

J-PET

Proponowane są prace studenckie na różnym poziomie zaawansowania, związane z podstawami mechaniki kwantowej i symetriami dyskretnymi, badanymi przy pomocy rozpadów pozytronium – stanu związanego elektronu i pozytonu. Dane doświadczalne pochodzą ze spektrometru J-PET, skonstruowanego na Uniwersytecie Jagiellońskim, będącego hodoskopem z wąskich detektorów plastikowych.

1. Selekcja rozpadów 3-fotonowych orto-pozytronium w tomografii J-PET

Praca na pracownię przedmagisterską lub mgr (dr Wojciech Krzemień, prof. Wojciech Wiślicki)

Orto-pozytronium (o-Ps) jest stanem pozytronium o spinie 1 i rozpada się elektromagnetycznie na nieparzystą liczbę fotonów. Celem pracy jest znalezienie takich zmiennych geometrycznych i kinematycznych, które pozwolą z dobrą dokładnością wydzielić próbę rozpadów o-Ps $\rightarrow 3\gamma$ spośród innych rozpadów i spośród procesów tła. W pracy wykorzystane będą dane z symulacji Monte Carlo i dane rzeczywiste.

2. Generator Monte Carlo rozpadów para-pozytronium i orto-pozytronium ze splątaniem kwantowym fotonów

Praca na pracownię przedmagisterską lub mgr (dr Wojciech Krzemień, prof. Wojciech Wiślicki)

Celem pracy jest napisanie programu do generacji losowej przypadków rozpadów para- i orto-pozytronium na, odpowiednio, dwa i trzy fotony gamma. Generator powinien być zgodny z regułami mechaniki i elektrodynamiki kwantowej, tzn.: rozkłady kinematyczne fotonów są zadane przez wzory elektrodynamiki, natomiast korelacje kwantowo-mechaniczne fotonów w stanie końcowym mają naturę kwantową i zależą od parzystości J^P stanu pozytronium.

3. Symulacja rozpraszania Comptona z uwzględnieniem polaryzacji fotonu oraz procesów tła w tomografii J-PET

Praca na pracownię przedmagisterską lub mgr (dr Wojciech Krzemień, prof. Wojciech Wiślicki)

Celem jest symulacja rozpraszania Comptona spolaryzowanego fotonu γ , pochodzącego z rozpadu pozytronium, na elektronie w scyntylatorze plastikowym. Należy wykorzystać wzór w najniższym rzędzie elektrodynamiki kwantowej, czyli wzór Kleina-Nishiny. Symulacja powinna pozwolić na ocenę sygnałów w sąsiadującym module detektora, pochodzących od rozproszonego fotonu.

4. Wyznaczenie doświadczalne obserwabli fizycznych czułych na możliwe naruszenie symetrii P, CP, CPT i T w rozpadach pozytronium

Praca mgr lub dr (dr Wojciech Krzemień, prof. Wojciech Wiślicki)

Symetrie dyskretne C, P, T oraz ich kombinacje mogą być sprawdzone w rozpadach pozytronium przy pomocy specjalnie skonstruowanych wielkości, będących kombinacjami pędów fotonów i spinu ortopozytronium. Umożliwia to sprawdzenie, czy symetrie te są zachowane w rozpadach orto-pozytronium na trzy fotony gamma. Ponieważ są to rozpad elektromagnetyczne, więc oczekuje się, że z dużą dokładnością symetrie te obowiązują. Dlatego istotna jest rzetelna ocena

możliwych do osiągnięcia dokładności statystycznych i systematycznych. Praca wykorzystuje zarówno dane doświadczalne z J-PET, jak i dane symulowane metodą Monte Carlo.