Teorie Velkého třesku

Teorii Velkého třesku, která předpokládá singularitu v podobě Velkého třesku na počátku vývoje vesmíru, zastává většina kosmologů, ale ne všichni. Jejím autorem je americký fyzik, biolog a astronom ruského původu George Gamow (1904 - 1968), který ji roku 1948 vypracoval se svými spolupracovníky. Těmi byli američtí fyzikové Ralph Asher Alpher (1921 - 2007), Hans Albrecht Bethe (1906 - 2005) a Robert Herman (1914 - 1997).

Počáteční singularitu nazval posměšně Velkým třeskem (tj. Big Bang) britský fyzik Fred Hoyle (1915 - 2001), který s Gamowovou teorií nesouhlasil. Hoylovo *Big Bang* by se dalo v této souvislosti volně přeložit jako „Prázdný sud nejvíce duní.“ Hoyle totiž nevěřil, že vznik vesmíru souvisí se singularitou o velké hustotě a teplotě. Tím nevědomky Gamowovu práci velmi zpopularizoval. Sám Hoyle byl zastáncem teorie kvazistacionárního vesmíru.

Na základě této nejvíce přijímané teorie je možné vývoj vesmíru rozdělit do několika etap (ér), které se vyznačují určitou charakteristikou, přičemž čas konce dané éry je měřen od Velkého třesku:

1. éra chaosu (do $10^{-43}\ s$) - začíná singularitou s obrovskou hustotou ($10^{99}\ kg.m^{-3}$) a teplotou v okamžiku, od kterého je dále definován čas. Tuto éru není možné popsat už ani obecnou teorií relativity, ale je nutné použít novou (zatím neexistující) kvantovou teorii gravitace.

Nemá smysl se ptát, co by bylo předtím. Před Velkým třeskem náš vesmír neexistoval, neexistovaly fyzikální zákony, neexistoval čas (a tedy nemohl ani plynout) a neexistovali ani žádní pozorovatelé, kteří by vesmír mohli pozorovat.

Je to jako stát na severním pólu a ptát se „Jak se dostanu na severní pól?“ Nebo si přestavte situaci, kdy se staré kovové předměty (hrnce, pánve, hmoždíře, ...) roztaví a z roztaveného kovu se vyrábějí koule. Je zbytečné se ptát, zda ta koule byla udělána z modrého hrnce s kytičkami nebo z červené pánve s puntíky. Během tavení prošly nádoby procesem, při němž se na vlastnosti o barvě „zapomene“. Toto přetavení kovu odpovídá „přetavení fyzikálních zákonů“ při Velkém třesku.

2. kvantová éra (do $10^{-23}\ s$) - je charakterizována hromadným vznikem elementárních částic v silném kvantovém gravitačním poli. Prostoročas je velmi zakřivený (poloměr zakřivení prostoročasu je srovnatelný s poloměrem protonu). Rozpínání prostoru probíhá velkou rychlostí (větší než je velikost rychlosti světla ve vakuu *c*) a vzdálenost horizontu vesmíru je menší než rozměr nukleonu. Jednotlivé části nukleonu spolu tedy nemohou interagovat. Popis pomocí obecné teorie relativity je možný, ale o struktuře a vlastnostech látky není možné nic říci.

To znamená, že se nemohou tvořit stabilní nukleony. Aby se mohly tvořit, musely by spolu interagovat kvarky, z nichž se nukleony skládají.

Během této fáze (podle současných pozorování) musela proběhnout i tzv. inflační fáze vývoje vesmíru.

3. hadronová éra (do $10^{-4}\ s$) - během ní se uplatňuje hlavně silná jaderná síla a vznikají hadrony: nukleony (protony a neutrony), mezony, hyperony. Spolu s hadrony hmoty vznikají i hadrony antihmoty a v hustém prostředí nastává anihilace: částice hmoty

a antihmoty se mění na záření γ, ale možný je i opačný proces. Předpokládá se, že poměr mezi částicemi antihmoty a hmoty byl 10^9 antičástic : $10^9 + 1$ částice. Anihilací se tedy většina směsi hmoty a antihmoty mění na elektromagnetické záření a jen nepatrná část hmoty zůstává na tvorbu galaxií, hvězd a vůbec všech objektů ve vesmíru. Během této éry klesá teplota z 10^{33} K na 10^{11} K, což výrazně přispívá právě k anihilaci. Ve vesmíru přítomná mezonová neutrina přestávají interagovat s látkou a se zářením a vesmírem se začíná šířit neutrinové záření, jehož teplota s rostoucím vesmírem klesá. Pokud by bylo možné neutrinové záření zachytit, měli by astronomové informaci o vesmíru starém řádově setiny sekundy. Neutrina ale mají velmi malý účinný průřez a proto je velmi nesnadné je zachytit. Hustota vesmíru na konci hadronové éry dosahuje 10^{17} kg.m^{-3}.

4. leptonová éra (do 1 s až 10 s) - je typická vznikem a převahou leptonů: neutrin, elektronů, pozitronů. Elektrony a pozitrony spolu anihilují, zatímco neutrina nyní vzniklá přestávají reagovat s ostatní látkou a zářením a začínají se šířit vesmírem v podobě neutrinového záření. Hadrony přeživší z hadronové éry tvoří zanedbatelnou část částic. V této éře začínají vznikat z protonů a neutronů jádra těžkého vodíku $^2_1\mathrm{H}$ a z vodíku jádra helia. Jedná se jadernou syntézu podobnou té, která probíhá dnes v nitru hvězd, neboť tehdejší teploty a tlaky ve vesmíru jsou srovnatelné se současnými poměry v nitru hvězd. Syntéza pokračuje i v další éře, a proto hvězdy obsahují více helia než kdyby je hvězdy vytvářely vlastní reakcí. Teplota vesmíru klesá na 10^{10} K a hustota na 10^7 kg.m^{-3}.
5. éra záření (do 3.10^5 let až 6.10^5 let) - hustota hmoty ve formě záření převažuje nad hustotou hmoty. Z vodíku $^2_1\mathrm{H}$ vzniká izotop helia $^3_2\mathrm{He}$. V případě uzavřeného vesmíru by probíhala uvedená přeměna déle, zatímco v případě otevřeného vesmíru by probíhala tato přeměna krátce, neboť hustota $^2_1\mathrm{H}$ klesá rychleji a zůstane ho tedy více. Poměr množství vodíku $^2_1\mathrm{H}$ k množství vodíku $^1_1\mathrm{H}$ by měl být o několik řádů vyšší v otevřeném vesmíru ve srovnání s uzavřeným vesmírem. To je další možnosti pro rozpoznání geometrie vesmíru. V této éře je hmota v zářivé rovnováze, k čemuž přispívá i vysoká velikost rychlosti zvuku (zhruba 60 % velikosti rychlosti světla ve vakuu), která ve velkých vzdálenostech vyhlazuje případné nehomogenity. Ke konci této éry se za teplot zhruba 10^4 K spojují elektrony s protony a vytváří se neutrální vodík. Na konci éry má vesmír teplotu 3000 K a hustotu 10^{-17} kg.m^{-3} a končí vzájemná interakce látky a záření. Rychleji ale klesá hustota hmoty ve formě záření než hustota látky.

Velká velikost rychlosti zvuku znamená silnější rázovou vlnu, která může „rozbít“ případné nehomogenity (shluky látky, …).

Záření přestává s látkou interagovat proto, že hustota látky natolik klesla, že je látka pro záření průhledná.

6. éra látky (trvá dodnes) - začíná vyrovnáním hustoty záření a hustoty látky. Záření, které se tehdy od látky oddělilo, mělo tepelný charakter, tj. odpovídalo Planckovu zákonu vyzařování absolutně černého tělesa a toto planckovské rozdělení energie ve spektru záření se zachovalo i po rozpínání vesmíru v tzv. reliktním záření. Hlavním stavebním materiálem pro další tvorbu vesmíru a objektů v něm je vodík a helium s téměř nulovým tlakem.

Teorie Velkého třesku byla od dob svého publikování potvrzena řadou experimentálních pozorování (např. zkoumáním reliktního záření).

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.