

Kosmologie letem světem



Astronomický
kroužek



Lekce č. 1

Ondrej Kamenský, Martin Kolář

Jaké je naše místo
ve vesmíru?

Co je to vesmír?

Dá se nějak
vesmír popsat?

KOSMOLOGIE

Co je čas?

Jak je vesmír starý?

Má vesmír počátek?
Má konec?

Vesmír napříč kulturami

Stovky různých
mýtů o stvoření
vesmíru, světa, ale
přece...

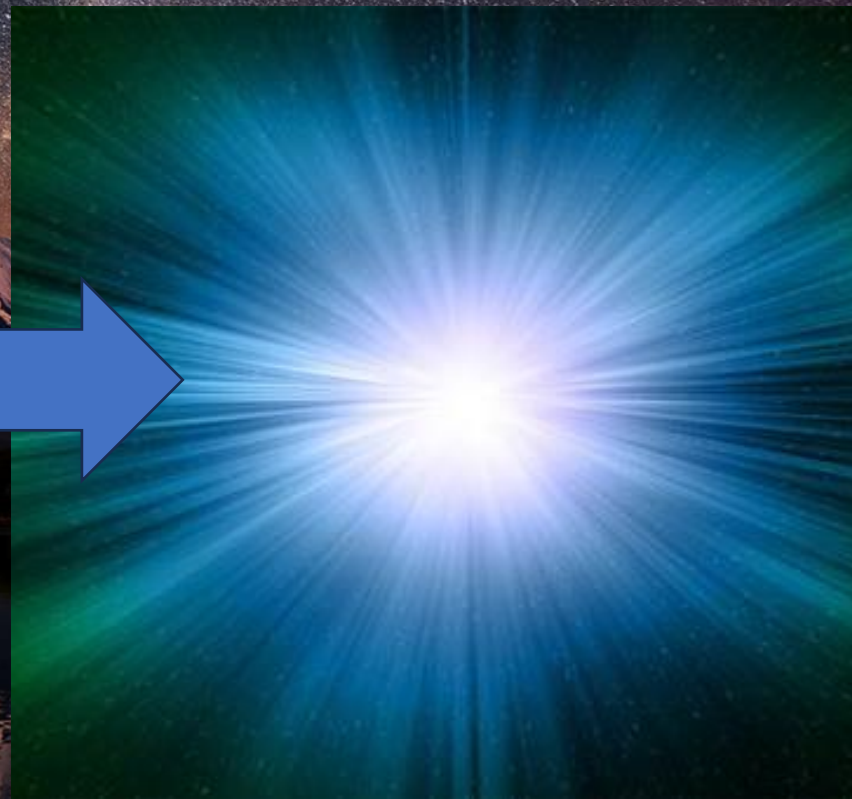
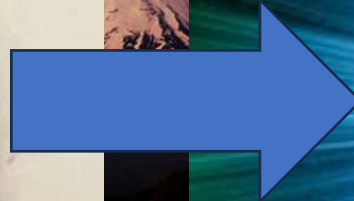
Vesmír napříč kulturami



Vesmír napříč kulturami



Vesmír napříč kulturami



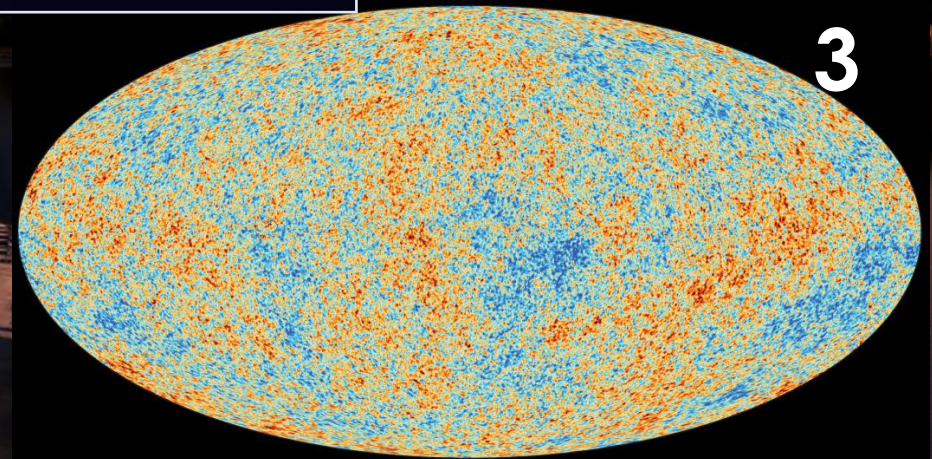
Vesmír z pohledu fyzika



Kosmologie jako
věda o fyzikální
podstatě vesmíru

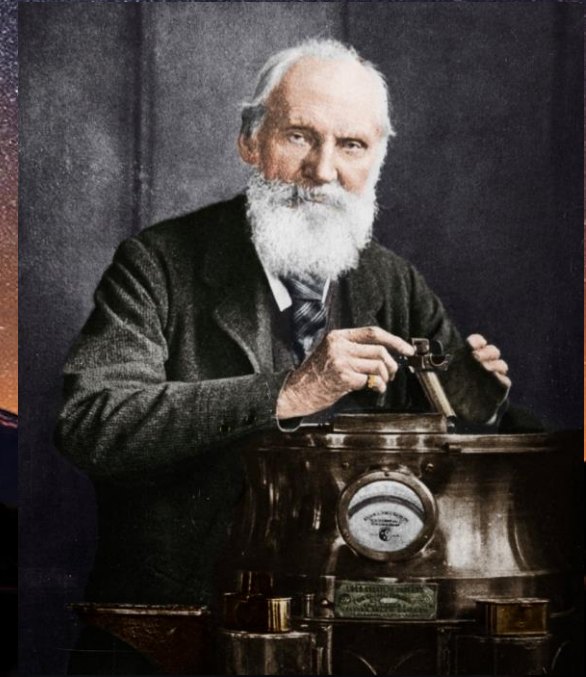
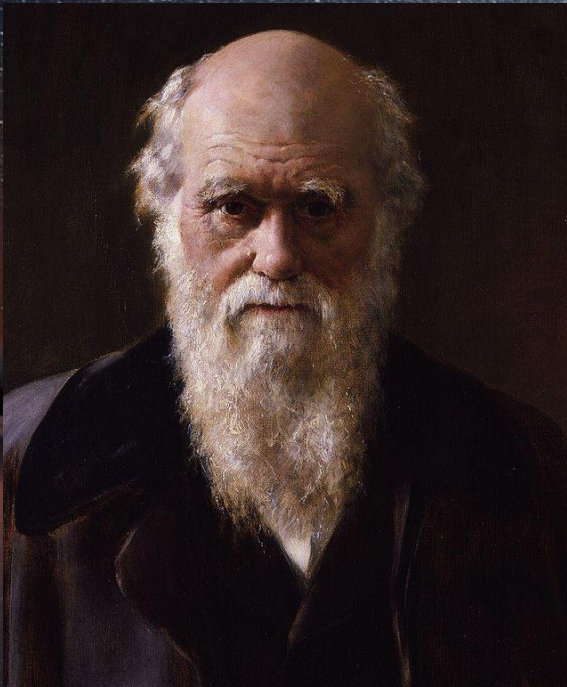
$$\left(\frac{\dot{R}}{R}\right)^2 - \frac{8}{3}\pi G\rho - \frac{1}{3}\Lambda c^2 = -\frac{kc^2}{R^2}$$

2



Stáří Země, stáří vesmíru

Charles Darwin

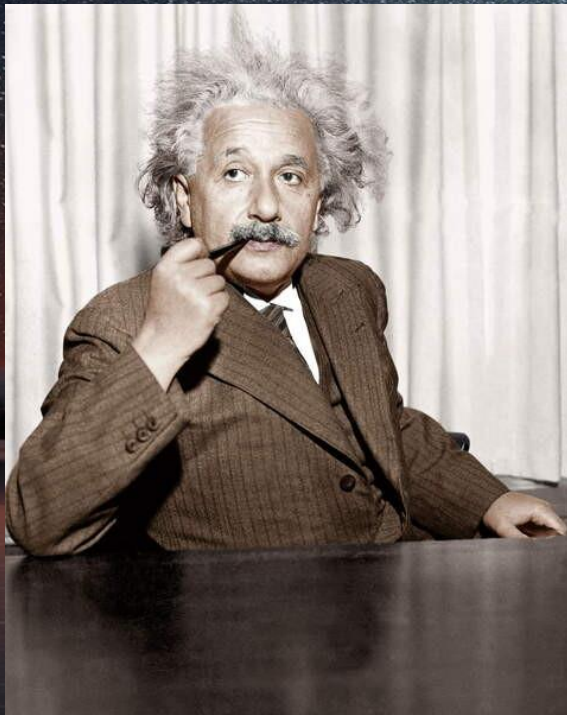


Lord Kelvin

Země musí být více než několik milionů let stará!

Statický vesmír

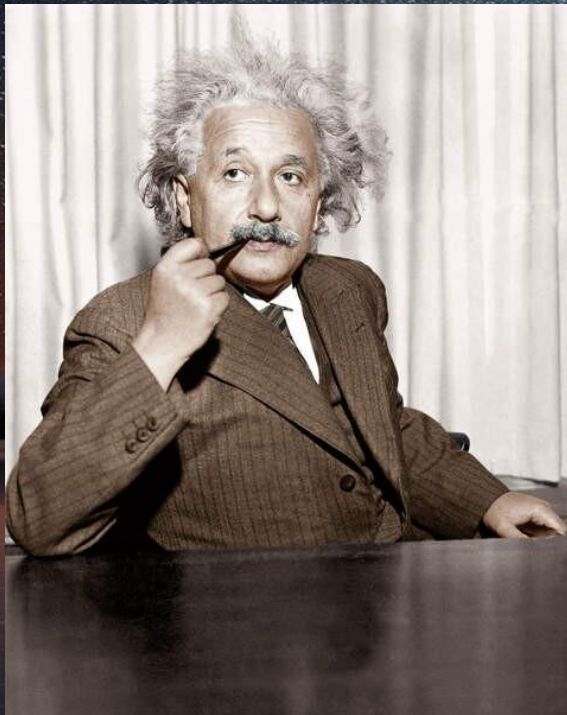
Albert Einstein



Vesmír je, byl a bude neměnný a stejný.

Statický vesmír

Albert Einstein



Vesmír je, byl a bude neměnný a stejný.
...nebo ne?

Vesmír v pohybu

Georges Lemaître

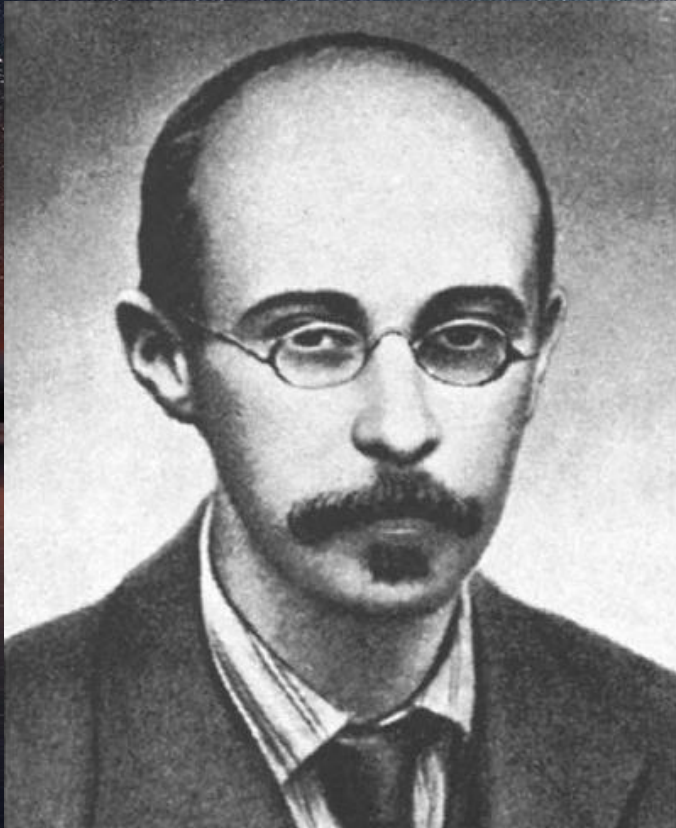


Vesto Slipher

Vzdálené galaxie se od nás vzdalují, vesmír se rozpíná!

Vesmír v pohybu

Alexander Friedmann



$$\left(\frac{\dot{R}}{R}\right)^2 - \frac{8}{3}\pi G\rho - \frac{1}{3}\Lambda c^2 = -\frac{kc^2}{R^2}$$

- Když se vesmír nyní rozpíná, musel být kdysi menší, hustší, teplejší
- Friedmannovy rovnice pro vývoj vesmíru
- Cesta k počátku začíná

Nekonečně hustý vesmír

Nekonečně
horký vesmír

Fyzikálně nepopsatelný
vesmír

SINGULARITA

Nic

Kosmické vejce

Celý vesmír v
jednom bodě



Na počátku bylo...

Velký třesk



Z ničeho – všechno

Ze smrti – život

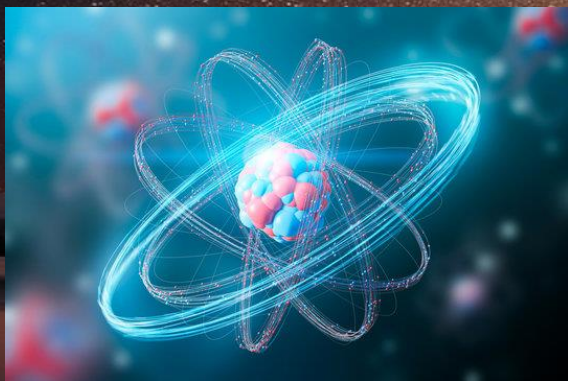
Počátek času

Ze tmy – světlo

První vteřiny

$t + 10^{-43} \text{ s}$

Polévka elementárních částic



Up u	Charm c	Top t	Gluon g
Down d	Strange s	Bottom b	Photon γ
Electron e	Muon μ	Tau τ	Z boson Z
Electron neutrino ν _e	Muon neutrino ν _μ	Tau neutrino ν _τ	W boson W

První vteřiny

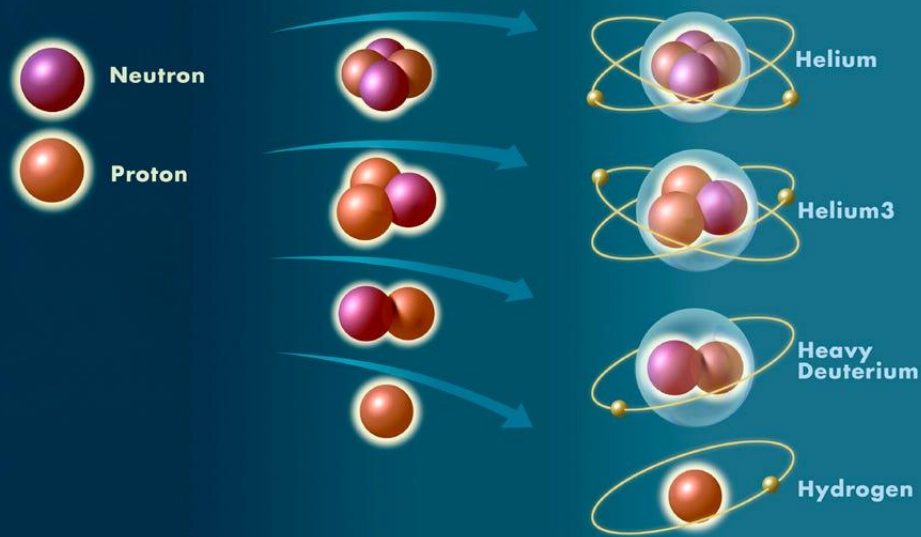
Urychlovače částic



První minuty

$t + 3 \text{ min}$

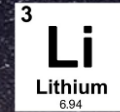
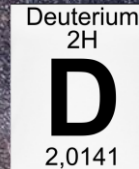
Nukleosyntéza



První minuty

t + 17 min

Nukleosyntéza



1

H

1

Hydrogen
1.008

2

He

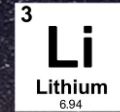
Helium
4.002

- po 17 minutách je vesmír příliš chladný na pokračování fúze

První minuty

t + 17 min

Nukleosyntéza



1

H

1

Hydrogen
1.008

2

He

Helium
4.002

- po 17 minutách je vesmír příliš chladný na pokračování fúze

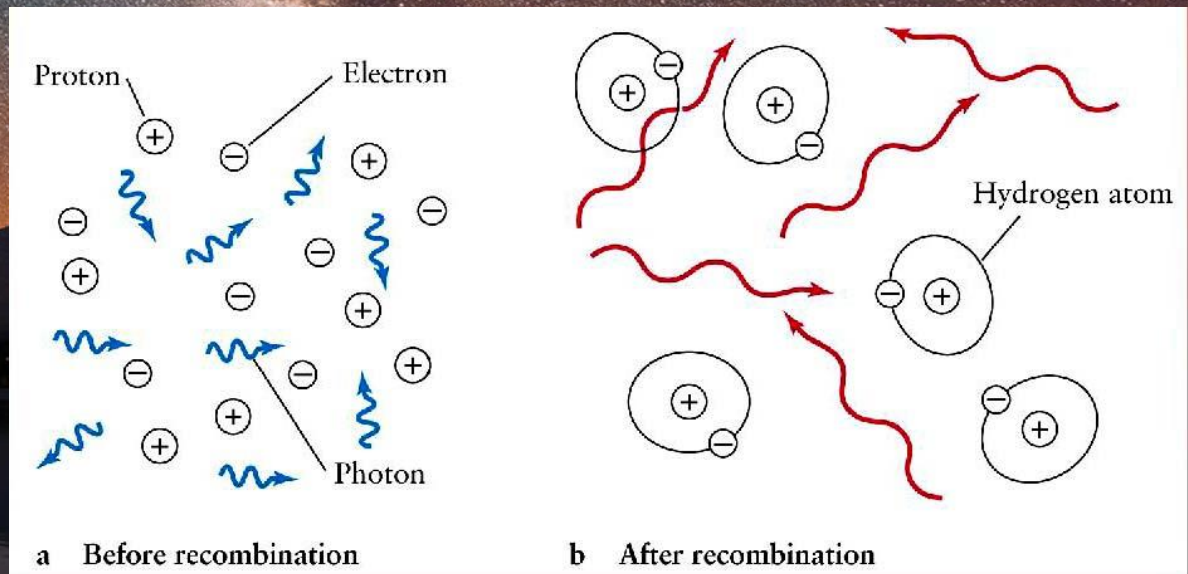
(8 miliard °C :---))

První milénia

t + 380 000 let

Rekombinace

- Volné elektrony se spojují s atomy. Fotony jsou osvobozeny – vesmír je konečně PRŮHLEDNÝ!



První milénia

t + 380 000 let

Rekombinace

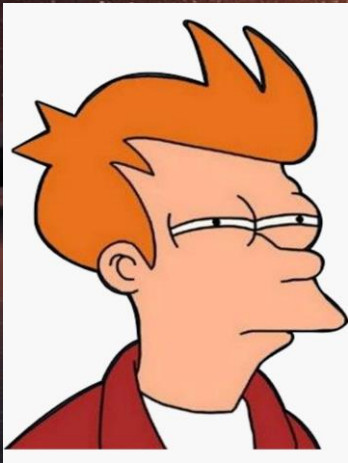
- Osvobozené fotony jsou první důkaz velkého třesku, který můžeme nyní ze vzdáleného vesmíru pozorovat

První milénia

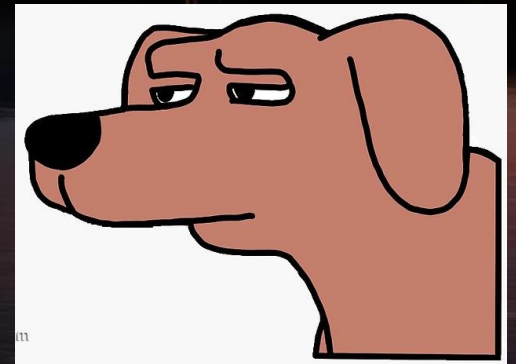
† + 380 000 let

Rekombinace

- Osvobozené fotony jsou první důkaz velkého třesku, který můžeme nyní ze vzdáleného vesmíru pozorovat



WAIT WHAT?



Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

299 792 458 metrů za sekundu!

Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Semafor

30 metrů

?



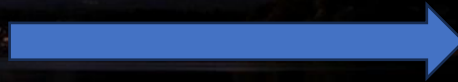
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Semafor

30 metrů

0.0000001 s



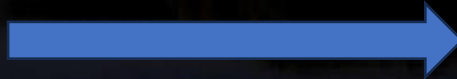
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Slunce

149 000 000 km

?



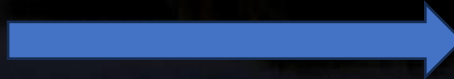
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Slunce

149 000 000 km

8,28 minuty



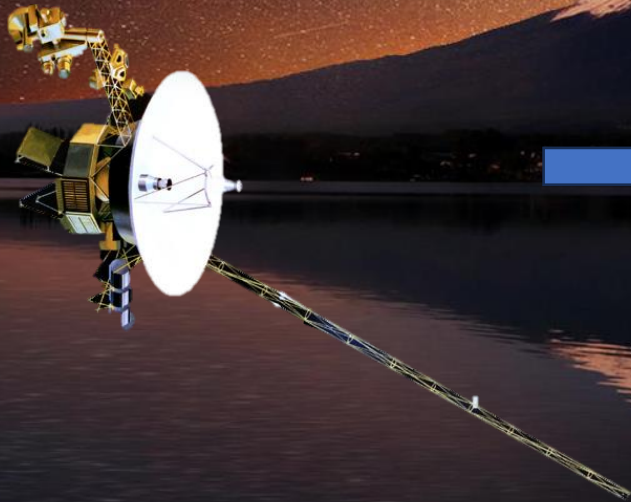
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Voyager 1

165 AU

?



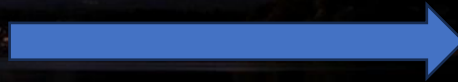
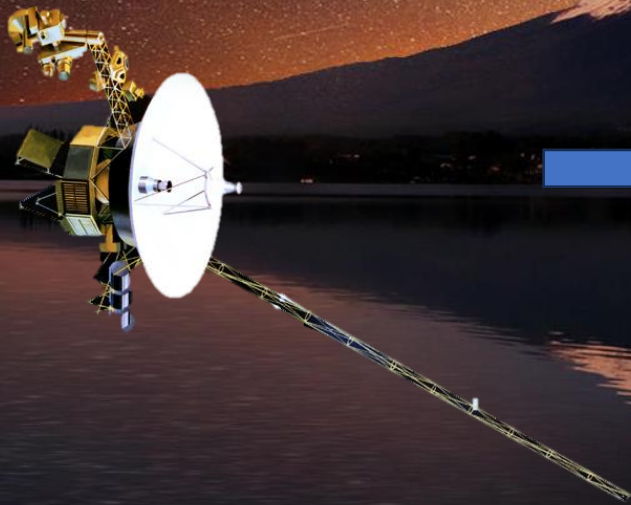
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Voyager 1

165 AU

22,67 hodin



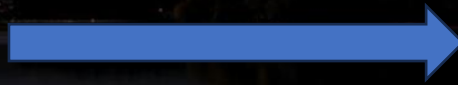
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Proxima Centauri

4,24 světelných let

?



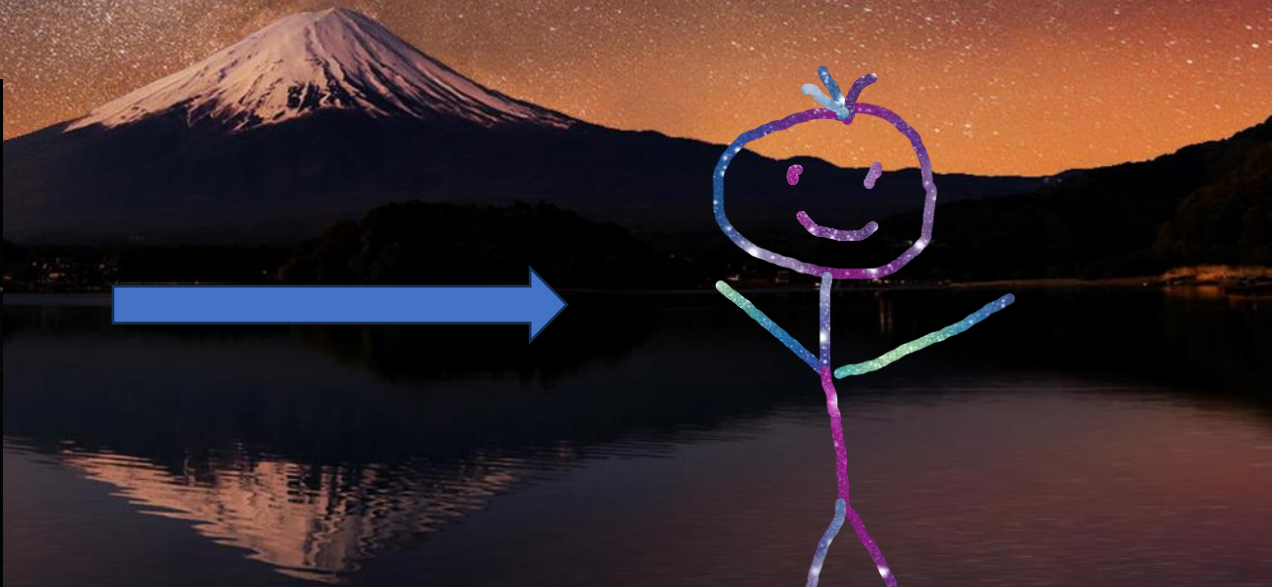
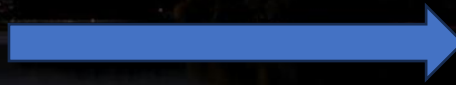
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Proxima Centauri

4,24 světelných let

4,24 let



Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Galaxie v Andromeně

765 000 parseků

?



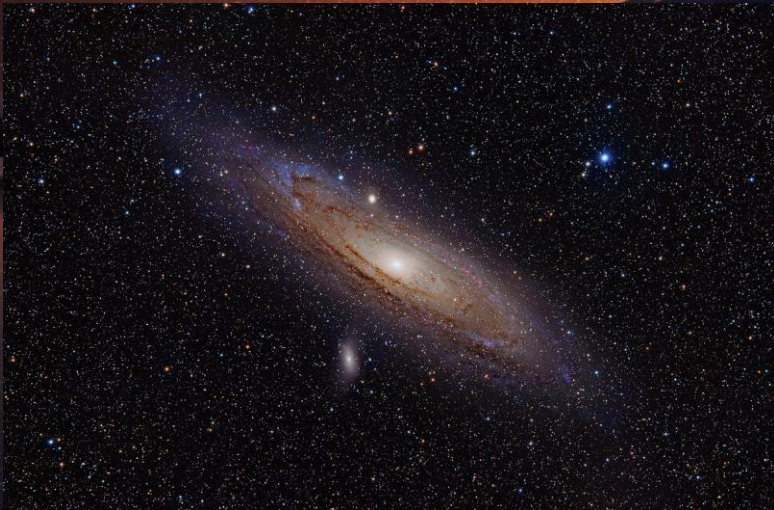
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Galaxie v Andromeně

765 000 parseků

2,5 milionu let



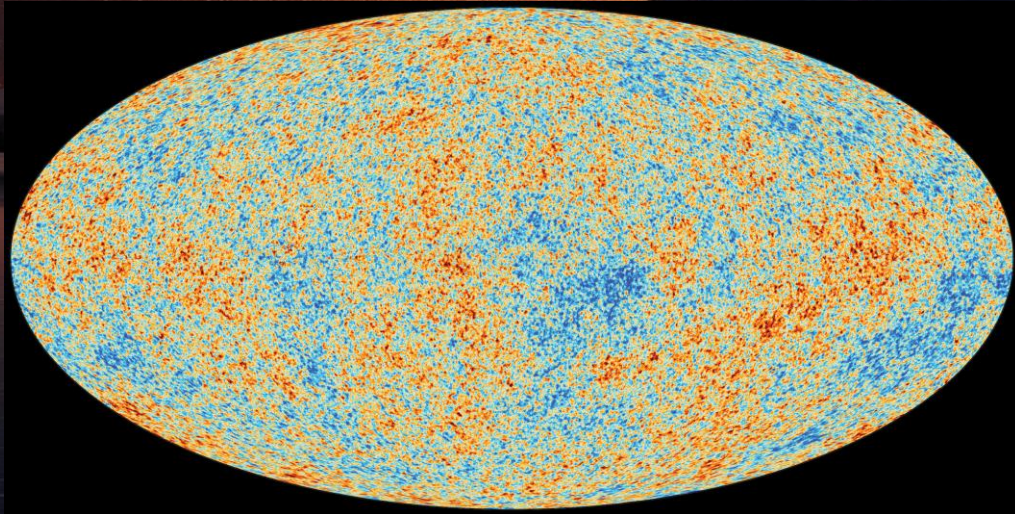
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Rekombinace

před dávnými časy, daleko
za nejvzdálenější galaxií

?



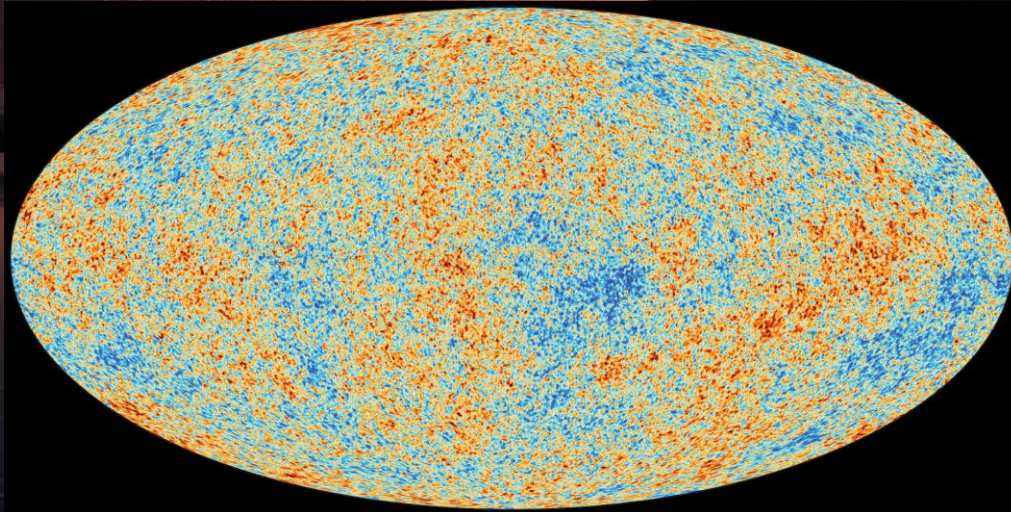
Pohled do minulosti : kvíz

Rychlost světla je konečná

Rekombinace

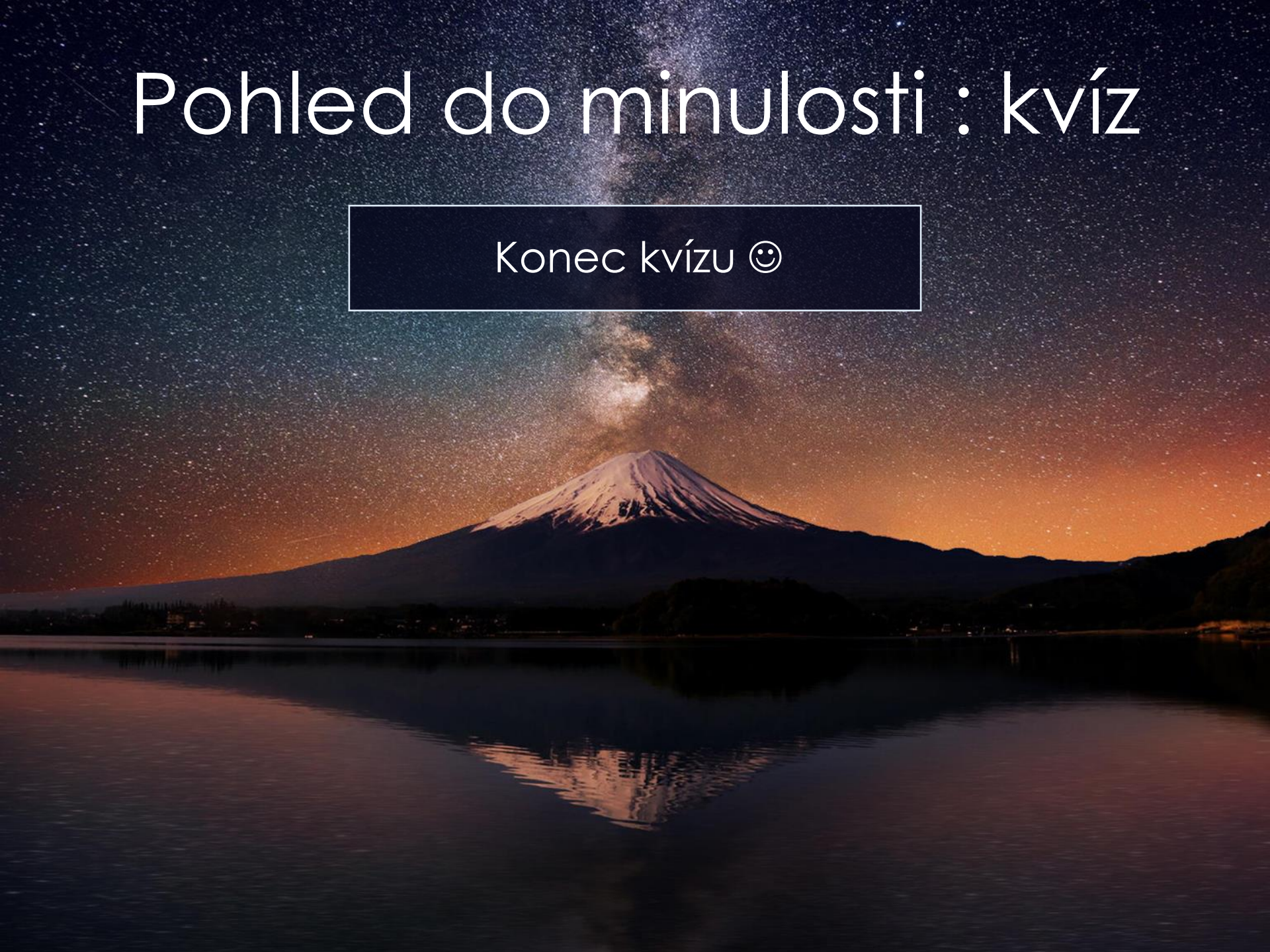
před dávnými časy, daleko
za nejvzdálenější galaxií

13,7 miliard let



Pohled do minulosti : kvíz

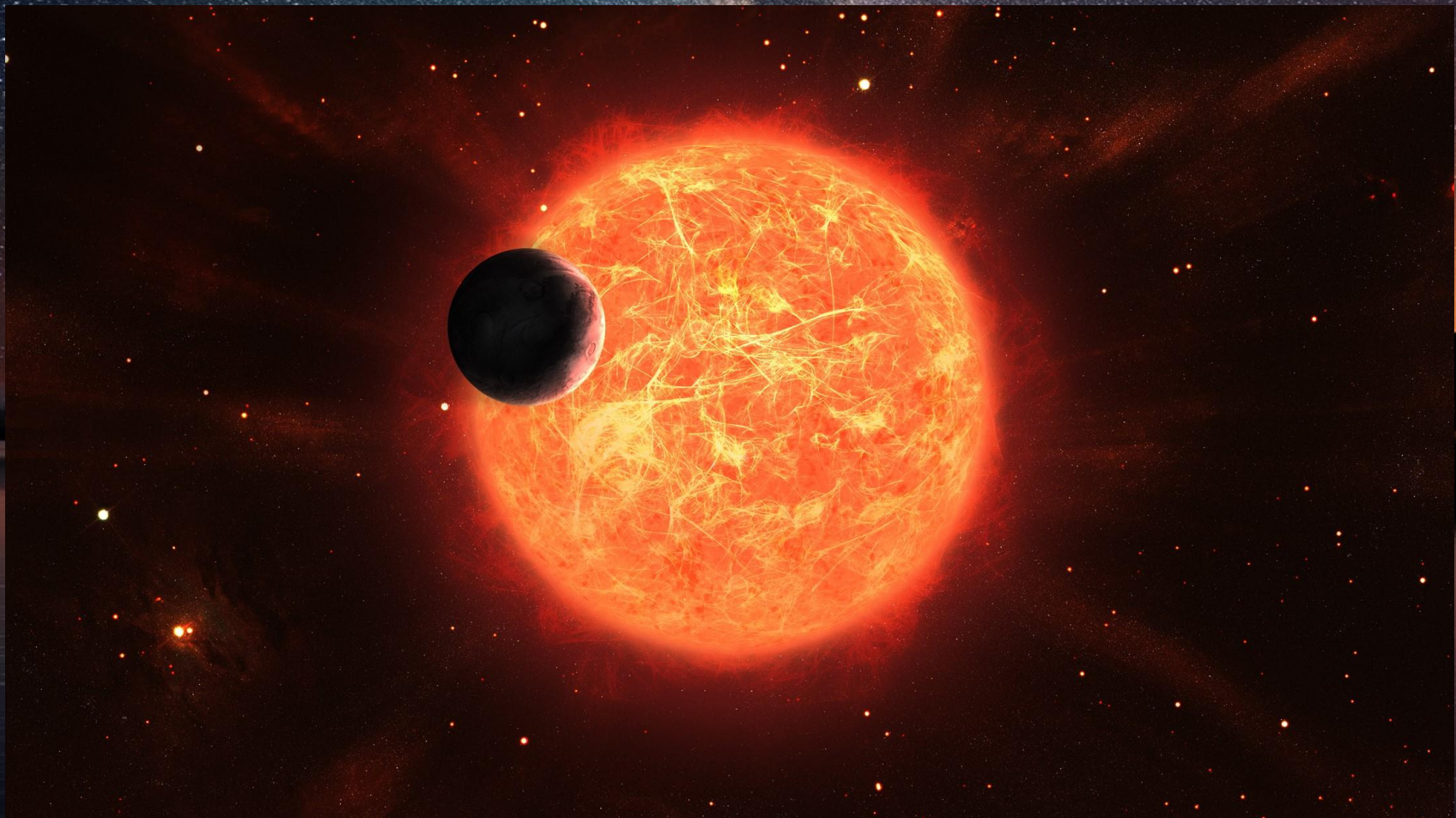
Konec kvízu 😊



První miliony let

První hězdy

$t + 200$ milionů let



První miliardy let

První galaxie a větší struktury

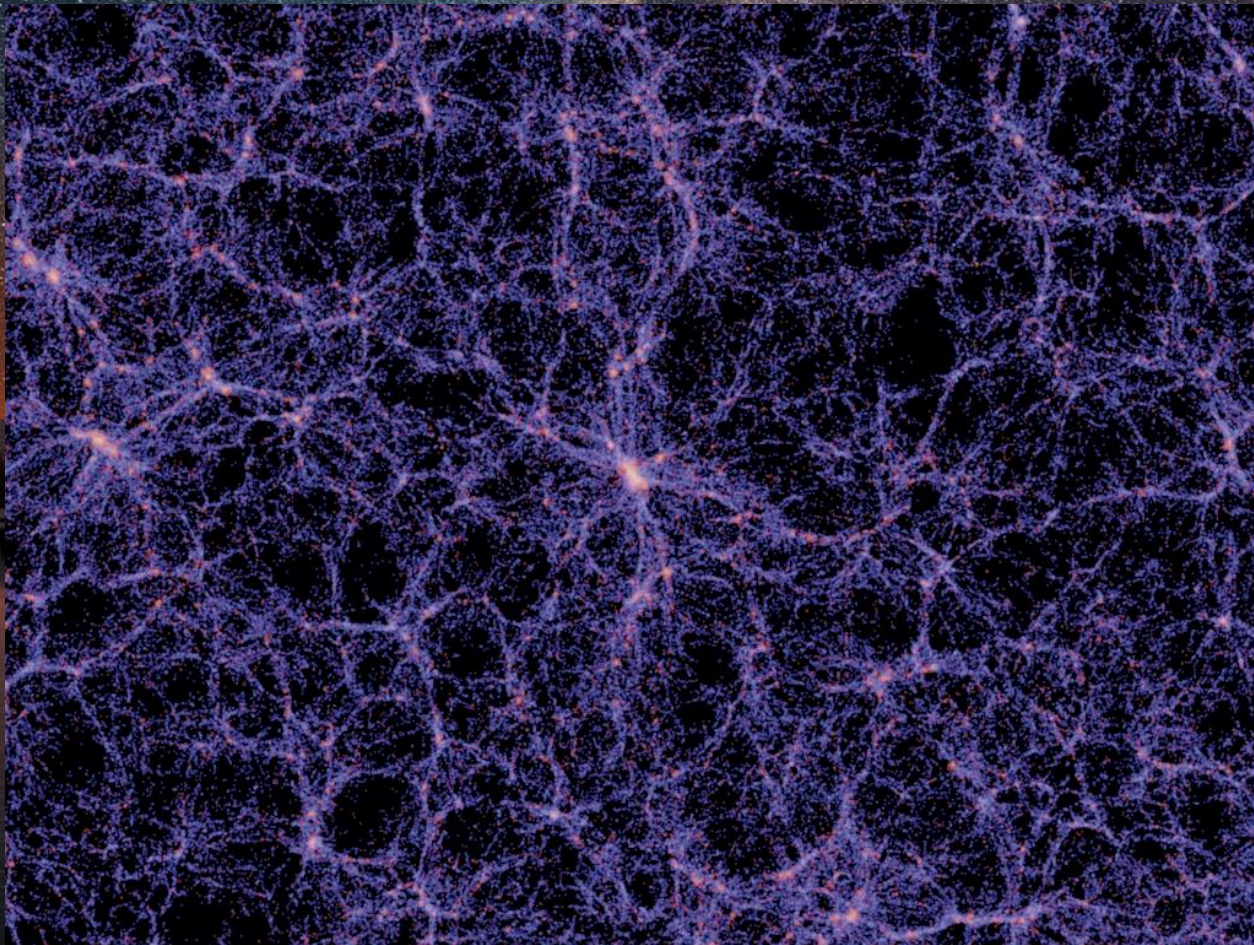
$t + 0,5$ miliardy let



První miliardy let

První galaxie a větší struktury

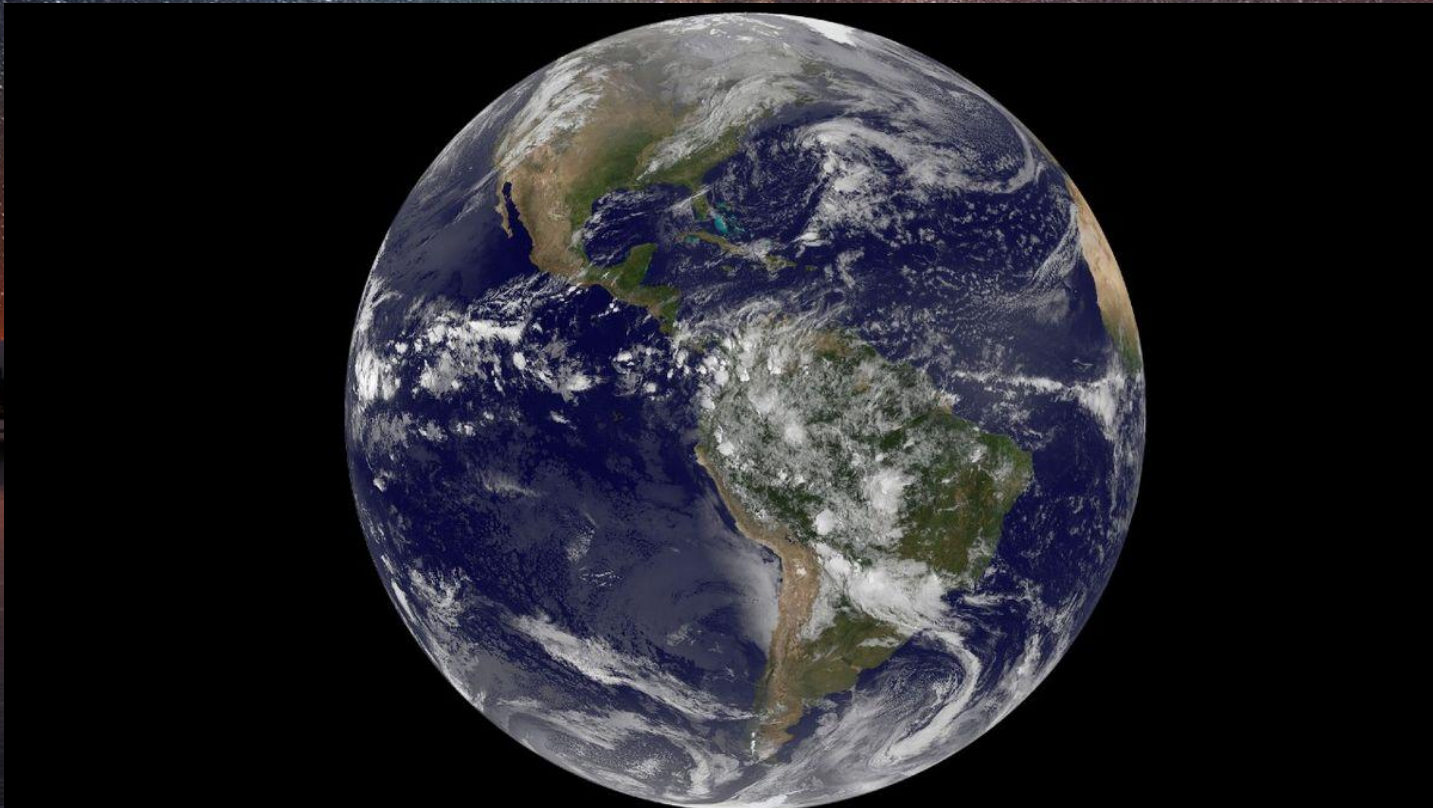
$t + 1$ miliarda let



První miliardy let

Sluneční soustava a Země

t + 9,3 miliard let



První miliardy let

Dnes...

$t + 13,787$ miliard let



Teorie velkého třesku

- Velký třesk chápán jako dobře dokázaná skutečnost s velkou řadou kosmologických důkazů
- ...to stále neznámá, že je nutně do puntíku správná...
- Existují další modely vesmíru, pro které tolik důkazů není
- Singularita na počátku vytváří pro fyziky zdánlivě neřešitelný problém. Co bylo před velkým třeskem? A co náš vesmír čeká do budoucna?



Souboj energie s hmotou



credit: Kurzgesagt

Souboj energie s hmotou

Přirozený stav fyzikálního systému: návrat do klidového stavu

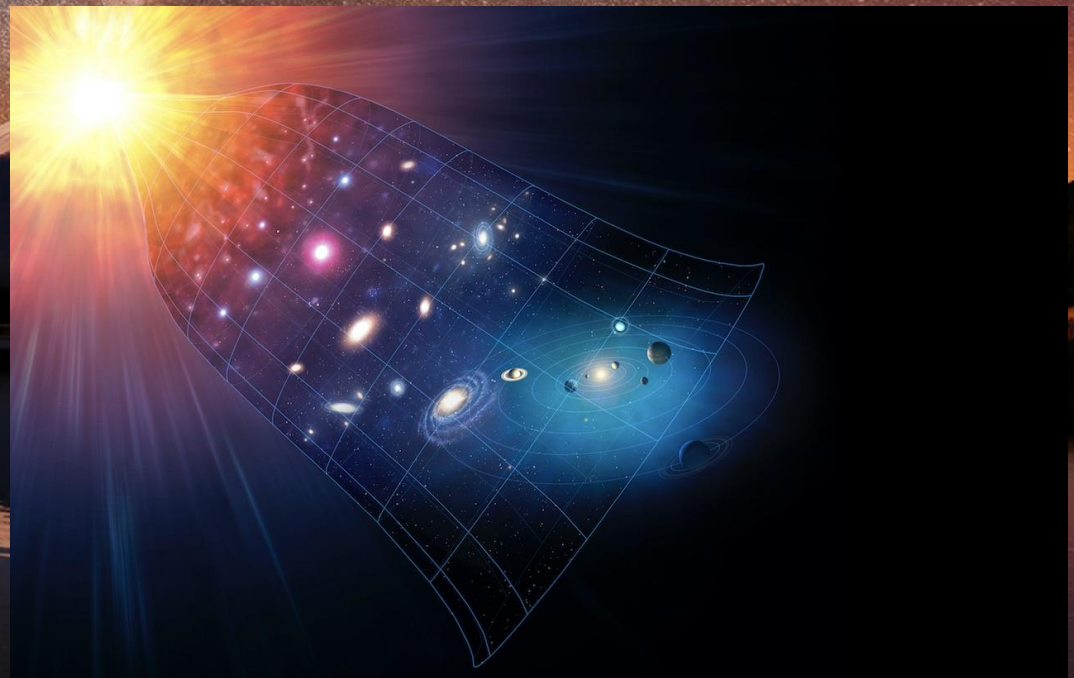
Hod kamenem



Souboj energie s hmotou

Přirozený stav fyzikálního systému: návrat do klidového stavu

Rozpínání vesmíru?



Souboj energie s hmotou

Rozpínání vesmíru
se zrychluje



Souboj energie s hmotou

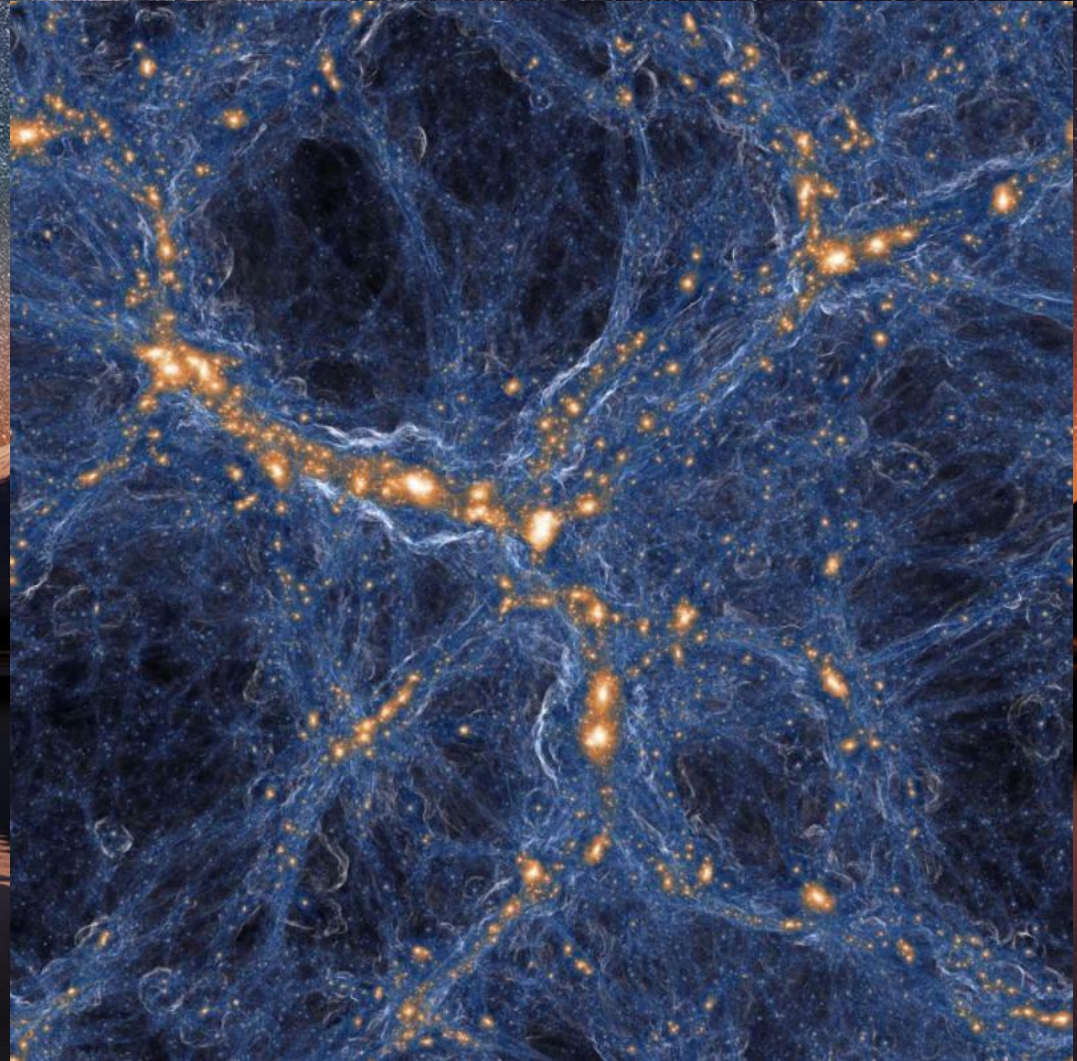
Hmota – gravitačně váže vesmír zpět

Energie – snaží se roztáhnout vesmír co nejvíc

- Ve vesmíru je o mnoho víc hmoty, než jsme schopni vidět v dalekohledech
- Je tam ale mnohem větší množství energie, také pro oči neviditelné

Temná hmota

- Neumíme jí pozorovat
- Neznáme její podstatu
- Ale umíme spočítat, kde se nachází – má gravitační účinky

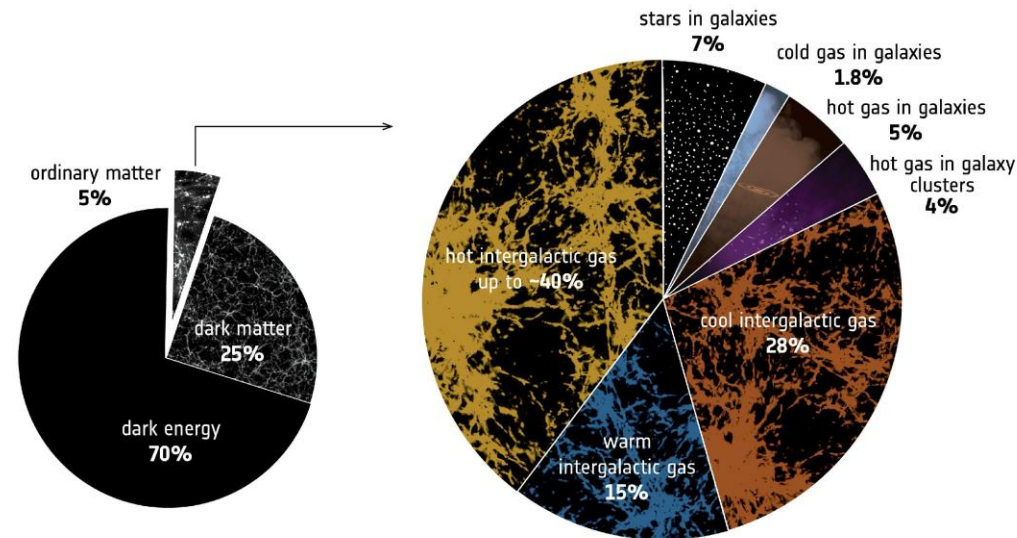


Temná energie

- Neumíme jí pozorovat
- Neznáme její podstatu
- Ale umíme spočítat, že je jí ve vesmíru opravdu hodně



Souboj energie s hmotou

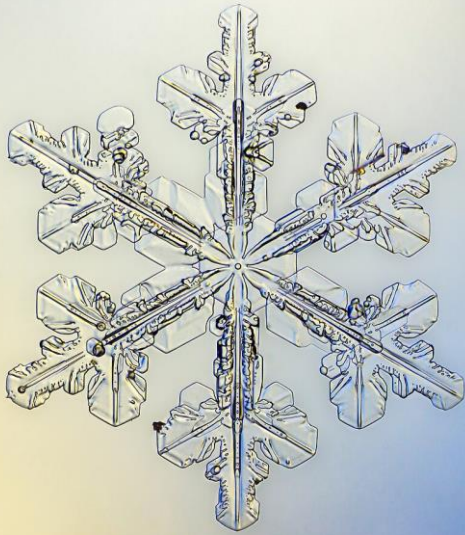


- Ve vesmíru je o mnoho víc hmoty, než jsme schopni vidět v dalekohledech
- Je tam ale mnohem větší množství energie, také pro oči neviditelné

Budoucnost vesmíru

Vyhraje nakonec přecijen hmota? Nebo bude už navždy vládnout energie?

Velké zmrznutí



Flákající se vesmír



Velký křach





Co-funded by the
Erasmus+ Programme of
the European Union

