

Obecný
přehled

Reliktní záření

Kosmologie1

Kosmologie2

Kosmologie3

10

10

10

10

10

20

20

20

20

20

30

30

30

30

30

40

40

40

40

40

50

50

50

50

50

Obsahuje vesmír prvky, které se na Zemi nevyskytují?

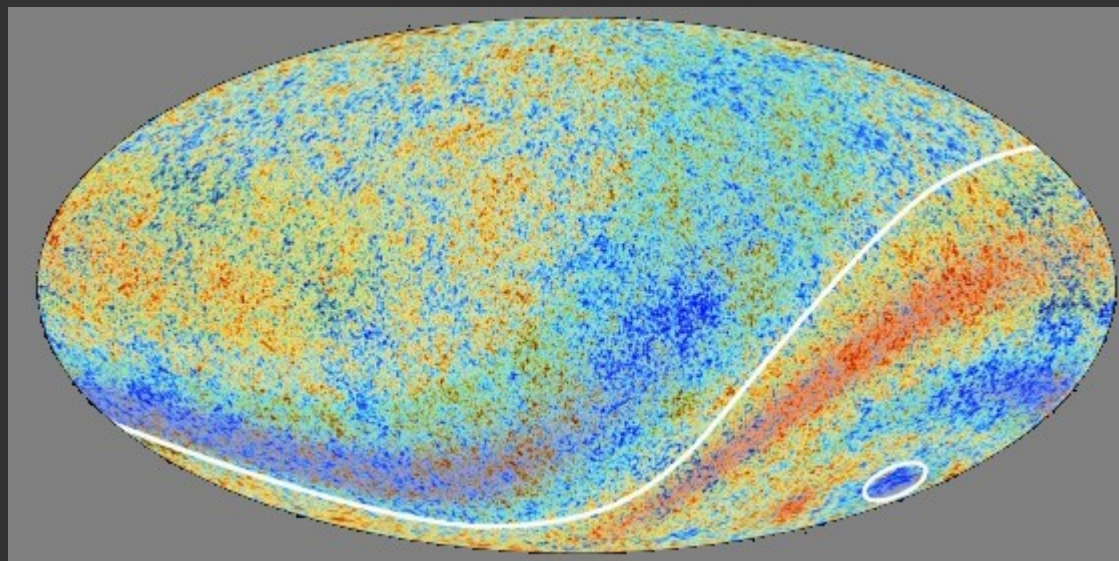
Který prvek je ve vesmíru nejhojnější?



Vodík



Proč jsou všechny mapy vesmíru eliptické?



Odpověď

Při zobrazování vesmíru, Země, Slunce i jiných planet se snažíme nakreslit trojrozměrný objekt s kulovou symetrií do dvojrozměrné kreslicí plochy. Proto se musí zvolit nějaká vhodná mapová projekce, což je matematická operace, která souřadnice na kouli jednoznačně převádí na souřadnice v ploše. Žádná z projekcí však není dokonalá, neboť vždy něco zkresluje, zkresluje plochy, nebo vzdálenosti, nebo směry.

Na mapy celé hvězdné oblohy, kde zobrazujeme intenzitu mikrovlnného záření, se používá eliptická projekce. Ta zachovává plochy objektů (tedy např. Měsíc zobrazený kdekoli na této mapě by měl stejnou velikost), s výjimkou rovníku a centrálního meridiánu však zkresluje vzdálenosti a směry.



Jaké jsou vhodné jednotky vzdálenosti pro vesmír?



Astronomická jednotka AU vzdálenost Země-Slunce
 $1,5 \times 10^8$ km

Světelný rok - ly -vzdálenost, kterou uletí fotony za 1 rok.
 $1 \text{ ly} = 9,46 \cdot 10^{13} \text{ km} = 6,32 \cdot 10^4 \text{ AU}$

parsek pc, vyjadřuje vzdálenost, z níž je vidět úsečka dlouhá 1 AU
pod úhlem jedné obloukové vteřiny.
 $1 \text{ pc} = 3,086 \cdot 10^{13} \text{ km} = 3,26 \text{ ly}$.



Jaký je rozdíl mezi zdánlivou a skutečnou jasností hvězdy?



Zdánlivá jasnost udává, jak hvězdu na obloze vidíme. Vjem ovlivňuje vzdálenost hvězdy od nás – dvě identické, různě vzdálené stálice se mu budou jevit různě jasné.

Proto byla zavedena absolutní jasnost, která odpovídá jasnosti hvězdy, pokud bychom ji pozorovali ze vzdálenosti 10 parseků.



Obsahuje vesmír prvky, které se na Zemi nevyskytují?
Vznikly prvky současně?



Prvky ve vesmíru jsou stejné jako na Zemi.

Při vzniku vesmíru vznikly jen nejjednodušší prvky, složitější (těžší) prvky vznikaly postupně během vývoje vesmíru



Následují otázky z Reliktního záření 2.

Co je to reliktní záření?



Jde o záření kosmického mikrovlnného pozadí ,
je to vlastně nejstarší světlo ve vesmíru z dob 380 000 let
po velkém třesku.



Kdy bylo objeveno reliktní záření?



Záření bylo objeveno v roce 1965 Arno Penziasem a Robertem Wilsonem pomocí antény Bellových telefonních laboratoří.

K jeho výzkumu nejvíce přispěly družice COBE (1989) a sondy WMAP (2001) a Planck (2009).

Existenci reliktního záření předpověděli George Gamow, Ralph Alfpher a Robert Herman v roce 1948.



Co bylo největším objevem získaným pomocí sondy COBE v letech 1989-1992?



Odpověď

K největším objevům družice COBE patřila detekce fluktuací – anizotropií reliktního záření v roce 1992.



Otázka

Jakou teplotu má reliktní záření?
V jakém teplotním rozsahu se pohybují fluktuace jeho teploty?



Teplota záření je 2,73 K, teplejší a chladnější oblasti se v teplotě liší až na pátém desetinném místě.



Otázka

Proč se současný výzkum reliktního záření zaměřuje na polarizaci tohoto záření?



Odpověď

Vznikající reliktní záření mohlo být polarizováno reliktními gravitačními vlnami. Ty by mohly být svědky ještě dřívější epochy vývoje vesmíru.



Následují otázky z kategorie 3
Kosmo.

Kde se nachází střed našeho vesmíru?



Podle současných kosmologických teorií a experimentálních poznatků Vesmír nemá střed.



Co popisuje obecná teorie relativity?



Obecná teorie relativity popisuje vztah mezi hmotou a zakřivením prostoročasu.
V kosmologii určuje časový vývoj rozměru vesmíru v závislosti na chování hmoty, která jej vyplňuje.



Otázka

Jaké jsou rozměry objektů, jimiž se zabývá kosmologie?



Kosmologie se zabývá především vlastnostmi vesmíru na kosmologických škálách, tj. na vzdálenostech srovnatelných a větších než 1 Gly. (330Mpc, 10^{21} km)

Na těchto škálách jsou rozměry objektů pozorovaných na obloze jen nepatrné.

Typický průměr galaxií je asi 0,0001 Gly (100 000 světelných let) a jejich kup okolo 0,001 Gly.



Otázka

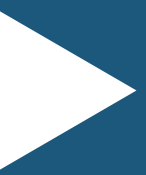
Co se označuje ve vesmíru jako temná (skrytá) hmota?



Temná hmota je pracovní název pro vesmírnou entitu, která nevyzařuje ani neodráží světlo, je opticky neviditelná. Je ale nápadná svou gravitační přitažlivostí. Interaguje také slabou interakcí. Ve vesmíru je jí daleko více než hmoty viditelné. Obklopuje viditelné galaxie.



Co patří mezi základní kosmologické otázky?



jaká je struktura a uspořádání kosmu
z čeho je složen (jaká je jeho podstata, elementární
prvky)
jaké jsou jeho parametry, tvar, rozměry a stáří
(otázka nekonečnosti)
jak vznikly struktury ve vesmíru a jak se dále budou
vyvíjet



Následují otázky z kategorie 4.

Jaké základní fyzikální interakce známe?



Existují 4 fundamentální fyzikální interakce: silná jaderná, slabá jaderná, elektromagnetická a gravitační.

Složitost všemožných struktur je dána souhrou těchto 4 sil



Otázka

Kdy a jakým způsobem byla poprvé změřena vzdálenost nejbližších hvězd?



Kategorie 4

20



Došlo k tomu roku 1838. Vzdálenost zjistili zhruba současně tři astronomové na základě měření paralaxy – rozdílného úhlu, pod nímž je hvězda viditelná během roku.



Otázka

Jak daleko jsou od nás nejvzdálenější objekty, které můžeme ve vesmíru pozorovat? Je-li stáří vesmíru asi 14 miliard let, znamená to, že tyto objekty jsou vzdáleny 14 miliard světelných let?



Odpověď

Tak jednoduché to není, závisí to na kosmologickém modelu, který přijmeme. Ve skutečnosti jsou dnes (v kosmickém čase) tyto objekty značně vzdálenější. V době, kdy z nich vyšlo záření, které dnes pozorujeme, byly naopak značně bližší.



Jsou objekty, které pozorujeme v největší vzdálenosti, zároveň nejzazší (tj. za ně už nevidíme)?



Odpověď

Nikoliv, objekty, které jsou za nimi, můžeme vidět, jak vypadaly v době, kdy nám byly blíže než objekty v uvedeném smyslu nejvzdálenější.



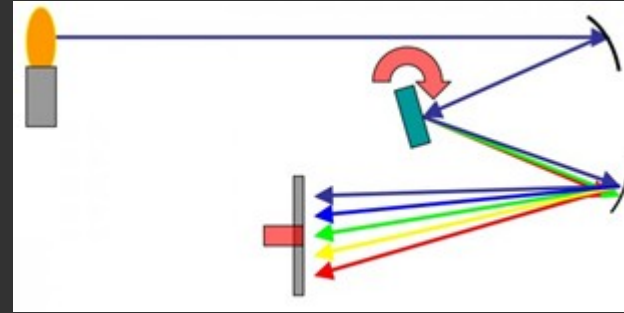
Jak poznáme, z čeho se skládají vzdálené hvězdy?



Kategorie 4

50





Chemické prvky zanechávají ve vyzařovaném spektru otisky, tzv. spektrální čáry. Ty jsou pro každý prvek jedinečné.

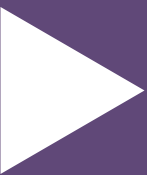
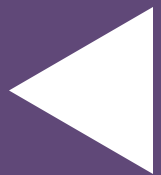
Mezi známé spektr. čáry patří červená čára vodíku Halfa 656,3 nm nebo sodíkový dublet 589,0 nm a 589,6 nm.

analýzou (modelováním) hvězdného spektra je pak možné určit zastoupení chemických prvků v atmosféře hvězdy



Následují otázky z kategorie 5.

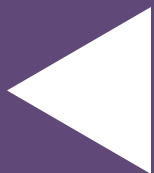
Jaká je průměrná hustota vesmíru? Existuje někde vakuum?



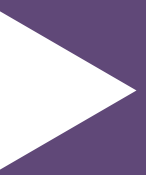
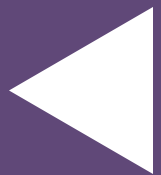
absolutní prázdno však nikde ve vesmíru nenajdeme. I v naprostém prázdnu neustále vznikají částice–antičástice, které téměř okamžitě anihilují. Mluví se o fluktuacích vakua nebo o energii vakua.

průměrná hustota hmoty ve vesmíru se odhaduje na 0,2 atomu v metru krychlovém

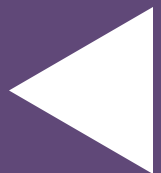
V okolí Země činí průměrná hustota 1–10 atomů v kubickém centimetru, což je shodou okolností i přibližně průměrná hustota prostoru v Galaxii; ta se však od uvedené hodnoty místně odchyluje i tisíckrát na obě strany.



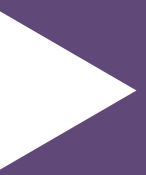
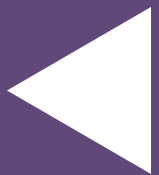
Kdy se ve vesmíru objevily první hvězdy?



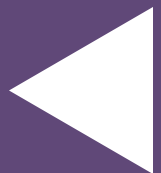
První hvězdy se ve vesmíru objevily necelých 400 milionů let po Velkém třesku



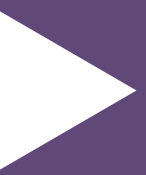
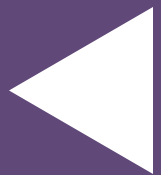
Jak lze prokázat, že vesmír se jako celek se rozpíná?



Edwin P. Hubble měřením rudého posuvu prokázal,
že galaxie se od nás vzdalují



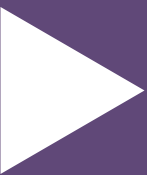
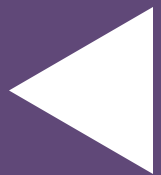
Jaké je odhadované stáří vesmíru?



Nejpřesnější odhad věku vesmíru, $13,73 \pm 0,12$
miliardy let,



Vysvětlete stručně pojem rudý posuv.



Rudý posuv je vyvolán Dopplerovým jevem, kdy se zdroj světla pohybuje od pozorovatele.

V kosmologii je způsoben především rozpínáním vesmíru, čím delší cestu foton absolvoval, tím větší expanzi vesmíru zažil, záření nejstarších fotonů ze vzdálených galaxií je nejvíce posunuto do červené oblasti spektra.

Stanovení korelace mezi vzdáleností a rudým posuvem je důležitým problémem experimentální fyzikální kosmologie.

