

Neutrinový experiment JUNO zahájil sběr dat

19.9.2025 - | Matematicko-fyzikální fakulta UK

Počáteční zkušební spuštění a sběr dat ukazují, že klíčové indikátory kvality splňují nebo překračují očekávání, což umožní vyřešit jednu z hlavních otevřených otázek částicové fyziky této dekády - pořadí neutrinových hmotností, tj. zda je třetí neutrinový hmotnostní stav (ν_3) nejtěžší nebo nejlehčí. JUNO také poskytne o řád lepší přesnost několika parametrů neutrinových oscilací a umožní výzkum neutrin ze Slunce a z výbuchů supernov, a také neutrin produkovaných kosmickým zářením v atmosféře a v radioaktivních rozpadech v nitru Země. To rovněž otevře nové okno pro pátrání po neznámé fyzice, včetně hledání sterilních neutrin a rozpadu protonu.

JUNO sdružuje přes 700 výzkumníků z 74 institucí 17 zemí a regionů, především z Číny a Evropy. Skupina vědců a studentů Matematicko-fyzikální fakulty UK je aktivním členem kolaborace JUNO od jejího založení v roce 2013. Vedoucím týmu MFF UK je Ing. Vít Vorobel, Ph.D., z Ústavu částicové a jaderné fyziky.

Vedoucí roli v experimentu hraje Ústav vysokých energií Čínské akademie věd. Prof. Yifang Wang z tohoto ústavu vysvětluje: *„Dokončení plnění detektoru JUNO a odstartování sběru dat je historickým milníkem. Poprvé máme v provozu tak velký a tak přesný detektor zaměřený na neutrina. JUNO nám umožní odpovědět na fundamentální otázky o vlastnostech hmoty a vesmíru.“*

Detektor JUNO se nachází 700 metrů pod zemí nedaleko města Jiangmen v provincii Guangdong v jižní Číně. Zařízení detekuje antineutrina produkovaná jadernými elektrárnami Taishan a Yangjiang ve vzdálenosti 53 km a měří jejich energetické spektrum s rekordní přesností. Na rozdíl od jiných přístupů, určování pořadí neutrinových hmotností v experimentu JUNO není závislé na efektu průchodu neutrina hmotou Země.

Podzemní práce začaly v roce 2015, o šest let později, v prosinci roku 2021 započala instalace detektoru. Zařízení bylo dokončeno v prosinci roku 2024. Následovalo plnění detektoru ve dvou fázích. Nejprve tým, během 45 dní, plnil 60 000 tun ultra čisté vody za udržování rozdílu hladin mezi vnitřkem a vnějškem akrylové sféry na úrovni centimetrů - při udržování nepřesnosti přítoku méně než 0.5 % kvůli zajištění integrity detektoru. V druhé fázi, během následujících šesti měsíců, bylo 20 000 tun kapalného scintilátoru plněno do akrylové sféry o průměru 35.4 m, přičemž scintilátor vytěšňoval dříve napuštěnou vodu. V průběhu procesu musely být dodržovány přísné požadavky na ultra vysokou čistotu, optickou průhlednost a extrémně nízkou radioaktivitu. Současně probíhalo odladování detektoru, jeho uvádění do provozu a optimalizace, což umožnilo hladký přechod do plného spuštění sběru dat po ukončení plnění.

Srdcem experimentu je centrální detektor s kapalným scintilátorem, který se nachází ve středu válcového vodního bazénu. Nerezová konstrukce o průměru 41.1 metrů nese akrylovou sféru naplněnou scintilátorem o průměru 35.4 metrů, 20 000 fotonásobičů 20", 25 600 fotonásobičů 3", elektroniku, kabeláž, cívky kompenzující magnetické pole a optické panely. Fotonásobiče pracují nezávisle a zachycují světlo scintilací z interakcí a konvertují je na elektrické signály.

Zařízení JUNO je navrženo na 30 let vědeckého provozu s možností jeho *upgrade*, po kterém by se stalo vůdčím experimentem zkoumajícím dvojný beta rozpad. Takový upgrade by zjišťoval absolutní hodnoty hmotnosti neutrin a zkoumal by, zda jsou neutrina majoranovskými částicemi. Tím míří na fundamentální otázky spojující částicové fyziky, astrofyziky a kosmology, které formují naše porozumění vesmíru.

<https://www.mff.cuni.cz/cs/verejnost/aktuality/neutrinovy-experiment-juno-zahajil-sber-dat>