

Kivonat

Az Európai Nukleáris Kutatási Szervezet (CERN) Nagy Hadronütköztetőjénél működő Kompakt Műon Szolenoid (CMS) kísérlet nagyenergiájú ólomionok ütköztetésével vizsgálja a mikrovilág titkait. Az ultraperiferikus Pb-Pb ütközésekben a kölcsönható ionok közötti nagy térbeli távolság miatt hadronikus folyamatok nem játszódnak le, így lehetőség nyílik igen ritka jelenségekre, köztük a fény-fény szórás tanulmányozására is.

Az egymás mellett elhaladó pozitív atommagok taszítják egymást, azaz fotonokat bocsátanak ki és nyelnek el. Ezen fotonok kölcsönhatásakor a jól ismert elektromágneses folyamatokon kívül új egzotikus kölcsönhatások is lejátszódhatnak, illetve új, még ki nem mutatott részecskék, például a sötét anyag problémáját potenciálisan megoldó axionok is keletkezhetnek. Dolgozatomban az axionok, ezen alacsony tömegű, gyengén kölcsönható (egyelőre hipotetikus) részecskék, illetve a hozzájuk hasonló tulajdonságú, de nagyobb tömegű egzotikus részecskék keletkezésének kimutatása motiválta.

Az ultraperiferikus ütközésekben a fotonok hatására gerjesztett állapotba kerülő magok egy vagy több neutron kibocsátásával kedvezőbb energetikai állapotba juthatnak. Ezeket a tipikusan a nyaláb irányához képest kis szögben kirepülő neutronokat a CMS Nulla Szögű Kaloriméter (ZDC) aldetektorai érzékelik, melyek a kölcsönhatási ponttól 140 méterre, a nyaláb ütközéskori iránya által meghatározott egyenes mentén helyezkednek el mindkét oldalon.

A CMS detektor által 2018-ban rögzített adatok és Monte Carlo szimulációk segítségével megvizsgáltam, hogyan lehet a neutronkibocsátás jelenségét felhasználni az axionkeresés várt jel-háttér arányának javítására. Ezen tanulmányok során a neutronkibocsátás jelenségének kísérleti ellenőrzését is elvégeztem, melynek jelentősége túlmutat a kiindulási problémán, és önálló magfizikai eredmény.