a isotropie ve velkém měřítku - zobecněný Kopernikův princip)

Platnost zákonů - signály z vesmíru, sondy, pozemské laboratoře

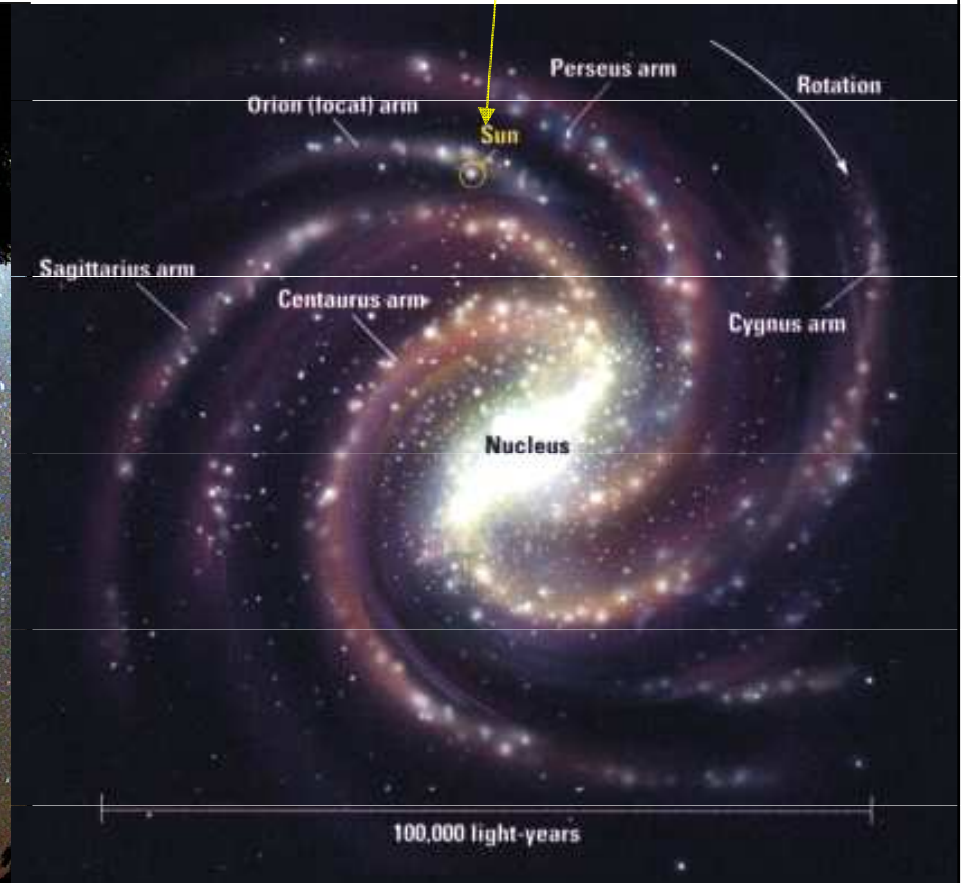


Metody kosmologie:

tvorba matematických modelů vesmíru, předpovědi a srovnání s pozorováním



- ❖ Naše **Galaxie** (\emptyset 100 000 ly), spirální typ s 2 hlavními rameny, Mléčná dráha -stříbrný pás hvězd, (lidově se tak označuje naše Galaxie). Mléčná dráha je však jen malá část Galaxie pozorovatelná ze Země.
- ❖ Dvě ramena: rameno Střelce a rameno Orionu. Naše Galaxie patří spolu s mnoha ostatními do **Místní skupiny galaxií**.
- ❖ Galaktické jádro naší galaxie - 7,6 kiloparseku ($23,5 \cdot 10^{13}$ km) od Země.
- ❖ V naší galaxii je více než 100 miliard hvězd. Mnohé zřejmě mají patrně planetární systém či alespoň jednu planetu, která kolem ní obíhá.



Země vzácná planeta ?



Země, unikátní planeta, na které se rozvinul život

Jaké podmínky vznik života umožnily?

Kde hledat život... ?

Ideální planeta – souhra okolností:

Sluneční soustava -obyvatelná zóna Galaxie s dostatkem těžších prvků na zformování kamenné planety, přitom daleko od jejího středu a od oblastí s intenzivní tvorbou hvězd, jež jsou zaplaveny vysokoenergetickým zářením.

Teplota, záření --- „správná“ vzdálenost planety od Slunce, osamocené hvězdy -- stabilita orbity,

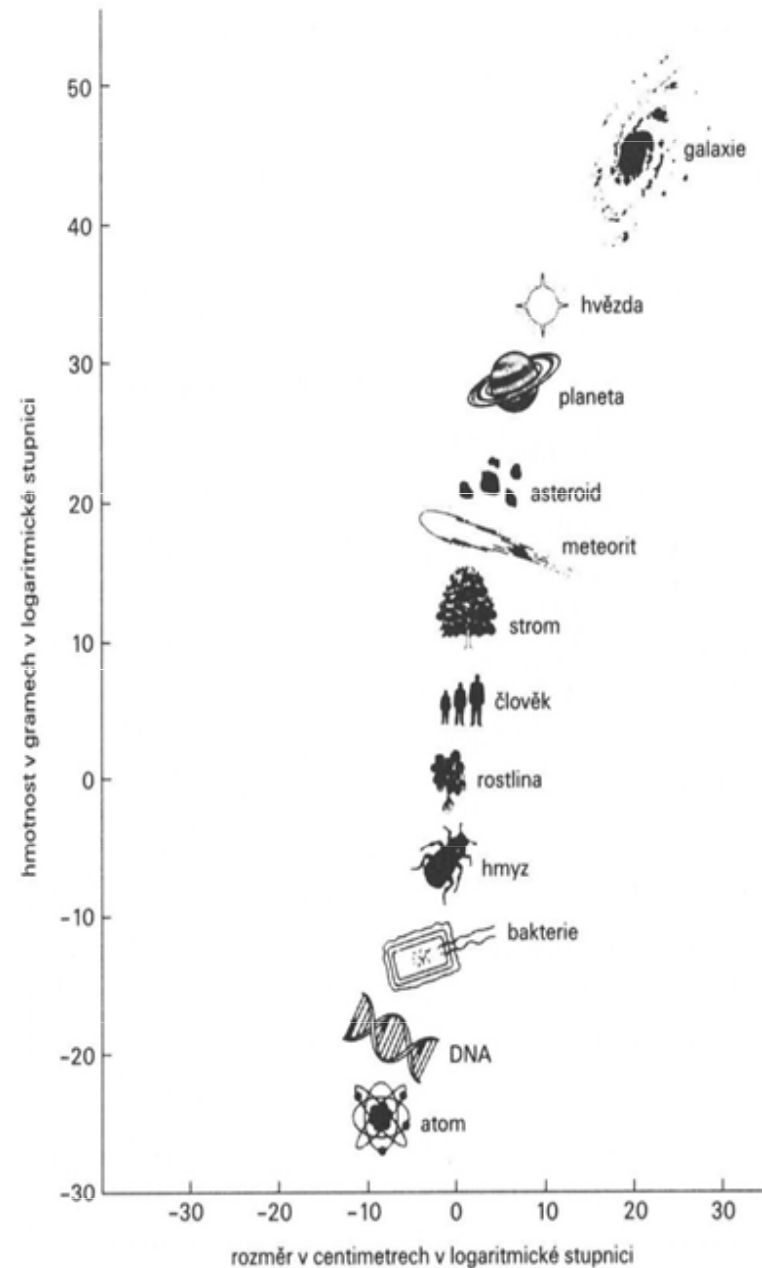
Magnetosféra, adekvátní velikosti pro g, sklon rotační osy - celoplanetární klima

Co je život ? --- křehká rovnováha

J. Segal říká:

"... Úkolem živého těla je vlastně balancovat s tisícem holí.

Pokud se mu to podaří „ zůstává naživu. "



Přirozené jednotky - předtuchy k antropickému principu

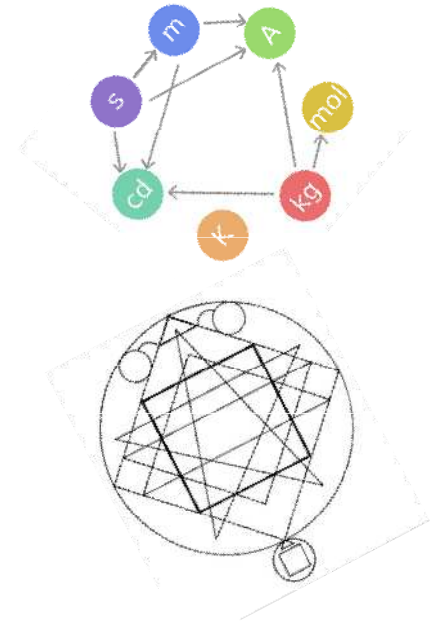
George J. Stoney (1826–1911) e, G, c

Max Planck (1882–1947, Nobel. cena za fyziku 1918) h, G, c

$$m_{pl} = (hc/G)^{1/2} = 5,56 \cdot 10^{-5} \text{ g}$$

$$l_{pl} = (Gh/c^3)^{1/2} = 4,13 \cdot 10^{-33} \text{ cm}$$

$$t_{pl} = (Gh/c^5)^{1/2} = 1,38 \cdot 10^{-43} \text{ s}$$



„**univerzální konstanty**“ - stavební kameny teoretické fyziky.“

Klademe si otázky:

Jaký je skutečný smysl těchto konstant?

Jsou pouhým výtvořem mysli nebo mají fyzikální obsah nezávislý na lidské inteligenci?

Kosmologické podklady k Antropickému principu:

povaha pozorovaného vesmíru je určena několika základními konstantami:

rychlostí světla c ;

Planckovou konstantou h ;

gravitační konstantou G ;

hmotností protonu m_p ;

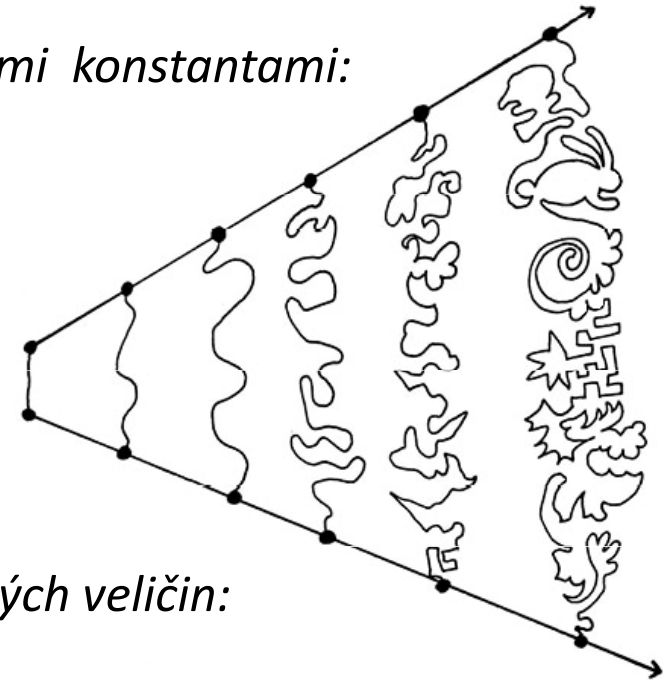
hmotností elektronu m_e ;

elektrickým nábojem elektronu e ;

a současnými hodnotami časově proměnných kosmologických veličin:

Hubblovým parametrem H_0 ;

průměrnou hustotou vesmíru σ_0 .



Fyzikálně zajímavá bezrozměrná čísla vytvořená z těchto veličin jsou řádově rovna 10^0 nebo 10^{40} nebo 10^{80} .

Zejména:

poměr gravitační potenciální energie částice ve vesmíru k její klidové energii je řádu 10^0

poměr elektromagnetické síly k síle gravitační je řádu 10^{40} ,

poměr poloměru vesmíru k poloměru protonu je řádu 10^{40} ,

poměr hmotnosti vesmíru k hmotnosti protonu je řádu 10^{80} .

Debata o koincencích

Toto zjištění (**koincidence velkých čísel**) vedlo k tomu, že fyzikové začali hledat jejich hlubší vysvětlení.

Paul Dirac 1937 vyslovil hypotézu, že tyto koincidence platí nejen pro současný vesmír, ale i pro vesmír v minulosti a v budoucnosti.

Podle toho by se však některé konstanty (např. gravitační konstanta) musely měnit s časem.

Proti tomu namítal Robert Dicke 1961, že gravitační konstanta se s časem nemění, ale časově omezena je platnost koincidence, která ji obsahuje.

My můžeme žít jen v časovém období jeho vývoje, v němž příslušná koincidence platí. V tomto smyslu je pozorované stáří vesmíru nutnou podmínkou naší existence (a také existence inteligentních pozorovatelů či života ve vesmíru).

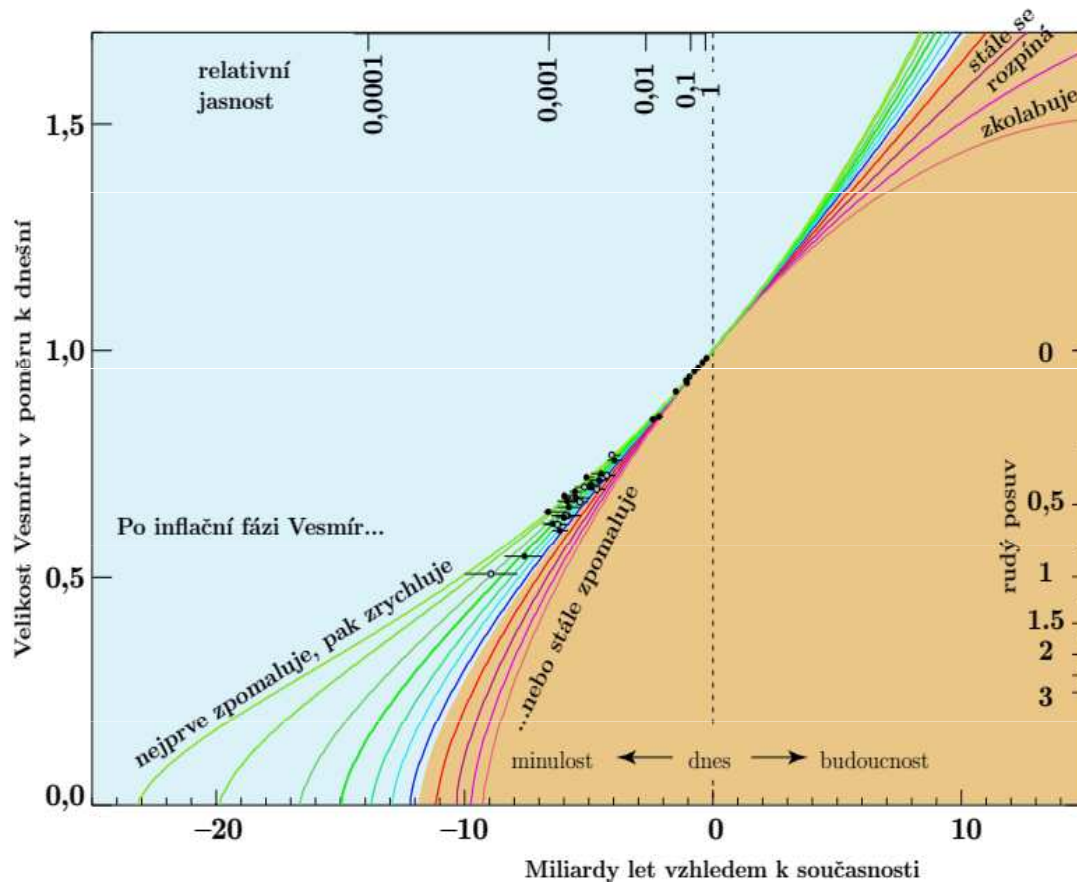
Tuto myšlenku v obecnější podobě podal Brandon Carter (1973), který zavedl název „antropický princip“ a rozlišil různé jeho podoby.

Cesta k současné formulaci Antropického principu

Kosmické koincidence

Carterovo vysvětlení koincidencí (Krakow 1973)

Modely Vesmíru



$$\alpha = \frac{2\pi e^2}{hc} \approx 10^{-2}$$

$$\frac{m_p}{m_e} \approx 10^{-3}$$

$$N_1 = \frac{e^2}{Gm_e m_p} \approx 10^{40}$$

$$N_2 = \frac{c / H_0}{h_e / 2\pi m_p c} \approx 10^{40}$$

$$N_3 = \frac{\rho_0 c / H_0^3}{3m_p} \approx 10^{80}$$

$$N_3 \approx N_1^2 \approx N_2^2$$

Antropický princip

Je Vesmír uzpůsoben pro naši existenci?

Nový termín (Carter 1973), stará otázka

William Paley (1743-1806)

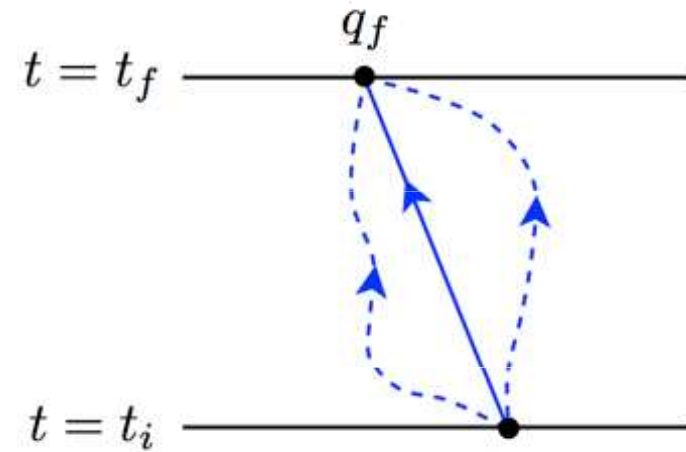
„Když půjdu po polní cestě a najdu na ní krásné zlaté hodinky, možná nevím, komu patřily, ale jedna věc je jistá. Musel být hodinář, který je vytvořil.“

Účelnost v přírodě, hlavní argumenty z biologie

Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759)

Hospodárnost přírody, nejmenší akce

Variační principy, hlavní argumenty z matematické fyziky



$$L = T - V$$

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} L(q_j, \dot{q}_j, t) dt = 0$$

Dvě základní verze AP

Slabá verze (WAP) - „Pozorované hodnoty fyzikálních veličin nejsou stejně pravděpodobné, ale nabývají jen takových hodnot, které umožňují vznik míst ve vesmíru, ve kterých může vzniknout život založený na uhlíku a udržet se po dostatečně dlouhou dobu.“ (B. Carter, 1973)

Rozšíření slabé verze - Existuje silné omezení na možné hodnoty základních konstant fyziky v našem vesmíru. Princip v této podobě se opírá o představu „mnohovesmíru“, kde každý jednotlivý vesmír má své hodnoty konstant a možná i fyzikálních zákonů (B. Carter, 1973)

Silná verze (SAP) - Vesmír má takové parametry, aby nutně vedl k existenci inteligentního pozorovatele v některém ze stádií svého vývoje. (Barrow, Tipler: Cosmological anthropic principle).



„do základů vesmíru byly vloženy právě takové specifické informace, aby v něm zákonitě inteligentní život vzniknout musel“.

Proč jsou přírodní konstanty takové, jaké jsou

Fred Hoyle a tvoření uhlíku

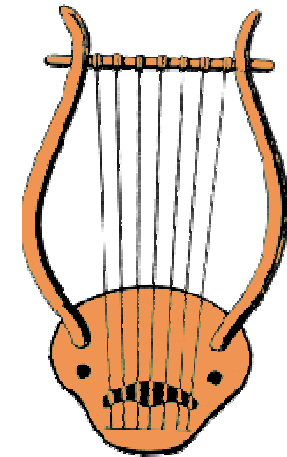


helium + helium → berylium.
beryllium + helium → uhlík?
uhlík + helium → kyslík.

Konstanta jemné struktury :

$$\alpha = 0.007297351 \pm 0.000000006 \cong 1/137$$

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c 4\pi\epsilon_0} = \frac{e^2 c \mu_0}{2h} = 7.297352570(5) \times 10^{-3} = \frac{1}{137.035999070(98)}$$



Delikátní vyvážení --- změna na 5. desetinném místě → nemohly by existovat atomy
etc.

Antropický princip a logika

Modus ponens

$$((P \rightarrow Q) \wedge P) \rightarrow Q$$

Běžné použití:

P Je čtvrtek dopoledne.

Q Jan je v knihkupectví .

Slabý antropický princip:

P Existují myslící bytosti .

Q Vesmírný prostor má křivost zhruba rovnou nule.

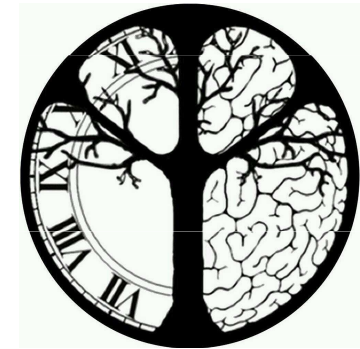
Silný antropický princip:

P Existence myslících bytostí tvořících civilizaci je ve vesmíru je nutná

Q Naše civilizace není jediná

Popperovský problém

Vědecké = testovatelné – je AP testovatelný?

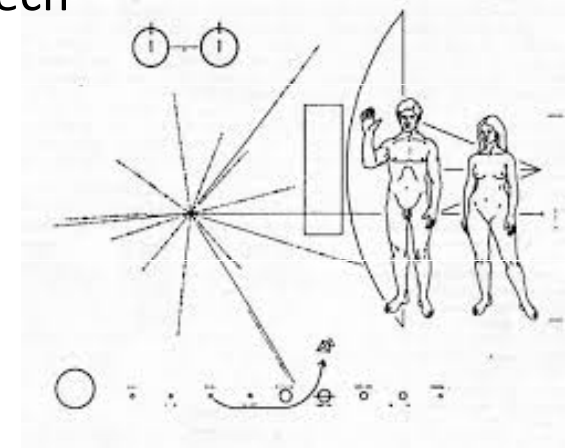


Výsledky Antropického principu - úvahy:

Od naší (nepopíratelné) existence lze dojít k objevným závěrům týkajících se Vesmíru

Příklady:

- Výběr kosmologického modelu (kdyby již nebyl znám)
- Existence speciálních energetických hladin v atomových jádrech (Hoyle 1954, Epelbaum 2011)

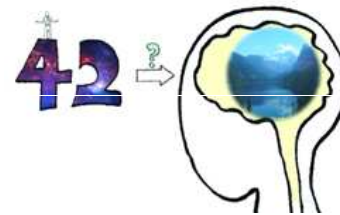


Problém “vzácnosti”

- Hodnoty parametrů kosmologických modelů a fyzikálních konstant umožňující naši existenci leží v úzkých intervalech – jemné vyladění

Vysvětlení?

- Otázka zůstává otevřena
- Mnohost světů
- Hlubší základní princip
- Smysl existence Vesmíru



A co to vědomí a „duše“?

Jiné varianty antropického principu

Změna přístupu vědců k otázce vědomí – kvantová fyzika, počítače

Další varianty AP

Finální princip:

Komplexita na úrovni potřebné pro život, je-li jednou dosažena, bude existovat navždy.
(Tipler)

Účastnický princip:

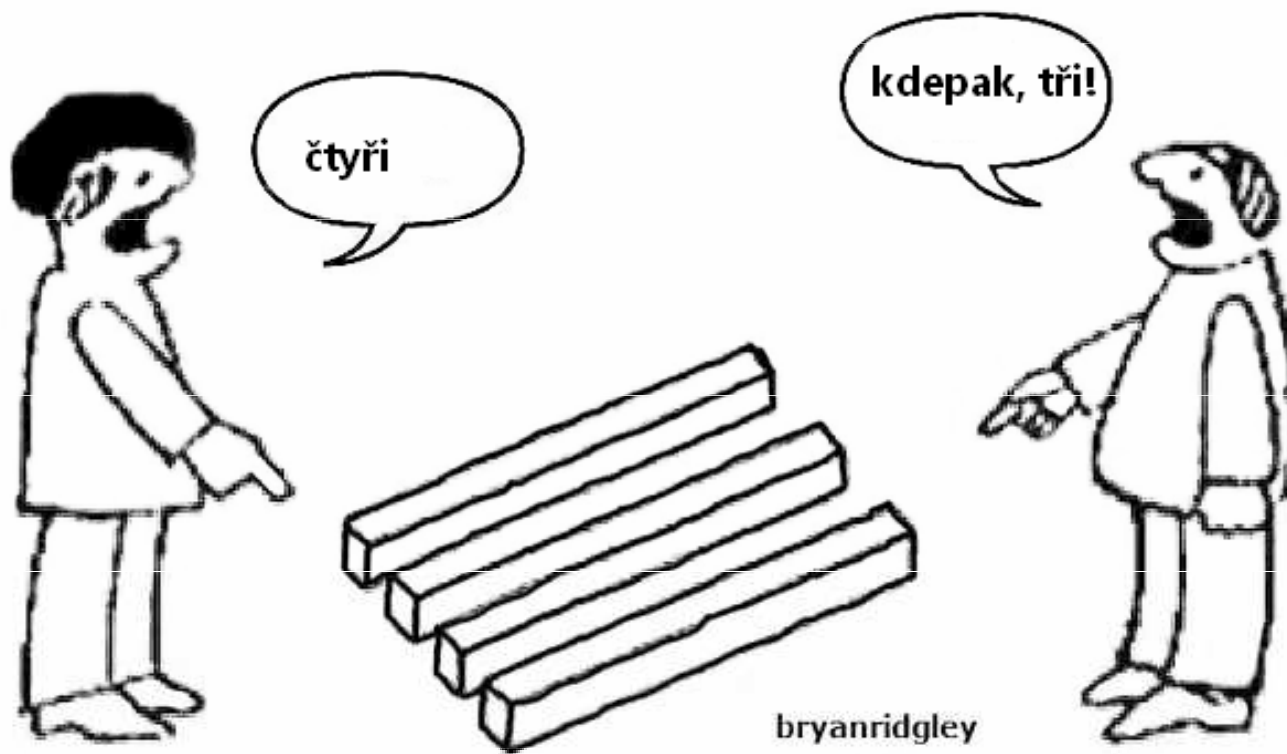
Podle Kodaňského výkladu kvantové teorie jev neexistuje, dokud není pozorován,
pozorovatel je tedy potřebný, aby dal vesmíru smysl. (Wheeler)

Planckovo hledání reality

Rostoucí rozdíl mezi fyzikálním obrazem světa a světem našich smyslů neznámá nic jiného než to, že se postupně přibližujeme k reálnému světu.

Max Planck







Frank Drake a jeho rovnice

Drakeova rovnice

$$N = R \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

kde:

N je předpokládaný výsledek

R je označení přírůstku počtu hvězd za určité období, nejvíce se používá rok (6 - 40)

f_p je podíl hvězd s planetárním systémem (0,1 - 0,5)

n_e je průměrná hodnota počtu planet v planetárním systému s vhodnými podmínkami pro život (0,5 - 2,5)

f_l je poměr z předchozích vhodných planet, na který se život skutečně vyvine (0,01 - 1)

f_i je poměr z předchozího, kde se život rozvinul se až k inteligentní formě života (10^{-7} - 1)

f_c je podíl inteligentních forem života, které dosáhly schopnosti mezihvězdné komunikace (0,01 - 1)

L je odhad délky existence inteligentní formy života schopné mezihvězdné komunikace (100 - 10^9) (čísla v závorkách jsou hodnoty, které určil Drake jako rozmezí)

Frank Drake si dosadil čísla a jeho rovnice vypadala takto:

$$N = 10 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot 10000$$

$$N = 10$$

Podle Drakea je v naší Galaxii 10 civilizací (z toho jedna jsme my).

Takže v galaxii Mléčná dráha je někde ještě 9 civilizací, které jsou schopny komunikace.

Zkusíme dosadit vlastní čísla:

Stáří naší galaxie je 13,5 miliard let.

Počet hvězd v ní je zhruba 500 miliard podle nejnovějších odhadů.

Délka života hvězdy je v průměru 5 miliard let.

Pokud nám hvězdy vznikají pravidelně, tak každý rok přibude okolo 100 hvězd.

Podíl hvězd s planetárním systémem je okolo 30%. Průměrný počet obyvatelných planet je 2.

Život se vyvine na 1 planetě.

Myslím, že i ta nejnižší forma života se vyvine na každé planetě.

Zde rovnici upravíme.

Na Zemi existovalo cca 50 miliard živočišných druhů.

Do inteligentní podoby se vyvinulo několik desítek druhů.

Budeme tedy počítat s číslem 50.

Pouze člověk se dokázal dostat na úroveň pro pro mezihvězdnou komunikaci. Tedy 1.

Ačkoli člověk je na planetě už asi 7 milionů let, tak až posledních pár tisíc let se snaží navzájem vyhubit. Pouze pár desítek let jsme schopni mezihvězdné komunikace. Pesimistický odhad je, že lidstvo do pár set let vymře. Takže dosadím číslo 500.

Kolik civilizací v mé rovnici vyjde?

$$N = 100 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 50 \cdot 1 \cdot 500$$

$$N = 1\,500\,000$$

Vyšlo milion a půl civilizací v naší galaxii.

V galaxii je okolo půl bilionu hvězd, tak to zas až tak nereálné není.

Teorie fyzického kontaktu

Teorie signálové.

Teorie zajímavé, avšak nepravděpodobné