

TISKOVÁ ZPRÁVA

Praha 14. února 2022

Akademie věd ČR
Národní 1009/3, 110 00 Praha 1
www.avcr.cz

EXPERIMENT KATRIN REKORDNĚ SNÍŽIL HORNÍ HRANICI HMOTNOSTI NEUTRINA

Mezinárodní výzkumný tým s českou účastí oznámil v předním vědeckém časopisu *Nature Physics*, že jeho nová měření omezila horní hranici hmotnosti neutrina, nejlehčí částice hmoty, na hodnotu 0,8 elektronvltu (eV, $1 \text{ eV} = 1,8 \times 10^{-36} \text{ kg}$). Neutrino patří k nejrozšířenějším hmotným částicím ve vesmíru. Jsou významným pozůstatkem velkého třesku, vznikají v obrovském množství v jádrech některých hvězd a doprovázejí rozpad mnoha radionuklidů, např. tritia – nejtěžšího izotopu vodíku.

Neutrino hrají významnou roli při uspořádání velkých galaktických struktur. V kvantové oblasti mikrosvěta zůstává záhadou, proč je hmotnost neutrin tak nepatrná, a odpověď na tuto otázku by mohla vést k rozšíření fyziky nad rámec současných teorií. Již delší dobu totiž víme – vyplývá to z nezávislých experimentů oceněných v roce 2015 Nobelovou cenou za fyziku – že je jeho hmotnost nenulová. Příkladnějším v jednom ze tří stavů, v nichž se neutrino vyskytují, činí alespoň 0,05 eV.

Určení klidové hmotnosti neutrin je proto důležitým cílem jak v částicové fyzice, tak i astrofyzice a kosmologii. Přímého, tedy modelově nezávislého stanovení hmotnosti neutrina se v rámci experimentu KATRIN ujala skupina 150 vědců, techniků a studentů ze šesti zemí. Vědci z Ústavu jaderné fyziky AV ČR patří mezi spoluzakladatele a aktivní účastníky tohoto projektu, unikátního ve světovém měřítku.

Mezinárodní spolupráce přinesla lepší výsledky

V německém Technologickém institutu Karlsruhe (Karlsruhe Institute of Technology, KIT) mezinárodní tým po mnohaletém úsilí vybudoval sedmdesát metrů dlouhou aparaturu, jejíž hlavní části tvoří intenzivní zdroj plynného tritia a mohutný elektronový spektrometr.

Série kontrolních měření prokázala, že aparatura umožňuje zkoumat energetická spektra elektronů z rozpadu tritia dosud nejdokonalejším způsobem. Vědecká měření byla zahájena v roce 2018.

„Vynaložili jsme společně v poslední době značné úsilí na výrazné zlepšení prvních výsledků z roku 2019,“ říká Guido Drexlin, mluvčí KATRIN z KIT.

Kontakt pro média:

Markéta Růžičková
Divize vnějších vztahů AV ČR
press@avcr.cz
+420 777 970 812

Miroslav Dočkal
Ústav jaderné fyziky AV ČR
dockal@ujf.cas.cz
+420 608 573 798

Výsledek druhé série měření je jednoznačný. Tým KATRIN porovnal změřené spektrum s teoretickou předpovědí pro různé hodnoty m a získal nový, opět světově nejlepší výsledek $m < 0,9$ eV. Kombinací dat z obou sérií měření pak určil s 90% statistickou věrohodností horní hranici $m < 0,8$ eV.

Po mnohaletém úsilí experimentálních fyziků tak byla poprvé významně překonána symbolická hodnota 1 eV pro horní hranici hmotnosti neutrina. Toto zpřesnění umožňuje vědcům vytvářet spolehlivější modely procesů probíhajících jak v současném vesmíru, tak na jeho počátku krátce po velkém třesku. Tím mohou vyloučit ty, které vůči zpřesněné hodnotě již neobstojí.

„Vzhledem k tomu, že systematické efekty jsou dostatečně malé, budeme v měření dalších sérií plynule pokračovat až do roku 2024,“ dodává Christian Weinheimer, mluvčí KATRIN z Univerzity v Münsteru.

Bezprecedentní citlivost měření

Druhou sérií měření vědci uskutečnili za lepších podmínek: intenzitu kryogenního tritiového zdroje se jim podařilo zvýšit na čtyřnásobek předchozí hodnoty, čímž splnili jednu z technických výzev projektu KATRIN. Signál rušivého pozadí poklesl o 25 %.

„Z 60 miliard elektronů, které tritiový zdroj emitoval v každé sekundě 750hodinového měření, byly vybrány čtyři miliony elektronů, které umožnily zkoumat hmotnost neutrina s bezprecedentní citlivostí,“ popisuje Magnus Schlösser z KIT, jeden z koordinátorů analyzačního úsilí.

Spolehlivost výsledku byla posílena tím, že vybrané elektrony analyzovaly tři nezávislé skupiny, které porovnávaly své dílčí výsledky a teoretické předpovědi na úrovni desetin procenta.

„Je to právě hmotnost neutrina, co určuje přesný tvar koncové části zkoumaného elektronového spektra,“ zdůrazňuje Susanne Mertens z Technické univerzity v Mnichově, která rovněž koordinovala analýzu spekter.

„Díky zkušenostem v jaderné spektroskopii, jaderné chemii a technologii urychlovačů se nám podařilo vyvinout zdroje monoenergetických elektronů pro kalibrace, které splňují všechny i ty nejnáročnější požadavky experimentu KATRIN,“ říká Drahoslav Vénos z Ústavu jaderné fyziky AV ČR.

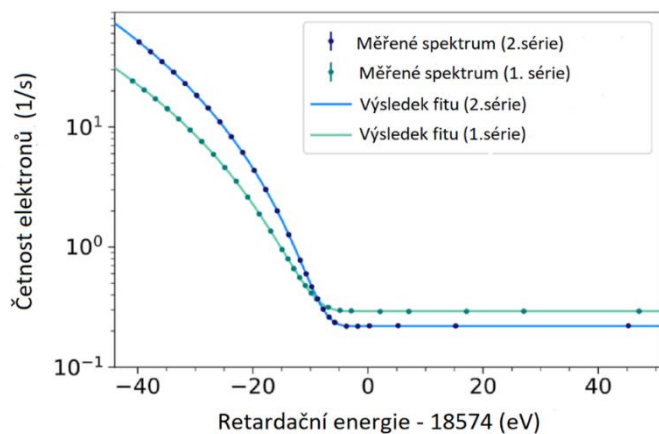
Současně s měřením hmotnosti neutrina odborníci z týmu experimentu KATRIN nedávno publikovali pozoruhodné výsledky, jež ještě více omezují oblast možné existence nových typů lehkého neutrina. Je tedy oprávněná naděje, že se pomocí obřího spektrometru podaří do konce tohoto desetiletí prozkoumat řadu klíčových vlastností této pozoruhodné částice.

Odkaz na publikaci:

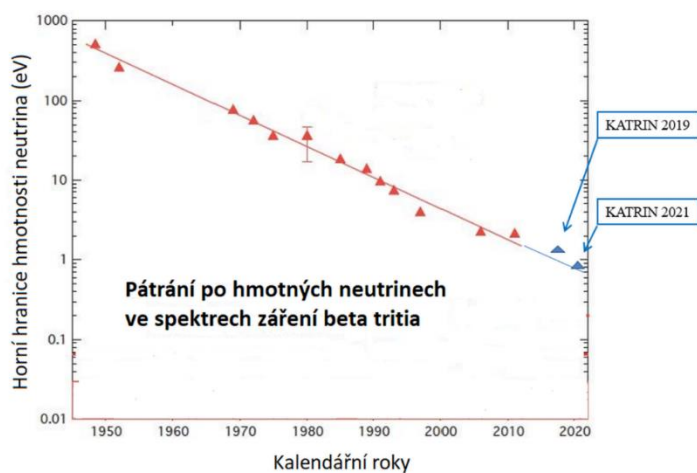
A. Aker et al. (KATRIN collaboration), *Direct neutrino-mass measurement with sub-eV sensitivity*, Nature Physics, 14 February 2022, <https://doi.org/10.1038/s41567-021-01463-1>

Více informací: **Mgr. Drahoslav Vénos, CSc.**
Ústav jaderné fyziky AV ČR
venos@ujf.cas.cz
+ 420 721 599 130

Fotogalerie:



Graf ukazuje, že v datech nelze najít žádný náznak hmotnosti neutrína m .



Na grafu je vidět, jak byla po mnohaletém úsilí experimentálních fyziků poprvé překonána symbolická hranice 1 eV.

Volně přístupné fotografie technologií, osobností a budov AV ČR najdete také na adrese fotobanka.avcr.cz.
(Licence Creative commons CC BY-SA 3.0 CZ)