

Velký třesk a co bylo před ním...

Nam Hyok Jin*, A. Michaelidesová**

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT, Břehová 7, 115 19

Praha 1

Standard.21@atlas.com*, gatoullina@hotmail.com**

Abstrakt

Naše zvědavost nám nedovolila vynechat z našich zájmů téma „Velký třesk, co bylo před ním“, proto se s ním zabýváme. Co se při Velkém třesku odehrálo a jak se vše vyvíjelo. Jak dnes odpovídáme na otázku co bylo před ním. Filozofické interpretace, církevní a nakonec teorie superstrun.

1 Úvod

Velký třesk (anglicky Big Bang) je vědecká kosmologická teorie, která popisuje raný vývoj a tvar Vesmíru. Hlavní myšlenkou je, že obecná teorie relativity může být zkombinovaná s pozorováními galaxií vzdalujících se od sebe, z čehož se dá odvodit stav Vesmíru v minulosti, ale i v budoucnosti. Přirozeným důsledkem Velkého třesku je, že Vesmír měl v minulosti vyšší teplotu a hustotu. Jedním z důsledků Velkého třesku je, že podmínky dnešního Vesmíru jsou odlišné od podmínek v minulosti nebo v budoucnosti. Na základě tohoto modelu mohl George Gamow v roce 1948 předpovědět reliktní záření, které bylo roku 1960 nakonec i objeveno a posloužilo jako důkaz potvrzující správnost teorie Velkého třesku, vyvracující tak teorii stacionárního Vesmíru. Podle současných fyzikálních modelů byl Vesmír před 13,7 miliardami lety ve formě tzv. počáteční singularity, v které byla měření času a délky bezpředmětná a teplota spolu s tlakem byly nekonečné.

2 Tělo příspěvku

Historie teorie Velkého třesku

V roce 1927 byl belgický kněz Georges Lemaître prvním, kdo předložil návrh, že Vesmír začal „výbuchem prehistorického atomu“. Ještě dříve, v roce 1918, změřil štrasburský astronom Carl Wilhelm Wirtz systematický rudý posuv některých „mlhovin“, který nazval „K-korekce“; nebyl si však vědom kosmologických důsledků, ani toho, že údajné mlhoviny byly ve skutečnosti galaxie mimo naši Mléčnou dráhu. Einsteinova obecná teorie relativity, která se v té době rozvíjela, nedovolovala statické řešení. Tento výsledek považoval sám Einstein za chybný a snažil se ho opravit přidáním kosmologické konstanty. Aplikování obecné teorie relativity na celý Vesmír se podařilo Alexanderovi Friedmanovi. Roku 1929 našel Edwin Hubble experimentální důkazy, kterými zdůvodnil Lemaîtreovu teorii. Hubble též roku 1913 zjistil, že se galaxie od sebe vzdalují. Použitím měření rudého posuvu Hubble zjistil, že daleké galaxie se vzdalují ve všech směrech rychlostmi (vzhledem k Zemi) přímo úměrnými jejich vzdálenosti, což nyní známe jako Hubbleův zákon. Vzdalování galaxií naznačovalo dvě různé možnosti. První z nich, vytvořená a obhajovaná Georgem Gamowem byla, že Vesmír začal v konečném čase v minulosti a od té doby se neustále rozpíná. Druhou byl model stacionárního vesmíru, vypracovaný Fredem Hoylem. Pozorování však brzo

přinesla důkazy, které dodaly zdrcující podporu právě teorii Velkého třesku, která se od poloviny 60. let 20. století považuje za nejlepší dostupnou teorii vzniku a vývoje Vesmíru. Ke konci 90. let 20. století a na začátku 21. století se v teorii velmi pokročilo díky důležitému pokroku v technologii dalekohledů a ve spojení s obrovským množstvím družicových údajů např. ze sond COBE a WMAP. Tyto údaje umožnily astronomům spočítat mnoho parametrů Velkého třesku s lepší přesností a neočekávaně vedly k důležitému zjištění, že se rozpínání Vesmíru zrychluje.

Stručný přehled

Na základě měření rozpínání Vesmíru pomocí supernov typu Ia, měření vlastností kosmického mikrovlnného pozadí a měření korelačních funkcí galaxií, je stáří Vesmíru $13,7 \pm 0,2$ miliardy roků. Skutečnost, že se tato tři nezávislá měření shodují, je považována za silný důkaz pro takzvaný Lambda-CDM model, který detailně popisuje podstatu součástí Vesmíru. Raný Vesmír byl homogenní a izotropně vyplněný vysokou energetickou hustotou. Přibližně 10^{-35} sekund po Planckově času se Vesmír exponenciálně zvětšil během období nazývaného kosmická inflace. Když se pak inflace zastavila, hmotné součásti Vesmíru byly ve formě kvark-gluonového plazmatu, v kterém se všechny částice relativisticky pohybovaly. S růstem Vesmíru klesala jeho teplota. Při určité teplotě se začaly vázat kvarky a gluony, a tak tvořit baryonová hmota. Díky fyzikálním nesymetriím se vytvořilo o něco více hmoty, než antihmoty. Hmota a antihmota povětšinou rekombinovala, a dnes tak pozorujeme jen ten malý zbytek hmoty, který už zrekombinovat nemohl. Jak se Vesmír dál zvětšoval, jeho teplota dále klesala, což vedlo k dalším procesům narušujícím symetrie, které se začaly projevovat jako známé interakce a elementární částice. Ty brzo umožnily vznik atomů vodíku a helia. Tento proces se nazývá nukleosyntéza Velkého třesku. Vesmír se dále ochlazoval, hmota se přestala pohybovat relativisticky a její vlastní hmotnost začala gravitačně dominovat nad energií záření. Asi po 100 000 letech se záření oddělilo od hmoty. Vesmír se tak stal pro záření průhledný. Záření z této doby se tak zachovalo až do dneška a můžeme ho dnes pozorovat jako reliktní záření. Časem se začaly o trošku hustější oblasti v téměř homogenním Vesmíru díky gravitaci ještě více zahušťovat. Vytvořily se tak oblaka plynu, galaxie, hvězdy a ostatní kosmické smetí, které dnes můžeme pozorovat. Detaily tohoto procesu závisí na množství a typu hmoty ve Vesmíru. Všechna tato pozorování jsou obsažena v kosmologickém Lambda-CDM modelu, který je matematickým modelem Velkého třesku se šesti volnými parametry. Záhady se objevují, když se přibližujeme k počátku času a Vesmíru vůbec. Pro prvních 10^{-33} s, tedy pro dobu před velkým sjednocením sil, nemáme žádnou smysluplnou teorii. Einsteinova teorie předpovídá singularitu s nekonečnými hustotami. Pro jejich odstranění bychom potřebovali kvantovou gravitaci. Pochopení dějů v této době je jedním z největších nevyřešených problémů moderní fyziky.

Jak vznikl vesmír podle filozofů

Thaletův žák Anaximandros (610 - 545 př.n.l.) vyslovil teorii o vzniku vesmíru z pralátky, kterou nazval "apeiron", jejíž rotací vznikl prstenec, z něhož se vytvořily planety. Hérakleitos z Efesu (540-484 př.n.l.) zastával podobný názor, že vše vzniklo z pralátky, kterou byl věčně živý oheň. Pomocí ohně se vše mění: mokré v suché, studené v teplé, kapalné v plynné apod. Dosadíme-li si místo ohně slovo "energie", měl Hérakleitos pravdu i dle současných poznatků. Opakem Hérakleitových názorů jsou myšlenky Parmenida z Eleje (540-470 př.n.l.), který považoval vesmír za neměnný, jako kouli ze hmoty, která je udržována pohromadě zákonem "nutnosti".

Co se bylo před Velkým třeskem

Jeden z nejčastějších dotazů dětí, ale i dospělých, je co existovalo před Velkým třeskem? Tato otázka vypadá, že zajímá i kosmology, ale i církve. Jestli se na něco takového zeptáme nějakého kosmologa, tak bude nervní a bude koktat, že toto téma může na vždy zůstat daleko od možností naší vědy. Vlastně nikdo nezná odpověď. Podle nich se ani na tuto otázku ptát nemůžeme, protože prostoročas vznikl při Velkém třesku. Je toto, ale dostačující odpověď?

Církevní teorie

Theologové věří, že toto téma je jediné jejich práci. „Věda nemůže sama od sebe odpovědět na takovou otázku... nade vše je třeba vědění, které přichází od Boha“ říkal Papež v roce 1981 na konferenci kosmologie, která se odehrála ve Vatikánu a na které byl i Stephen Hawking. Je známo, že v našem světě existují dnes dvě převažující církevní ideje. Podle té první, křesťanské usvědčení (ale i židovské), svět měl určený začátek. Tohle je dáno v Genesis, podle které nás svět byl vytvořen z jednoho kosmického vajíčka, ale přáním Boha. Na druhé straně, východní mysl, indická a budistická víra, věří ze Vesmír je bez času. Nikdy nebyl začátek a nebude ani konec.

Teorie superstrun

Fyzika stojí v současné době před velkou výzvou. Je jí formování takzvané teorie superstrun. Již delší dobu se ví, že Einsteinova obecná relativita a kvantová mechanika jsou v zásadním rozporu. Přesto byly obě tyto teorie na konkrétních příkladech experimentálně prokázány. Proč by ale měly pro "velké" věci platit jiné přírodní zákony, než pro věci "malé". Tento gordický uzel se snaží rozetnout superstrunná teorie. Její základní myšlenkou je, že každá elementární částice se dá popsat jako jednorozměrné vlákno energie, které nazýváme strunou. Tato struna může různými způsoby kmitat, čehož důsledkem jsou fundamentální vlastnosti dané částice. Přestože teorie superstrun je relativně mladá a spoustu věcí zbývá ještě dořešit, představuje obrovský krok k takzvané finální teorii. Je překvapující, v jakém stadiu se dnes již fyzika nachází. Vesmír mohl být na počátku nikoliv malý a horký, ale rozlehlý a studený. Počátkem je přitom míněna doba předcházející velkému třesku. S touto koncepcí přišli italsí vědci Gasperini a Veneziano. Na počátku, respektive "někdy před velkým třeskem", to jest v době, do níž jsou autoři teorie schopni dohlédnout, byl vesmír rozlehlý, studený a pustý. Snad se jednalo o výsledek nějakého předešlého rozpínání, podobnému klasické inflaci. V následujícím období se prostor zakřivoval, ohříval a jeho hustota rostla - alespoň na některých místech. Velký třesk byl potom spíše lokálním "výbuchem" v trojrozměrné podmnožině devíti či deseti-rozměrného kontinua než počátkem celého kosmu.

Historie teorie superstrun

Teorie strun má historii velice bizarní. Struny vznikly při jednom pokusu vyřešit problém zcela odlišný od těch, pro něž se dnes využívají. Teorie vznikla v letech 1968 - 70 ve snaze porozumět silné interakci. Do jisté míry byla v tomto směru úspěšná, nikdy však úplně a v polovině 70-tých let problém silných interakcí vyřešila objevivší se kvantová chromodynamika. Přestože se v té době učinilo v teorii strun obrovské množství práce, většina lidí ji v polovině 70-tých let opustila. Jedním z problémů strun při popisu silné interakce je, že teorie předpovídá zvláštní částici, která v silných jaderných procesech nemá

co dělat. Byla to částice s nulovou hmotností a spinem 2 a jednoduše neodpovídala ničemu, co bylo v jaderných procesech pozorováno. Věděli jsme však, že částice přesně tohoto typu se vyskytuje v Einsteinově obecné relativitě (což je teorie gravitace) a obvykle se nazývá graviton - kvantově mechanická částice, jež zprostředkovává gravitační sílu. Myšlenka použít struny pro gravitaci a sjednocení se tedy objevila v roce 1974, kdy se na teorii strun pracovalo již pět let.

3 Shrnutí

Teorie superstrun dobře vysvětluje, to co po ní chceme. Možná jsme už velice blízko k závěrečné teorii, k teorii Všeho. Jistě je možné, že se všechno nakonec ukáže jinak. Uvidíme... Velký třesk možná ani nebyl, nebo jsme důsledkem jen jednoho z mnoha. Nechme se překvapit.

Poděkování

Děkujeme panu Ing. Svobodovi za pořádání tohoto předmětu, který nám umožňuje se vyjádřit. Ještě děkujeme FJFI, za technickou podporu a všem kdo si naší přednášku poslechli.

Reference:

- [1] B. Novotný, Je pravda co říká kosmologie o stvoření světa Velkým třeskem?: Přehled dosažených výsledků, Praha, [vl. n.], 1997
- [2] S. Weinberg, První tři minuty, Mladá fronta, Praha, 1993
- [3] Wikipedie, http://cs.wikipedia.org/wiki/Velk%C3%BD_t%C5%99esk
- [4] Wikipedie, http://cs.wikipedia.org/wiki/Reliktn%C3%AD_z%C3%A1%C5%99en%C3%AD
- [5] Wikipedie, http://cs.wikipedia.org/wiki/Vznik_a_v%C3%BDvoj_vesm%C3%ADru
- [6] Akademon, <http://www.akademon.cz/source/hist.htm#ro>
- [7] Akademon, <http://www.akademon.cz/source/hist.htm>
- [8] Τι συνέβη πριν από το Big Bang;, <http://www.physics4u.gr/faq/beforebb.html>
- [9] S Johnem Schwarzem o superstrunách, <http://www.kolej.mff.cuni.cz/~lmotm275/RUZE/12/node20.html>
- [10] Interkom: Elegantní vesmír očima nadšeného laika, <http://www.ikarie.cz/interkom/2001/20010662.htm>
- [11] Teorie superstrun - diskusní fórum, <http://hyperkrychle.cz/strings.html>
- [12] cojevesmir, <http://mujweb.cz/www/focus/ufo/cojevesmir.htm>
- [13] Science World, <http://www.scienceworld.cz/sw.nsf/0/81D9A3AEC9B0B038C1256FF3003ED88E?OpenDocument&cast=1>