

<http://www.aldebaran.cz/zvuky/blyskani/docs/33.html>

autor Kulhánek

Reliktní záření je v současnosti nejdůležitějším zdrojem informací o raném vesmíru. Jde o elektromagnetické záření s vlnovou délkou přibližně jeden milimetr, které prostupuje celý vesmír. Nachází se všude kolem nás, ale naše smysly ho nedokážou vnímat – oko je totiž na mikrovlny necitlivé. Reliktní záření je se svou teplotou pouhých 2,73 K mrazivým svědkem dob dávno minulých. Tak jako je ve zkamenělinách otisknuta informace o druhohorním světě, je i v tomto záření zaznamenán samý počátek světa, který je naším domovem.

Dnes víme, že vesmír byl ve svých počátcích mimořádně hustý a horký. Postupně se rozpínal, a jak chladnul, vytvářely se v něm stále složitější a složitější struktury. V čase pouhých deseti mikrosekund (*) se ve vesmíru vytvořily neutrony a protony. V čase několika minut se neutrony a protony spojovaly v lehká atomární jádra. V čase 400 000 roků vesmír zchladnul na pouhé 4 000 °C. A právě v tomto období skončila éra volných elektronů. Jinými slovy : poloměr vesmíru by měl být $3,6 \cdot 10^{21} \text{m}$ a stáří $1,2 \cdot 10^{13} \text{s}$. Jenže ...!?!?

Ovšem takové hodnoty, pokud se vesmír rozpínal od vzniku, tj. od VT, pouze rychlostí světla a do tohoto stavu ještě neproběhla inflace (jenže proběhla) A až do této chvíle byl vesmír v plazmatickém stavu a fotony nemohly ven. Jenže prý ona Guthova inflace – navíc – proběhla v čase zpět k nule v čase 10^{-35}sec . a při velikosti poloměru 10^{-27}m . Inflace trvala jen do stáří 10^{-33}sec . a poloměr se zvětšil o 30 řádů, čili na velikost 10^{+2}m . Zopakuji to : při „stop-stavu“ stáří 10^{-33}s . je po rozfouknutí o 30 řádů velikost vesmíru $r = 10^{+2} \text{m}$. Od tohoto „stop-stavu“ se rozpíná vesmír opět starou rychlostí tj. rychlostí světla. Takže v době 400 000 let po Třesku ve stáří $1,2 \cdot 10^{13} \text{s}$ už by měl mít vesmír poloměr cca $r = 3,6 \cdot 10^{21} \cdot 10^{30} \text{m} = 10^{52} \text{m}$. To se vám zdá být dobře ? Elektrony vytvořily atomární obaly kolem jader. Vznik prvních atomů byl provázen velkou změnou. Před zformováním obalů byl vesmír v plazmatickém skupenství. Vytvoření atomárních obalů znamenalo fázový přechod z plazmatického do plynného skupenství. Plazma je pro světlo neprůhledné, fotony jsou v divokém reji srážek zachytávány nabitými elektrony a opět vyzařovány. Po vzniku obalů byla látka pro světlo najednou průhledná. Říkáme, že se světlo oddělilo

od látky a započalo svou samostatnou pouť vesmírem. Ale kam mohlo letět světlo, do jakého prostoru prázdného, když ještě neproběhla inflace = rozfouknutí prostoru ?

Jaký byl další osud světla, které se oddělilo od látky? V době svého vzniku šlo skutečně o světlo na hranici viditelného a infračerveného oboru s vlnovou délkou kolem 700 nm. (*) je to nějaký dost velký rozdíl mezi 10 nm a 700 nm. Vlnová délka světla sleduje expanzi vesmíru a prodlužuje se spolu s ní. Dnes uplynulo od okamžiku oddělení reliktního záření přes 13 miliard roků a vlnová délka se natáhla na jeden milimetr. Čili se vlnová délka natáhla o 4 řády a vesmír zestárnul od vzniku RZ taky o 4 řády (z 10^{13} sec. na 10^{17} sec)....poloměr vesmíru se zvětšil také o 4 řády z 10^{21} metru na 10^{26} metru – vše jsou zaokrouhlená čísla. Rovněž teplota RZ 4000 K za jeho vzniku klesla dodnes o 3-4 řády v zaokrouhleném počtu. Z toho plyne, že Vesmír se od RZ rozpínal rychlostí světla, všude. Jenže v jiných lekcích fyziky Kulhánek říká, že v období od 10^{-43} sec. do 10^{13} sec. proběhla nejméně jedna inflační fáze, která zvětšila vesmír o cca 30 řádů..., a kde tedy ty řády jsou ? Původně červené světlo dnes září v mikrovlnné oblasti. Pohled na reliktní záření znamená pohled na samotný konec Velkého třesku a je obrovskou výzvou pro lidstvo. V tomto poslu dávných časů se skrývají odpovědi na naše otázky o počátku světa.

O důsledcích horkého počátku vesmíru poprvé uvažoval George Gamow spolu s Ralphem Alpherem a Rogerem Hermanem. Jako první si uvědomili, že při tvorbě atomárních obalů došlo k oddělení světla od látky a předpověděli tak existenci reliktního záření. Psal se rok 1948, bylo po druhé světové válce a díky leteckým bitvám byla technika detekce radiových vln a mikrovln na velmi vysoké úrovni. V té době byla ale myšlenka existence reliktního záření považována za natolik šílenou, že se o jeho nalezení nikdo ani nepokusil.

Na objev reliktního záření si lidstvo muselo počkat až do roku 1965. Tehdy v Bellových telefonních laboratořích v New Jersey rozhodli, že vysloužilá trychtýřovitá anténa, původně určená pro práci s telekomunikační družicí Echo, bude využita k pozorování oblohy v radiovém oboru. Arno Penzias a Robert Wilson se už při prvních testech antény potýkali s velkým šumem. Záhy zjistili, že tento šum přichází rovnoměrně z celého vesmíru. Za objev reliktního záření získali Penzias a Wilson Nobelovu cenu za fyziku pro rok 1978.

Podrobný průzkum reliktního záření provedla až americká družice COBE z roku 1989. Její jméno je zkratkou z anglického *COsmic Background Explorer*, což bychom mohli přeložit jako „Výzkumník kosmického pozadí“. Družice COBE byla reliktnímu záření šitá na míru. Přístroje družice musely být pečlivě chlazené kapalným héliem, aby se potlačil jejich vlastní šum. V průběhu prvních osmi minut provozu proměřila COBE spektrum reliktního záření a zjistila, že má teplotu 2,73 K. Na mapě intenzity reliktního záření, pořízené družicí COBE v roce 1992, se nacházejí chladnější a teplejší oblasti. Odchyly od průměrné hodnoty jsou asi 1/100 000 K. Právě tyto drobné flíčky v reliktním záření přinášejí nejcennější informace. Jsou jakýmsi pradávným otiskem struktur z období vzniku reliktního záření. Mnohem později se z těchto zárodečných shluků vytvořily galaxie a kupy galaxií. Dnes víme, že průměrná velikost těchto flíčků je jeden úhlový stupeň, což je přibližně dvojnásobek průměru Měsíce. Podrobným studiem reliktního záření můžeme zjistit stáří vesmíru, jeho zakřivení, složení i další parametry.

Družice COBE představovala naprostý průlom v lidském poznání. Poprvé v historii se lidé podívali na struktury ve vesmíru v jejich samotných zárodcích, na struktury staré pouhých 400 000 roků. Nobelova cena za fyziku pro rok 2006 byla proto udělena autorům tohoto experimentu, Johnu Matherovi a Georgi Smootovi, zcela oprávněně.

Dalšími mezníky ve výzkumu reliktního záření se staly sondy WMAP z roku 2001 a Planck z roku 2009. Obě jsou umístěny 1,5 milionu kilometrů za Zemí ve směru od Slunce. V tomto místě jsou vyrovnány gravitační a odstředivé síly působící na sondy.

Pečlivá analýza reliktního záření umožnila poznat přesně stáří vesmíru, jeho složení, křivost a prohlédnout si první rodící se struktury. Z měření polarizace reliktního záření bylo možné poodhalit roušku tajemství vzniku prvních hvězd. Reliktní záření nám umožňuje dozvědět se zásadní informace o minulosti a možná i o budoucnosti našeho vesmíru.

O inflační fázi vesmírného rozfoukávání tu v celém článku nepadlo ani slovíčko.

JN, 05.02.2017