

Nejsilnější zdroj světla

Urychlovač LHC je v současnosti nejvýkonnější zařízení svého druhu, v obvodu měří 27 km a jeho magnety jsou chlazeny na teplotu nižší než je teplota okolního vesmíru. Od roku 2009 sráží protony s protony, jádra olova a jádra olova s protony při energiích až do 8 TeV na jednu protonovou srážku. Částice vznikající ve srážkách LHC jsou zaznamenávány čtveřicí velkých experimentů ALICE, ATLAS, CMS a LHCb, na kterých pracují mezinárodními týmy čítající až několik tisíc vědců.

Hlavním cílem protonových srážek je hledání Higgsova bosonu a nových fyzikálních jevů. Dosažení prvního cíle je velice blízko - experimenty ATLAS a CMS již ohlásily objev nové částice, která má předpokládané vlastnosti Higgsova bosonu.

Srážení jader olova je motivováno studiem kvark-gluonového plazmatu (QGP) – horké a husté jaderné hmoty existující v prvopočátku vesmíru. K tomuto úkolu je určen experiment ALICE, který dokáže přesně zaznamenat tisíce produkovaných částic pro přesnou rekonstrukci vývoje QGP.

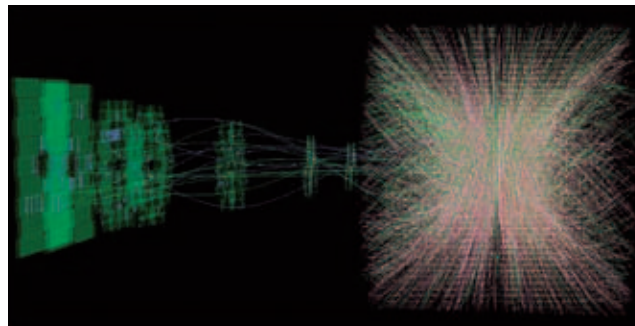
Uvnitř LHC ovšem nastávají i srážky řízené pouhým světlem. V důsledku teorie relativity kolem sebe urychlený iont vytváří silné elektromagnetické pole, které se při energiích dosahovaných na LHC chová jako kvazi-reálné fotony.

V takzvané ultra-periferální (UPC) srážce, kdy je kolmá vzdálenost protiběžných urychlených iontů větší než součet jejich poloměrů, je silná jaderná interakce, zodpovědná za QGP, potlačena kvůli svému krátkému dosahu a nastává zde výhradně interakce světla se světlem nebo světla s druhým jádrem olova.

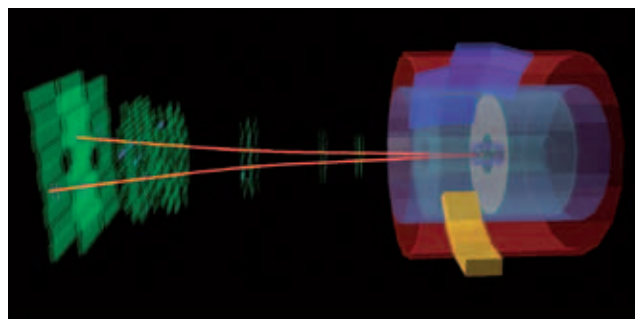
[AUTOR]

Guillermo Contreras je vědeckým pracovníkem Katedry fyziky Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze, kde vede výzkumný tým zkoumající ultra-periferální interakce na experimentu ALICE v CERNu.

Je odborníkem na problematiku kvantové chromodynamiky (QCD). Vystudoval matematiku a fyziku na Instituto Politécnico Nacional a teoretickou fyziku na CINVESTAV Mérida v Mexiku. Doktorát z experimentální fyziky získal na Technické univerzitě v Dortmundu v Německu prací na experimentu H1 v centru DESY Hamburg. V letech 2010–2012 vedl Particle and Fields Division of Mexican Physical Society.



Zobrazení centrální srážky částic v detektoru ALICE (vzniká velké množství částic).



Zobrazení ultra-periferální srážky částic v detektoru ALICE – vzniká velmi malé množství částic (barevně jsou vyznačeny jednotlivé části detektoru).

Významný proces pro výzkum UPC je produkce vektorového mezonu J/ψ . Jde o vázaný stav půvabného kvarku s jeho antikvarkem. Při UPC mezony vznikají interakcí fotonu světla s jádrem olova, kdy foton vytvoří pár virtuálního kvarku a antikvarku podle pravidel kvantové elektrodynamiky. Dvojice kvarků pak interaguje na gluonech jádra podle kvantové chromodynamiky, čímž se z nich stane volná částice. J/ψ se následně rozpadne na dvojici mionů nebo na elektron a pozitron, které zachytí detektor a umožní J/ψ zpětně rekonstruovat.

Četnost produkce J/ψ v UPC do různých úhlů nám přináší důležitou informaci o rozložení gluonů v jádře olova nebo v protonu. Gluony jsou prvky silné jaderné síly, která drží pohromadě protony i atomová jádra a v jejich energii je obsaženo více než 99 % hmoty protonů, neutronů a jader.

Tým výzkumných pracovníků a studentů Katedry fyziky Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze významně přispěl k prvnímu měření produkce J/ψ v UPC srážkách jader olova na LHC a nyní analyzuje data z prvních LHC srážek protonů a jader olova.

Porovnání experimentálních dat s teoretickými předpoklady ukázalo neschopnost některých teorií popsat změřené výsledky. To znamená, že naše znalosti gluonového „pojiva“, které drží atomové jádro pohromadě, mají stále své mezery. Očekáváme, že nová měření vazebných sil uvnitř protonu vnesou nové světlo do našich představ o rozložení gluonů v protonech a jádrech – i našich vlastních základních stavebních kamenech.

—Guillermo Contreras, KF JFI ČVUT v Praze