

Úvod do teórie superstrún

E. Rakovská

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

relenka@yahoo.com

Abstrakt

Cieľom môjho príspevku bolo oboznámenie poslucháčov so základnými pojmami teórie superstrún. Snažila som sa obsiahnuť historické pozadie vzniku tejto teórie, jej základné vývojové etapy a spomenula som vedúce osobnosti spojené s pojmom superstrún. Dôraz som kládla na M-teóriu, ktorá bola podnetom k rozpútaniu druhej superstrunovej revolúcie. Snažila som sa vykresliť súčasný stav, v ktorom sa svet fyziky vzhľadom k tejto teórii nachádza. V závere svojho vystúpenia som rozpútala diskusiu, kde mali poslucháči možnosť vyjadriť svoj názor na predložené otázky.

1 Úvod

Teória superstrún sa snaží o vyriešenie najväčšieho problému súčasnej fyziky. Spojenie obcej teórie relativity a kvantovej mechaniky sa doposiaľ nikomu nepodarilo. Túto odvážnu úlohu začlenením gravitácie do štandardného modelu berú na seba prave strunový fyzici.

2 História

V roku 1968 mladý fyzik Gabriele Veneziano pracujúci v CERNe objavil 200 rokov starú rovnicu – Eulerovu beta funkciu, ktorá z nevysvetliteľného dôvodu popisovala silnú jadrovú reakciu. O dva roky neskôr tento otáznik vyriešil Leonard Susskind keď nahradil rokmi vžitú predstavu bodových častíc strunami. V tom čase, keď kvantová chromodynamika a kvantová teória poľa získavali jeden úspech za druhým, nebola teórii superstrún venovaná veľká pozornosť. John Schwarz a Michael Green strávili viac ako desať rokov rozvíjaním novej teórie. Ich úsilie bolo zväčša ignorované, až do roku 1984, keď sa im prvotne nezrovnalosti podarilo premeniť v úspech. Zistili, že rovnica nepopisuje len silnú jadrovú reakciu, ale aj gravitáciu. Priamo z nej vyplývajú vlastnosti gravitónu. Tento šokujúci fakt vyvolal prvú superstrunovú revolúciu. Ohromný záujem, ktorý táto teória vo svete fyziky vzbudila vyvrcholil až vznikom piatich rôznych teórii. To vyvolalo pochybnosti o jej správnosti hlavne u jej odporcov. Tento konflikt vyriešil až v roku 1995 Edward Witten prezentáciou M-teórie, ktorá všetky zjednotila. Týmto krokom bola započatá druhá superstrunová revolúcia.

3 O strunách

Podľa superstrunovej teórie sú dnes známe elementárne častice ako kvarky alebo elektróny tvorené malou vibrujúcou sľučkou energie. Práve typ vibrácie, množstvo energie a napätie struny určujú konkrétne vlastnosti danej častice. Veľkosť typickej struny získame ako odmocninu Planckovej konštanty vynásobenej Newtonovou gravitačnou konštantou a vydelené treťou mocnicou rýchlosti svetla. Tento pomer sa nazýva Planckova dĺžka a jej približná hodnota je 10^{-35} metra. Teória superstrún predpokladá až desať-rozmerný priestor, čo spôsobilo mnohým ľuďom ťažko akceptovateľný fakt. Náš mozog takej predstavy schopný nie je, ale matematicky popísať tento model vieme. Predpokladáme, že zvyšné dimenzie sú zvinuté do miniatúrnych rozmerov, preto ich nepozorujeme. Na popis tohto zvinutia používame Calabiho-Yauove variety.

4 M-teória

Vzniknuté teórie Typu I, Typu IIA, Typu IIB, Heterotická-O a Heterotická-E síce obsahovali spoločnú myšlienku, každá však mala svoje špecifické nezlúčiteľné s ostatnými. Tento problém rozuzlil Edward Witten. K hore uvedeným piatim teóriam pripojil ešte jedenást-dimenzionálnu supergravitáciu a zjednotil ich do M-teórie. V roku 1995 ju prezentoval na konferencii zvanéj "Strings". Čo má znamenať písmeno "M" v jej názve ostalo tajomstvom. Kľúčový pojem pri zjednotení zohrala strunová väzbová konštantu, ktorú všetky poruchové modely predpokladali veľmi malú. Práve pri jej náraste začínajú teórie splyvať a dôležitú úlohu plní dualita. M-teória predpokladá 11-rozmerný priestor a okrem strún v nej figurujú p-brány. Počet dimenzii je chápaný ako počet stupňov voľnosti. Pod p-bránami si môžeme predstaviť napr. dvoj-brány, tzv. membrány. Struny môžu mať otvorené konce, ktorými sa na nejakú bránu môžu prichytiť. Gravitón je prezentovaný ako uzavretá sľučka a dokáže sa medzi membránami voľne pohybovať. Tým sa vysvetľuje, prečo je gravitácia rádovo o 39 núl slabšia ako sila elektromagnetická. Aj Veľký tresk sa dá predstaviť ako zrazenie dvoch gigantických membrán, čím sa rieši otázka počiatku a vznikajú podnety k predstavám o paralelných vesmíroch.

5 Teória všetkého

Takéto lichotivé prívlastky M-teória dostáva. Dnešná fyzika stojí na dvoch teóriách, ktoré obe popisujú svet okolo nás a dokonale sa zhodujú s experimentami. Problém nastáva, keď sa ich snažíme spojiť. To totiž nejde. Práve v tom momente nastupuje Teória superstrún, ktorá dokáže skrotiť kvantové fluktuácie a zjednotiť kvantovú mechaniku s obecnou teóriou relativity. V oblastiach ako bod konifoldu, čo je roztrhanie a znovu zašitie priestoru nachádzame súvislosť medzi čiernymi dierami a elementárnymi časticami. Tento proces sa dá prirovnať k fázovému prechodu. M-teória predpovedá entropiu čiernej diery, ktorá už bola dokázaná.

To sú zatiaľ však len kroky na ceste k definitívnemu potvrdeniu správnosti M-teórie. Matematický aparát, ktorý je v nej obsiahnutý výrazne zužuje skupinu ľudí, ktorí sa jej môžu naplno venovať. Práve odbory ako superstrunová kozmológia sú veľmi perspektívne na jej úspešné overenie. Možno to budú experimenty na novom pripravovanom projekte LHC v CERNe, ktoré ju zbavia prívlastku "hypopetická".

6 Diskusia

Snaha o nájdenie finálnej teórie je v ľuďoch zakorenená veľmi hlboko. Chceme mať jednu teóriu popisujúcu jeden svet, nie dve. Či je to správny prístup, ťažko posúdiť. Teória superstrún je sympatická. Vo fyzike to na potvrdenie ale nestačí. Samotný otec M-teórie Edward Witten sa úsmevne vyjadril k otázke, prečo verí v jej správnosť takto [1]: „It's too elegant to be wrong.“ V preklade, že je príliš elegantná na to, aby bola chybná. V diskusii na konci môjho príspevku som sa poslucháčov pýtala na ich názor práve z tohto hľadiska. Má miesto krása a elegancia vo fyzike? Musí existovať Teória všetkého? Nie je to len naše pranie? Je v ľudských silách ju objaviť? Kde sú hranice medzi fyzikou a filozofiou? Odpovede boli rôzne, z časových nedostatkov nebol priestor na to, aby sa mohol každý vyjadriť. Ale napr. pán ing. Svoboda povedal, že v krásu vo fyzike určite verí, čím splnil môj predpoklad.

Referencie

[1] B. Green, *Elegantní vesmír*, Mladá fronta, Praha, 2001, str. 326

[2] S. Hawking, *Vesmír v orechovej škrupinke*, Slovart, Bratislava, 2006

[3] <http://www.pbs.org/wgbh/nova/elegant/>