

Poznávání mikrosvěta /

Fyzikální program detektoru ATLAS

Zajímá vás, jak projekt ATLAS souvisí s experimentálním průkazem Higgsova bosonu? Jaký objem naměřených dat mají experimentátoři k dispozici a co všechno ještě detektor ATLAS zkoumá? Pak neohroženě čtěte dál, částicová fyzika je zajímavá a přitažlivá věda.

Urychlovač LHC otevírá novou éru ve studiu hmoty i základních fyzikálních interakcí na elementární úrovni. Poskytuje experimentům protonové a iontové svazky o rekordní energii a intenzitě, čímž umožňuje testování a vylepšování fyzikálních modelů a hledání fyzikálních procesů za hranicí současného poznání. O jeho výjimečnosti svědčí i nedávný úspěch - fyzikální program detektoru ATLAS započal v roce 2010 a už o dva roky později byl světu ohlášen objev dlouho očekávané částice - Higgsova bosonu.

Fyzikální program experimentu ATLAS navazuje na fyzikální programy předchozích experimentů, např. detektorů D0 a CDF na Tevatronu v laboratoři Fermilab a také na výsledky detektorů urychlovače LEP a zároveň je rozšiřuje. Pro vaši představu - při srážkách protonů vzniká celá škála interakcí částic známá z experimentů uplynulých dekád, nové procesy se projevují výjimečnými jevy, např. vznikem těžkých částic s velmi krátkou dobou života.

V detektoru ATLAS probíhá několik desítek milionů srážek za sekundu a není fyzicky možné ukládat a detailně zpracovat informace o všech pozorovaných událostech. Proto je zásadní mít k dispozici účinný filtr (tzv. trigger), který spolehlivě identifikuje příznaky potenciálně „nové fyziky“. Faktor výběru činí přibližně jeden případ z 200 000. Přesto objem dat vyprodukovaný za dva roky činnosti LHC představuje desítky petabytů fyzikálních dat. Takový objem dat umístěný na DVD nosiče představuje sloupec o výšce asi 10 km.

Zpracování extrémních objemů dat generovaných experimenty vyžaduje zásadně nový přístup k organizaci výpočetních prostředků. Proto byla v CERNu vytvořena a stále se rozvíjí výpočetní síť GRID, která umožňuje spojení velkého množství výpočetních jednotek a distribuci dat mezi zpracovatelskými centry. Dohromady síť tvoří

asi 200 000 výpočetních jader, majících přístup k asi 150 PB úložného prostoru.

Fyzikální program experimentu ATLAS zahrnuje mimo zkoumání vlastností Higgsova bosonu také podrobné studium Standardního modelu (SM), které zahrnuje mimo jiné studium těžkých kvarků a narušení CP symetrie. Jedno z možných rozšíření SM jsou supersymetrické modely, které by mimo jiné mohly pomoci osvětlit částicové složení temné hmoty.

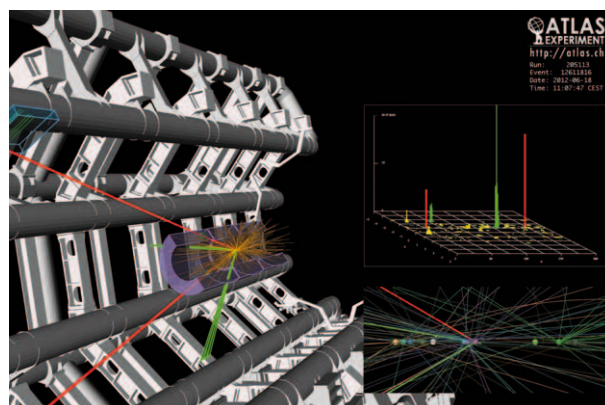
Mechanismus spontánního narušení symetrie byl zásadní krok k teorii sjednocující slabou a elektromagnetickou interakci. Hledání Higgsova pole probíhalo již několik desetiletí také v předchozích experimentech. SM očekává existenci skalárního Higgsova pole, jehož přímým projevem je Higgsův boson, který je možné vytvořit srážkou dostatečně energetických částic. Na rozdíl od řady předchozích případů, například bosonů slabé interakce, případně top kvarku, kdy teorie dala dobrou předpověď hmotností těchto částic, v případě Higgsova bosonu předpověď dávala rozptýl několik stovek GeV.

Detektor ATLAS spolu s dalším detektorem CMS (Compact Muon Solenoid) oznámily v červenci 2012 objev nové skalární částice, která s narůstající statistikou a stále detailnějším studiem

stále více vykazuje vlastnosti Higgsova bosonu. Objev Higgsova bosonu má zásadní význam, protože potvrzuje existenci Higgsova pole, které hraje důležitou roli v nedílné součásti SM, tzv. teorii elektroslabých interakcí. Urychlovač LHC byl v provozu do poloviny února letošního roku a získaná statistika z let 2011 (při těžišťové energii 7 TeV) a 2012 (při 8 TeV) umožnila přesnější měření hmotnosti objevené částice a určení jejích dalších fyzikálních parametrů s využitím uhlových korelací, jako je spin a parita, důležité to vlastnosti pro fyzika. Experimentální program na těžišťové energii 13 TeV bude pokračovat začátkem roku 2015 a čeští vědci se na něm budou podílet stejnou měrou jako doposud.

Autor: Michal Marčíšovský

Rozpad Higgsova bosonu $H \rightarrow \mu^+ \mu^- e^+ e^-$ o hmotě 122.7 GeV, jak je registrován aparaturou ATLAS. Červeně jsou zobrazeny dráhy mionů, zeleně dráhy elektronů a pozitronů. V pravém dolním rohu je zobrazena série protonových srážek, v jejichž identifikaci a správném přiřazení drah vzniklých částic má nezastupitelnou roli pixelový detektor [vizualizace: CERN].



Higgsův boson

je pojmenovaný po fyziku Peterovi Higgsovi, který v roce 1964 navrhl mechanismus spontánního narušení symetrie, což je jeden z procesů, kterým je možné v teorii vygenerovat hmotnost vektorových bosonů slabé interakce W a Z bez explicitního narušení symetrie dané teorie. Toto je možné přetvořením komplexního Higgsova dubletu do tzv. longitudinální komponenty polarizace (foton je sice taky vektorová částice, ale je nehmotná a tudíž si může vybrat jenom mezi dvěma transversálními polarizacemi a žádnou longitudinální). Ostatní elementární částice (leptony a kvarky) získávají hmotnost prostřednictvím tzv. Yukawovy interakce.