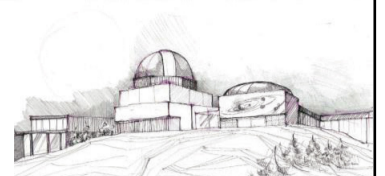




# PATRZĄC W NIEBO



Rozmaitości ASTRONOMICZNE

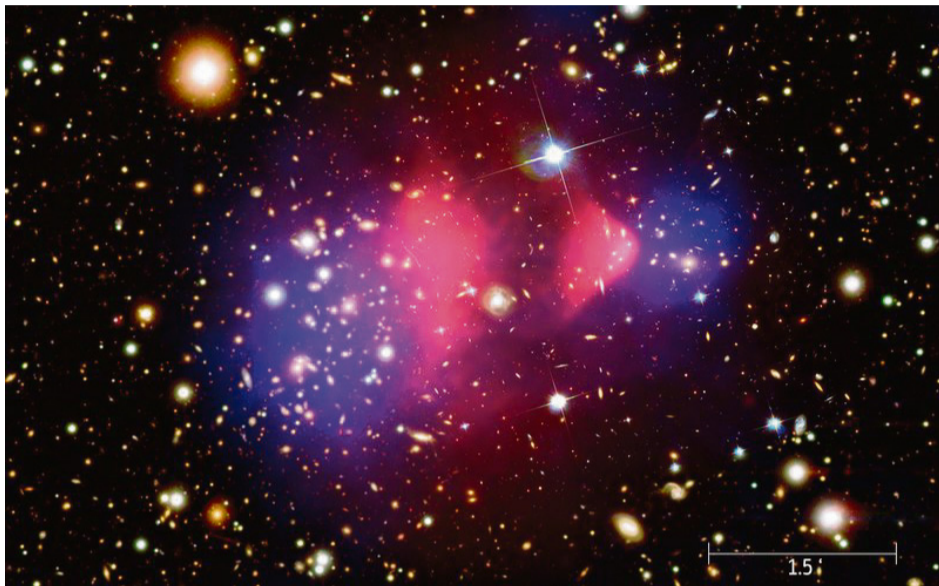
Wiadomości ze świata nauki i techniki

Doniesienia z CERN ESA NASA

[www.facebook.com/cwintpoland](http://www.facebook.com/cwintpoland)

Nr (197) 36/2019

## NOWY, CIĘŻKI KANDYDAT NA CIEMNĄ MATERIE



» Zderzające się gromady galaktyk. Źródło: NASA/CXC/M. Weiss

**Badacze nie tylko postulują istnienie całkiem nowej, ciężkiej cząstki, ale i proponują metodę udowodnienia jej istnienia.**

Prawie jedna czwarta Wszechświata jest niewidoczna. Według współczesnej kosmologii aż 25,8% kosmosu składa się z ciemnej materii, której obecność jest sygnalizowana zasadniczo tylko przez przyciąganie grawitacyjne. Czym jest jednak ta substancja wciąż pozostaje tajemnicą. Hermann Nicolai z Instytutu Maxa Plancka w Poczdamie i Krzysztof Meissner z Uniwersytetu Warszawskiego zaproponowali teraz nowego kandydata na ciemną materię - superciężkie grawitina. Istnienie tej cząstki wynika z hipotezy mającej na celu wyjaśnienie, w jaki sposób obserwowane widmo kwarków i leptonów w standardowym modelu fizyki cząstek może wynikać z pewnej fundamentalnej teorii wszystkiego. Ale to nie wszystko - naukowcy opisują możliwą metodę wykrywania tej wciąż hipotetycznej cząsteczki.

Standardowy model fizyki cząstek opisuje najmniejsze składniki budujące materię oraz i siły, które je łączą. Stwierdzono już wcześniej na przykład, że istnieje sześć różnych kwarków i sześć leptonów, które są pogrupowane w trzy „rodziny”. Jednak materia wokół nas i my sami ostatecznie składamy się tylko z trzech cząstek z pierwszej rodziny: kwarków górnego i dolnego oraz elektronu, który jest członkiem rodziny leptonów. Aż do teraz ten standardowy model pozostawał niezmienny. Wielki Zderzacz Hadronów (LHC) z CERN został oddany do użytku około dziesięć lat temu, a jego głównym celem było zbadanie, czy może istnieć coś jeszcze więcej niż te najmniejsze cząstki. Jednak po dziesięciu latach zbierania danych naukowcy nie wykryli żadnych nowych cząstek elementarnych oprócz (poszukiwanego zresztą usilnie) bozonu Higgsa - i to pomimo nieco innych przeciwnych oczekiwań. Innymi słowy, do tej pory pomiary wykonywane z pomocą LHC nie dostarczyły nam żadnych wskazówek na temat żadnej nowej fizyki, jaka mogłaby istnieć poza modelem standardowym. Wynik ten stoi jednak po części w sprzeczności z wieloma proponowanymi rozszerzeniami tego modelu, które sugerują dużą liczbę nowych cząstek.

We wcześniejszym artykule opublikowanym w Physical Review Letters Hermann Nicolai i Krzysztof Meissner przedstawili nową hipotezę, która ma na celu wyjaśnienie, dlaczego tylko znane nam już cząstki elementarne występują jako podstawowe budulce materii w naturze - i czemu, w przeciwieństwie do tego, co wcześniej sądzono, nie należy oczekiwać odkryć nowych cząstek w zakresie energii dostępnych dla obecnych lub przyszłych tego typu eksperymentów. Ponadto badacze postulują istnienie tak zwanych supermasywnych grawitin, które mogą być dość niezwykłymi kandydatami na ciemną materię. W swej drugiej publikacji, która niedawno ukazała się w czasopiśmie Physical Review D, przedstawiają także propozycję metody wykrywania tych cząstek.

W swojej pracy Nicolai i Meissner wykorzystują stary pomysł laureata Nagrody Nobla Murraya Gell-Manna, oparty na teorii Supergrawitacji N=8. Jednym z kluczowych elementów ich propozycji jest nowy typ nieskończonej wymiarowej symetrii, która może wyjaśniać obserwowane widmo znanych kwarków i leptonów w trzech rodzinach. - *Nasza hipoteza faktycznie nie wymaga żadnych dodatkowych cząstek zwykłej materii, które należałoby następnie opisać, ponieważ nie pojawiają się one w eksperymentach z akceleratorami* - podsumowuje Hermann Nicolai. Natomiast może ona w zasadzie dokładnie wyjaśnić to, co widzimy, a w szczególności replikację kwarków i leptonów w trzech rodzinach.

Jednak już wszystkich procesów zachodzących w kosmosie nie można całkowicie wyjaśnić zwykłą materią, jaką znamy. Jednym z oznak tego są galaktyki: obracają się z dużą prędkością, a cała zwykła, czyli widzialna materia - która stanowi jedynie około 5% materii we Wszechświecie - nie wystarczyłaby, aby je utrzymać razem takimi, jak je obserwujemy. Jak dotąd nikt nie wie, z czego składa się niewidzialna reszta. Natura ciemnej materii jest jednym z najważniejszych pytań bez odpowiedzi w kosmologii.

Powszechnie oczekiwano, że ciemna materia składa się z cząstek elementarnych, których nie wykryto dotąd dlatego, że oddziałują one na zwykłą materię prawie wyłącznie poprzez siłę grawitacji. Nowo opracowany model wprowadza natomiast nowego kandydata na tego

rodzaju cząstkę ciemnej materii, aczkolwiek o zupełnie innych właściwościach od wszystkich omawianych dotąd kandydatów takich jak aksjony czy WIMP-y. Te ostatnie bardzo słabo oddziałują ze znaną materią. Opisywana tu hipoteza zmierza w zupełnie innym kierunku, ponieważ nie przypisuje już głównej roli supersymetrii, mimo że sam schemat teoretyczny także wywodzi się z Supergrawitacji N=8.

*W szczególności nasza teoria przewiduje istnienie superciężkich grawitin, które - w przeciwieństwie do zwykłych kandydatów wcześniej rozważanych lekkich grawitin - będą również oddziaływać silnie i elektromagnetycznie ze zwykłą materią* - mówi Hermann Nicolai.

Ich duża masa oznacza, że cząstki te mogą występować we Wszechświecie jedynie w bardzo „rozcieńczonej” formie; w przeciwnym razie zamknęłyby one Wszechświat i doprowadziły do jego wczesnego kolapsu grawitacyjnego. Według naukowców nie potrzeba ich zbyt wiele, aby wyjaśnić obserwowaną zawartość ciemnej materii we Wszechświecie i w naszej Galaktyce - wystarczy tu jedna cząstka na 10 000 kilometrów sześciennych. Masa cząstki postulowanej przez Nicolai i Meissnera leży w obszarze masy Plancka, czyli około stu milionowej części kilograma. Dla porównania, protony i neutrony, czyli części składowe jądra atomowego, są około dziesięć kwintilionów (dziesięć milionów trylionów) razy lżejsze. W przestrzeni międzygalaktycznej gęstość nowych cząstek byłaby z kolei jeszcze niższa.

Według Nicolai stabilność ciężkich grawitin wynika z ich niezwykłych liczb kwantowych. W szczególności po prostu nie ma stanów końcowych z odpowiednimi ładunkami w modelu standardowym, do postaci których grawitina mogłyby się rozpaść - w przeciwnym razie zniknęłyby one wkrótce po Wielkim Wybuchu.

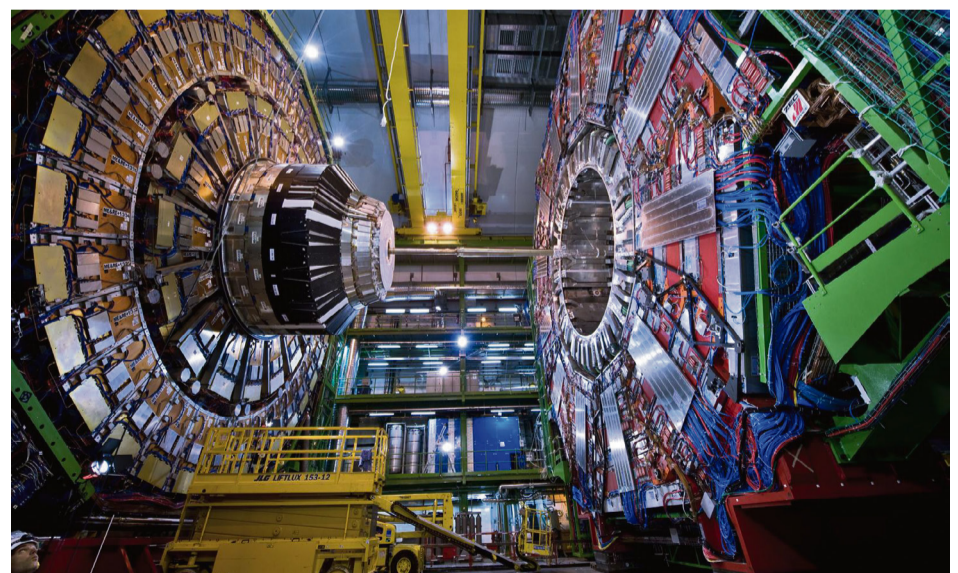
Z kolei ich silne i elektromagnetyczne interakcje ze znaną materią mogą sprawić, że postulowane cząsteczki ciemnej materii łatwiej będzie wykryć - pomimo ich wyjątkowej rzadkości. Jedną z możliwości jest poszukiwanie ciężkich grawitin na drodze pomiarów czasu ich przelotów głęboko pod ziemią, ponieważ cząstki te poruszają się znacznie wolniej niż prędkość światła, w przeciwieństwie do zwykłych cząstek elementarnych pochodzących z promieniowania kosmicznego. Niemniej jednak mogą one przechodzić przez Ziemię bez wysiłku ze względu na swe duże masy. Podsunęło to naukowcom pomysł wykorzystania naszej planety jako swego detektora: Ziemia krąży w przestrzeni międzyplanetarnej od około 4,5 miliarda lat, podczas których musiała zostać wiele razy trafiona przez spore ilości masywnych grawitin. W tym procesie cząstki powinny pozostawiać długie, proste ścieżki jonizacji w skale, ale ich odróżnienie od ścieżek powodowanych przez znane nam cząstki może nie być łatwe. Wiadomo, że promieniowanie jonizujące wywołuje pojawienie się defektów w strukturze krystalicznej skał. Możliwe jest wykrycie relikwów takich śladów jonizacji w kryształach, bo mogą być one dobrze zachowywane nawet przez miliony lat. Ze względu na długi „czas ekspozycji” taka strategia poszukiwań mogłaby się również powieść w przypadku, gdyby ciemna materia nie była jednorodnie rozmieszczona w galaktykach, ale podlegała lokalnym wahaniom gęstości - co może również tłumaczyć niepowodzenie poszukiwań bardziej konwencjonalnych kandydatów na ciemną materię.

Źródło: Max Planck Institute  
URANIA - POSTĘPY ASTRONOMII <https://www.uraniam.pl>

### SPOTKANIE Z WIELKĄ NAUKĄ - WYJAZD CWINT DO CERN

Już za dwa dni będąc w CERN w Genewie zapytamy co naukowcy sądzą o powyższej hipotezie. Wśród wielu eksperymentów prowadzonych w CERN są również te, które poszukują kandydatów na ciemną materię. Jednym z projektów, który tym się zajmuje jest ASM-2. Gdy w 2016 byliśmy z młodzieżą w CERN zwiedzaliśmy to laboratorium. Być może uda nam się również spotkać z profesorem Meissnerem, który od wielu lat współpracuje z CERN. Wyjazd zapowiada się niezmiernie ciekawie!

Piotr Duczmal - CWINT



» CERN-detektor CMS. Źródło: CERN

**CWINT - OTWIERAMY DLA CIEBIE SZEROKO DRZWI DO ŚWIATA WIEDZY I NAUKI**

