

Od pewnego czasu w świecie nauki panuje powszechne przekonanie, że **znacząca część materii istniejącej we Wszechświecie nie oddziałuje elektromagnetycznie** i przez to wymyka się poszukiwaniom doświadczalnym. Jeśli jednak tak rzeczywiście jest, *skąd pomysł, że taka ciemna materia w ogóle istnieje?*

Idea istnienia ciemnej materii ma swoją genezę jeszcze w latach 30. XX wieku, kiedy po raz pierwszy zauważono pewne anomalie ruchu ciał niebieskich. Okazało się bowiem, że niektóre gwiazdy poruszają się tak jakby te galaktyki wypełniała „niewidzialną” materią. Z czasem również inne obserwacje, w tym ugięcie światła przez pozornie pustą przestrzeń czy brak możliwości powstania gwiazd czy galaktyk, sprawiły, że **hipoteza istnienia ciemnej materii stała się ogólnie przyjętą**. Co więcej, współczesne obserwacje astronomiczne zdają się twierdzić, że tej **ciemnej materii jest cztery razy więcej niż „zwykłej” materii oddziałującej elektromagnetycznie**. Niestety **do dziś nie udało nam się jej bezpośrednio wykryć**.

Przez lata głównym kandydatem na ciemną materię były tzw. **masywne cząstki podlegające oddziaływaniu słabemu tzw. WIMPy**. Kilka dekad ich poszukiwań nie przyniosło jednak żadnego sukcesu i dziś już wiemy, że nawet jeżeli WIMPy istnieją to mechanizm ich powstawania i oddziaływania ze zwykłą materią jest bardziej skomplikowany niż wcześniej sądzono. Negatywny wynik poszukiwań WIMPów miał jednak ważną konsekwencję, otworzył bowiem pole do nowych poszukiwań. Wśród potencjalnych kandydatów pojawiły się **masywne obiekty astronomiczne** (czarne dziury czy gwiazdy neutronowe), ale także **ultralekkie cząstki** o masach miliardy razy mniejszych od masy najlżejszej znanej cząstki jaką jest neutrino. Na przestrzeni ostatniej dekady, ta ostatnia koncepcja zyskuje coraz większe zainteresowanie.

Ultralekkie cząstki różnią się jednak w sposób zasadniczy od innych kandydatów na budulec ciemnej materii. **Nie zachowują się one bowiem jak pojedyncze obiekty mikroskopowe, a raczej jak spójne fale**, w czym przypominają fotony z ich falową naturą. Zatem aby móc je wykryć trzeba znacząco zmodyfikować dotychczasowe strategie poszukiwań ciemnej materii.

W ramach niniejszego projektu, do wykrycia ultralekkiej ciemnej materii, **proponujemy wykorzystać czujniki kwantowe**. Układy takie, korzystając z praw mechaniki kwantowej, pozwalają na bardzo precyzyjne pomiary różnych wielkości fizycznych. Ich szczególnym przykładem są **magnetometry atomowe, najdokładniejsze znane obecnie czujniki pola magnetycznego**. Ze względu na zasadę swojego działania, magnetometry atomowe mogą być wykorzystane również do **pomiaru tzw. sprzężeń spinowych**, tj. oddziaływań, które wpływają na atomy w sposób analogiczny do pola magnetycznego, choć tym polem nie są. W naszym projekcie będziemy rozważać scenariusz, w którym **oddziaływanie z ultralekką ciemną materią prowadzi do pojawienia się właśnie takich oddziaływań**. Aby jednak takie pomiary były wiarygodne **planujemy zastąpić pojedynczy sensor, siecią sensorów rozmieszczonych w dużych odległościach na kuli ziemskiej**. Sensory te, dokonując zsynchronizowanych pomiarów, pozwolą na ograniczenie szumu przypadkowego, zwiększenie ufności do uzyskanych wyników oraz triangulację, która da odpowiedź dotyczącą kierunku, z którego rozchodziło się zaburzenie. W naszych badaniach będziemy **analizować możliwość, że źródłem tego zaburzenia są m.in. planety zbudowane z ciemnej materii czy strumienie cząstek powstałe w kataklizmach astronomicznych** (np. zderzeniach czarnych dziur czy gwiazd neutronowych).

Aby zwiększyć możliwości badawcze naszego układu, będziemy chcieli **opracować nową klasę sensora**, który cechować się będzie zmniejszoną czułością na pola magnetyczne, przez co jego możliwości pomiaru niemagnetycznych sprzężeń spinowych znacząco wzrosną. **Wykorzystamy** do tego celu **szereg osiągnięć współczesnej fizyki atomowej i optyki kwantowej**. Nasze możliwości badawcze zwiększymy również przez **zastosowanie szeregu algorytmów analizy danych nieużywanych do poszukiwań ciemnej materii**. Ma to pozwolić na **analizę parametrów modeli teoretycznych, które nie były do tej pory w ogóle badane**, jak również **przeanalizować badane wcześniej modele z dużo większą precyzją**.

Choć celem niniejszego projektu jest poszukiwanie ultralekkiej ciemnej materii, której **odkrycie byłoby osiągnięciem o ogromnym znaczeniu dla współczesnej nauki**, to nawet **brak rejestracji sygnałów** pochodzących od tej materii pozwoli na weryfikację szeregu modeli teoretycznych, co **w znaczący sposób przyczyni się do rozwoju badań nad ciemną materią**.