

Dlaczego Wszech wiata zawiera olbrzymie ilo ci materii, a antymateria jest prawie nieobecna?

Aby odpowiedzie na to fundamentalne pytanie, które wprawia w zakłopotanie kosmologów od pół wieku, musimy zajrze poza nasz Model Standardowy (SM) fizyki cz stek. Niektóre z najbardziej czułych sond tej "nowej" fizyki pochodz z eksperymentów nieakceleratorowych. Jednym z nich jest poszukiwanie elektrycznego momentu dipolowego (EDM) neutronu. EDMy łami symetrie parzysto ci i odwrócenia w czasie i przez to dostarczaj najostrzejszych ogranicze dla modeli spoza SM, które próbuj pogodzi słabe łamanie symetrii CP, obserwowane w rozpadach mezonów K i B, z du asymetri barionow Wszech wiata. Obecna górna granica warto ci EDM neutronu równa 2.9×10^{-26} e.cm, wyznaczona przez współprac RAL-Sussex-ILL w roku 2006, spowodowała konieczno nienaturalnej regulacji parametrów w modelach MSSM - generuj c tzw. "SUSY CP problem".

W pomiarze zastosowano technik NMR w celu wyznaczenia cz sto ci precesji Larmora neutronów pułapkowanych w komorze pró niowej, w równoległych i anty-równoległych polach magnetycznym i elektrycznym. Układ taki jest rodzajem zegara atomowego, z tym, e zamiast atomów, u ywa si w nim neutronów. Zmiana cz sto ci precesji, po wł czeniu pola elektrycznego, jest znakiem EDM. Poziom precyzji takiego zegara jest zadziwiaj cy: mo e on wykry rozszczepienie poziomów energetycznych rz du 10^{-21} eV, a równocze nie jest czuły na zjawiska fizyczne wyst puj ce przy energiach znacznie wi kszych ni osi gane przez LHC.

Zadziwiaj ce fakty dotycz ce eksperymentu mierz cego EDM neutronu

- W literaturze pojawiaj si opinie, e ten eksperyment prawdopodobnie sfalsyfikował wi cej teorii ni jakikolwiek inny w całej historii fizyki.
- Asymetria struktury neutronu, któr potrafimy wykry , jest tak mała, e gdyby neutron powi kszy do rozmiarów Ziemi, to ta asymetria byłaby mniejsza ni jedna dziesi ta grubo ci ludzkiego włosa.
- ...Lub alternatywnie, gdyby ta asymetria uzyskala rozmiary piłki futbolowej, to neutron musiłby by powi kszone do rozmiarów widzialnego Wszech wiata.
- "Zegar" neutronowy tyka z cz sto ci 30 Hz lub 1800 obrotów na minut , jak typowy silnik samochodu osobowego. Cz stotliwo mo emy mierzy tak dokładnie, e byliby my w stanie zauwa y jeden dodatkowy obrót osi silnika, pracuj cego przez cały rok.
- Mo emy wykry zmiany energi rz du 10^{-21} eV (lub 10^{-42} J). To tyle, co jedna na milion milionów milionów milionów milionów cz energii potrzebnej do zagotowania fili anki herbaty.
- Rozwój precyzji pomiaru cz sto ci, niezbdnej do pierwszego pomiaru EDM neutronu w roku 1950, doprowadził ostatecznie do powstania zegarów atomowych, technik NMR, MRI, GPS ...

Eksperyment nEDM w Instytucie Paula Scherrera

Mi dzynarodowa współpraca, skupiaj ca około 50 fizyków reprezentuj cych 14 instytucji z Belgii, Francji, Niemiec, Polski, Stanów Zjednoczonych Ameryki, Szwajcarii i Wielkiej Brytanii, kontynuuje poszukiwania EDM neutronu w Instytucie Paula Scherrera w Villigen, w Szwajcarii. Ostatecznym celem jest poprawa obecnej dokładno ci pomiaru o czynnik 50 i by mo e wykrycie jego niezerowej warto ci, sygnalizuj cej istnienie zjawisk nieuj tych w Modelu Standardowym.