

Materia składa się z atomów. Atom składa się z jądra wokół którego poruszają się elektrony. Jądro składa się z protonów i neutronów. Ale to jeszcze nie koniec: proton i neutron są wykonane z trzech jeszcze mniejszych obiektów, zwanych kwarkami. Kwarki i elektrony są cząstkami elementarnymi; według naszej najlepszej wiedzy nie są one bardziej podzielne.

Fizycy starają się odpowiedzieć na następujące pytania dotyczące kwarków: jak one oddziałują na siebie? Jaka jest ich masa? Kwarki, podobnie jak klocki Lego, mogą się łączyć ze sobą na różne sposoby. Które kombinacje są zatem możliwe, a które nie?

Odpowiedzi na niektóre z tych pytań już znamy, ale nie na wszystkie. Kwarki oddziałują ze sobą poprzez wymianę cząstek zwanych gluonami (ang. glue=klej). Jak sama nazwa mówi, ta interakcja jest bardzo silna, tak silna, że nie można zobaczyć ośobnionego kwarka (właściwość o nazwie uwięzienie). Wiemy, że kwark i antykwark mogą się łączyć, tworząc związaną formę: wiele cząstek tego typu, zwanym mezonami, zostało zaobserwowanych. Kwarki mogą łączyć się także po 3, tworząc bariony (takim barionem jest np. proton).

Dalej wyjaśniając, kwark jest obiektem posiadającym "kolor": czerwony, zielony lub niebieski. Nie są to kolory w pełnym tego słowa znaczeniu, ale odzwierciedlają one zaakwansowaną matematyczną analogię, stanowiącą źródło nazwy teorii opisującej kwarki i gluony: chromodynamiki kwantowej (QCD). W przeciwieństwie do kwarków, mezony i bajrony są "białe", tzn. ładunki kolorowe kwarków wchodzących w ich skład wzajemnie się neutralizują: w mezonach kwarki z kolorem i antykwarki z antykolorem, a w bajronach równe zestawienie czerwonych, zielonych i niebieskich kwarków. To jest podstawową właściwością wszystkich istniejących obiektów zbudowanych z kwarków: są one kolorowo neutralne (białe).

Są jeszcze i inne możliwości: czy można budować cząstki złożone z dwóch kwarków i dwóch antykwarków? Jest to tak zwany układ czterech kwarków, który musi być kolorowo neutralny. Bardzo niedawno eksperyment (LHC w CERN-b-III i BES w 2014 roku) potwierdził, że obiekty te istnieją w przyrodzie. Część tego projektu skupia się na istnieniu układu czterech kwarków i na sposobach ich rozpadu na mniejsze i konwencjonalne obiekty kwark-antykwark. Należy zwrócić uwagę, że mamy tu do czynienia z bardzo krótkimi czasami rozpadu, rzędu 10^{-22} sekund! W tak krótkim czasie nieoznaczoność mechaniki kwantowej odgrywa ważną rolę i dlatego powinna być szczegółowo przeanalizowana, co będzie uczynione w ramach aplikowanego projektu.

Ale to nie wszystko: gluony oddziałują ze sobą. Jest to bardzo szczególna własność gluonów. Czy gluony mogą zatem tworzyć białe stany związane? Symulacje komputerowe potwierdzają, że tak. Te stany związane nazywane są glueballami, czyli kulami kleju. Stanowią one kolejną możliwość wykraczającą poza standardowe układy kwark-antykwark. Jak na razie eksperymenty nie potwierdziły istnienia kul gluonowych, poszukiwania jednak trwają. Glueballe także istnieją bardzo krótko (10^{-22} sekundy). Dlatego aby potwierdzić ich istnienie, trzeba opisać ich rozpad.

W ramach proponowanego projektu opiszemy różne możliwe rozpady gluonów, aby pomóc w ich eksperymentalnym odkryciu.

Podsumowując, badania teoretyczne nowych możliwości tworzenia powiązań przez kwarki i gluony pomogą w zrozumieniu jak zachowują się cząstki elementarne tworzące świat wokół nas.