Očekávání fyziků

Za dobu existence CERNu byly postupně popsány základní částice, které tvoří hmotu ve vesmíru, a silové interakce mezi nimi. Tyto poznatky shrnuje tzv. standardní model, který obsahuje základní částice hmoty i interakcí a vztahy mezi nimi. Standardní model ale není úplný a není schopen vysvětlit zcela všechny detaily. K nalezení chybějících částí a vztahů ve standardním modelu by měl pomoci LHC.

Období existence CERNu a jeho urychlovačů je vlastně i obdobím, v němž se začala celosvětově rozvíjet částicová fyzika.

Stavbu LHC (*Large Hadron Collider*) schválila rada CERNu v roce 1994. Urychlovač se začal budovat v roce 2000 na místě bývalého urychlovače LEP a dokončen byl v roce 2008. Mezi hlavní detektory LHC patří: ATLAS, CMS, ALICE, LHCb, TOTEM a LHCf.

Experimenty zaznamenávané v těchto detektorech by měly fyzikům napomoci s hledáním odpovědí na tyto otázky a problémy:

1. vysvětlení příčiny hmotnosti částic;
2. složení 96 % vesmíru;
3. vysvětlení asymetrie mezi částicemi a antičásticemi;
4. prozkoumání kvark - gluonové plazmy, která měla vyplňovat vesmír krátce po jeho vzniku;
5. objevení náznaků existence skrytých dimenzí vesmíru.

Jak vysvětlit různé hmotnosti částic, které mají jinak velmi podobné jiné vlastnosti? Proč existují částice s velmi malou klidovou hmotností? Na tyto a další otázky související s hmotností částic snad dostanou fyzikové odpověď při experimentech v detektorech ATLAS a CMS. Doufají totiž, že objeví Higgsův boson, který teoreticky předpověděl skotský fyzik Peter Ware Higgs (narozen 29. května 1929) v roce 1964. Experimentálně nebyla dosud existence Higgsova bosonu prokázána.

Všechno, co můžeme ve vesmíru pozorovat (galaxie, planety, lidi, zvířata a rostliny na Zemi, ...), je složeno z běžných částic. Tyto objekty tvoří pouze 4 % vesmíru. Zbývající část, která se ovšem velmi těžko detekuje a studuje, je tvořena tzv. temnou hmotou a temnou energií. Podle hypotéz částicových fyziků a astronomů je temná hmota tvořena supersymetrickými částicemi, které by podle předpovědí měly být objeveny v detektorech ATLAS a CMS.

Na stavbě detektorů LHC i na vlastním zpracování experimentálních dat spolupracují s částicovými fyziky i astronomové a kosmologové. Energie částic, které se pohybují v LHC, se totiž blíží energiím, které měly částice ve vesmíru krátce po Velkém třesku. Navíc experimenty v LHC by měly dát odpověď i na otázky ohledně složení vesmíru (temná hmota a temná energie). Proto je nutná spolupráce i astronomů a kosmologů.

Všechny objekty ve vesmíru jsou tvořené hmotou. Při zrodu vesmíru po Velkém třesku byla hmota a antihmota produkována ve stejném množství. Při vzájemných srážkách částic hmoty a antihmoty dochází k anihilaci - relativistické energie částic se mění na energii elektromagnetického záření. Přitom musela nějaká část hmoty přežít, aniž by došlo k její anihilaci s antihmotou. Jinak by se nemohly vyvinout hvězdy a prvky, které hvězdy odvrhly do vesmíru během svého vývoje. Proč příroda preferuje hmotu před antihmotou? Detektor LHCb bude hledat rozdíly mezi hmotou a antihmotou, aby bylo možné tuto asymetrii vysvětlit. Předcházející experimenty už objevily jisté drobné odlišnosti v chování částic a antičástic, ale ne takové, které by dokázaly uspokojivě vysvětlit nerovnováhu mezi hmotou a antihmotou pozorovanou v přírodě.

Hmota, z níž je tvořen vesmír, se po Velkém třesku formovala z husté a horké směsi

fundamentálních částic. V současnosti je hmota tvořena atomy, které obsahují atomová jádra. Atomové jádro je tvořeno nukleony, které jsou složeny z kvarků držících při sobě za účasti gluonů. Tyto vazby jsou velmi silné. V raném vesmíru ovšem nebyly podmínky pro vznik vazeb mezi kvarky příznivé: díky příliš vysoké teplotě nemohly gluony kvarky udržet. Během prvních mikrosekund po Velkém třesku vesmír obsahovat velmi hustou a horkou směs kvarků a gluonů - tzv. kvark - gluonovou plazmu. Detektor ALICE bude simulovat podobné podmínky, jaké panovaly po Velkém třesku, aby bylo možné prozkoumat právě kvark - gluonovou plazmu.

Albert Einstein v teorii relativity popisoval vesmír pomocí tří prostorových souřadnic a jedné časové souřadnice - tzv. časoprostor. Pozdější teorie kromě toho předpokládaly existenci skrytých dimenzí vesmíru. Např. teorie strun naznačuje, že tyto dodatečné teorie budou nyní objeveny. Mohly by být detekovány při velmi vysokých energiích. Proto budou data z detektorů LHC velmi pečlivě analyzována i z tohoto hlediska - budou se hledat znaky těchto skrytých dimenzí vesmíru.

Při energiích, které budou mít srážející se částice, budou vznikat i miniaturní černé díry. Předpokládá se, že se budou vypařovat přesně podle schématu, které předpověděl anglický fyzik Stephen Hawking (narozen 8. ledna 1942) - černé díry budou vyzařovat tzv. Hawkingovo záření. Tím by se potvrdila jedna z teorií tohoto geniálního fyzika.

© 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.