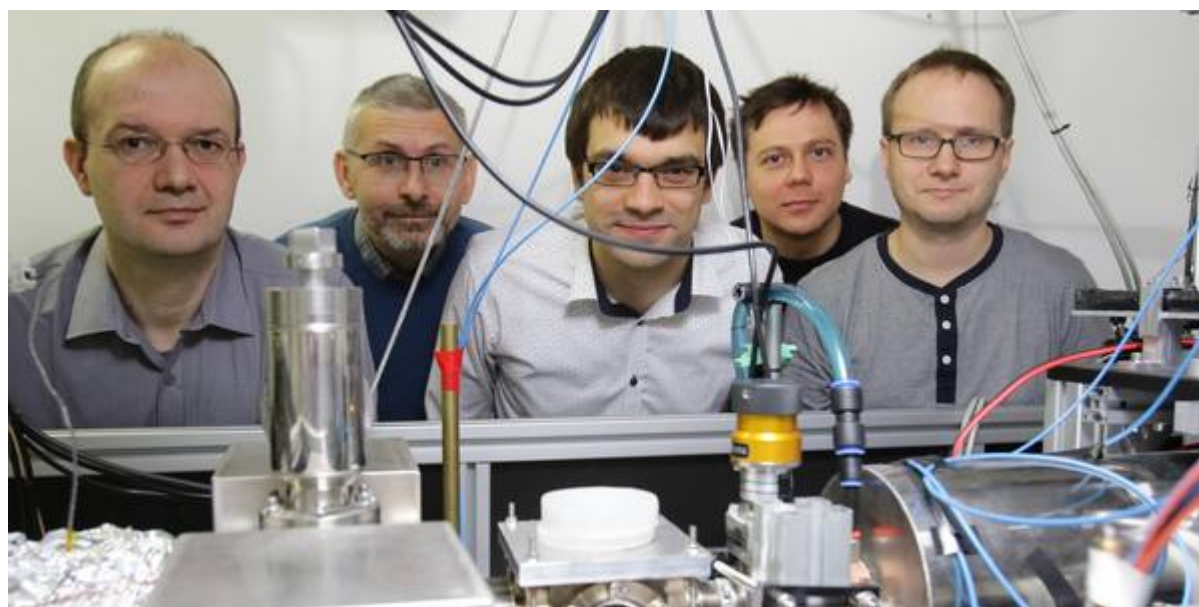


Toruński zegar atomowy tyka... ciemnej materii

27 grudnia 2017

Toruńscy naukowcy za pomocą optycznego zegara atomowego szukają ciemnej materii. O jej istnieniu świadczyć mogą kosmiczne niejednorodności. Te niewidzialne szwy w przestrzeni mogłyby zaburzyć tykanie zegara.



Pocziwa, zwykła materia, z której zrobieni jesteśmy my, planety czy gwiazdy, wcale nie jest taka zwykła. Można powiedzieć, że w skali Wszechświata jest czymś wyjątkowym. W tej zwykłej materii, zgromadzone jest bowiem niecałe 5 proc. energii całego Wszechświata. Szacuje się, że znacznie więcej energii gromadzić powinna ciemna materia (prawie 27 proc.) i ciemna energia (ponad 68 proc.).

Wydaje się więc, że ciemna materia jest w skali Wszechświata czymś o wiele bardziej zwyczajnym niż nasza pocziwa materia. Wobec tego, dlaczego jeszcze nikomu ciemnej materii nie udało się namierzyć?

„Wiemy, że ciemna materia istnieje, bo ona manifestuje się grawitacyjnie. Galaktyki zachowują się tak, jakby były umieszczone w rozmazonej kuli materii, której nie widzimy. W

przeciwnym razie one by zupełnie inaczej wirowały. Natomiast nikt nie wie, z czego ciemna materia się składa i jaka jest jej natura” – opowiada w rozmowie z PAP dr Piotr Wcisło z UMK. Badacz wraz ze swoim zespołem szuka bardziej namacalnego dowodu na istnienie ciemnej materii.

„Wykorzystujemy fizykę optyczną, molekularną i atomową do poszukiwania nowej fizyki wychodzącej poza Model Standardowy” – opowiada dr Wcisło. W Modelu Standardowym ujęte są – i połączone w spójną teorię – wszystkie znane dotąd cząstki tworzące zwykłą materię. Nie ma tam jednak miejsca na ciemną materię. Nie dziwne więc, że naukowcy szukają dziur w tej teorii. Dziur, przez które będą mogli tę ciemną materię podejrzeć.

Ciemną materię mogą tworzyć małe cząstki, tak jak w przypadku standardowej materii. Ale wcale nie muszą. Efekty związane z ciemną materią mogą wynikać z istnienia nowego pola, które podobnie jak pole elektromagnetyczne wypełnia cały Wszechświat. Krótco po Wielkim Wybuchu w szybko stygnącym Wszechświecie w różnych miejscach przestrzeni mogły spontanicznie wyłonić się różne wartości tego pola tworząc różne domeny. „To tak, jak w zwykłym ferromagnetyku, gdzie w trakcie schładzania po przejściu przez punkt Curie spontanicznie tworzą się domeny magnetyczne” – mówi dr Wcisło. Na granicy tych domen tworzyłaby się niejednorodność – tzw. defekt topologiczny, np. ściana domenowa. „No bo te dwa rozwiązania musiały się gdzieś zszyć” – opowiada dr Wcisło. Te różne domeny – i szwy między nimi – ciągle mogą istnieć.

„Wyobraźmy to sobie, jako niewidzialną ścianę, która przelatuje przez kosmos. Albo też my przez nią. Ona grawitacyjnie zmienia ewolucję galaktyki” – opisuje dr Wcisło. Gdyby odkryć istnienie takich przelatujących przez nas ścian – być może szerokich jak Ziemia – można by było wyjaśnić, czym jest ciemna materia.

Zespół z UMK w swoich poszukiwaniach używa optycznego zegara

atomowego w Toruniu. „Rutynowe pomiary mają dokładność między 15 a 17 miejscem znaczącym. Gdyby fotoradar był tak dokładny, mógłby zmierzyć, jak szybko Ameryka zbliża się do Europy” – opowiada dr Wcisło. Badania te prowadzone są w Krajowym Laboratorium FAMO w Toruniu.

„Optyczne zegary atomowe powinny działać tak samo, jeśli wszędzie obowiązują takie same prawa fizyki. A my patrzymy w drugą stronę. Sprawdzamy, czy prawa fizyki się nie zmieniają, porównując różne zegary” – mówi badacz z UMK. I dodaje: „Jeśli od dawna postulowane formy ciemnej materii – defekty topologiczne – rzeczywiście istnieją, to nasz eksperyment da o tym znać. Jeśli np. któraś z fundamentalnych stałych fizycznych zmieni się my to zauważymy w tykaniu zegarów”.

Fizyk zwraca uwagę, że kiedy przez Ziemię przechodzi taka „ściana”, stałe fundamentalne (zaszyte we wzorach) mogą czasami drgnąć. Np. zmieniają wartość na kilkunastym miejscu po przecinku. „Jeśli zaobserwujemy, że któraś ze stałych fizycznych się zmieniła, otwiera się przed nami zupełnie nowa fizyka” – opowiada naukowiec.

Zegar atomowy to skomplikowane urządzenie. W jego skład wchodzi kilka laboratoriów. W dwóch laboratoriach bada się spułapkowane w świetle laserów ultrazimne atomy strontu i sprawdza różnice między poziomami energii w tych atomach. A w innym laboratorium fotony wpuszcza się między superodbijające zwierciadła (wnęki optyczne). Lasery biorące udział w tych eksperymentach są do siebie precyzyjnie dostrojone. „Okazuje się, że jak jedna ze stałych fundamentalnych – tzw. stała struktury subtelnej – troszkę się zmieni, inaczej zmieni się też struktura energii w atomach i we wnękach optycznych” – mówi dr Wcisło.

Problemem jest to, że obecne teorie bez wyników doświadczalnych nie są w stanie określić, jaką wartość powinny mieć parametry opisujące tego typu defekty topologiczne (np. jaka jest wielkość defektu czy jak silnie oddziałuje on ze

znaną nam materią). „Dotychczasowe modele i pomiary nie są w stanie tego sprecyzować nawet co do 10-20 rzędów wielkości. My dzięki naszym badaniom zawężiliśmy to o kolejne 4 rzędy” – poinformował dr Wcisło. A to znaczy, że polscy fizycy przesunęli granice poznania i wskazali, gdzie ciemna materia na pewno nie da o sobie znać.

Badania ukazały się w zeszłym roku w „Nature Astronomy” (<https://www.nature.com/articles/s41550-016-0009.pdf?origin=pub>). W grudniu br. zespół dr. Wcisło otrzymał za swoje badania nagrodę ministra nauki, a lider zespołu także Nagrodę III Wydziału PAN.

Aby przesunąć granice poznania jeszcze dalej, nie wystarczy już pojedynczy zegar atomowy. Dlatego dr Wcisło z zespołem zaczyna tworzyć sieć zegarów optycznych na całym świecie, które wspólnie poszukiwałyby efektów związanych z ciemną materią. Na razie badacze analizują dane zebrane w tym samym czasie przez kilka zegarów atomowych z całego świata. I opracowują protokoły wymiany danych i synchronizacji atomowych zegarów w przyszłych badaniach. „W Stanach Zjednoczonych, w kilku laboratoriach w Europie i w Japonii zegary synchronicznie będą nasłuchiwać tych samych efektów. Jeśli teraz usłyszymy to samo ‘kliknięcie’ na całym świecie – to będzie już wiadomo, że to nie przypadek” – kończy fizyk z UMK.

Autorstwo: Ludwika Tomala

Zdjęcie: Adam Zakrzewski

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl