

 Zawartość zarchiwizowana w dniu 2024-06-18



European Research Council
Established by the European Commission

Chemistry of the Quantum Kind

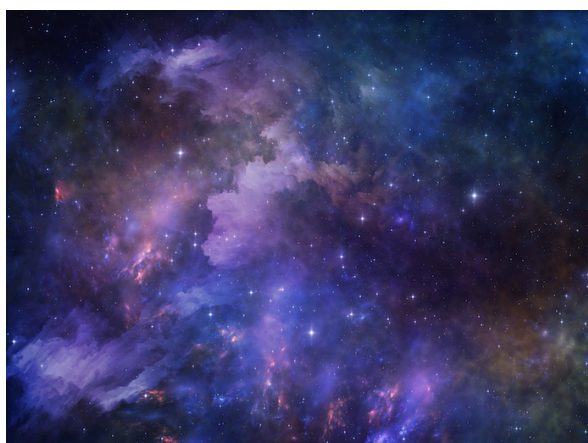
Wyniki w skrócie

Nowa metoda chłodzenia pozwala na przeprowadzanie eksperymentów z zakresu chemii kwantowej w laboratorium

Naukowcom skupionym wokół projektu QuCC udało się z powodzeniem odtworzyć reakcje chemiczne zachodzące w temperaturze przestrzeni międzygwiazdnej przy pomocy nowej instalacji do eksperymentów kolizyjnych.



BADANIA
PODSTAWOWE



© agsandrew, Shutterstock

Jednym z największych wyzwań stojących przed naukowcami zajmującymi się naukami molekularnymi jest obserwacja reakcji chemicznych zachodzących w niskich temperaturach. W praktyce sprowadza się to do odtwarzania warunków podobnych do tych panujących w przestrzeni międzygwiazdnej, gdzie reakcje zachodzą w temperaturach wynoszących kilka stopni Kelwina. Jest to niezbędne, aby umożliwić skuteczne opisywanie i charakteryzowanie procesów zachodzących w głębokim reżimie

kwantowym.

Jednak mimo że technologia chłodzenia laserowego atomów zrewolucjonizowała fizykę atomową, chłodzenie cząsteczek okazało się o wiele bardziej

skomplikowanym zadaniem. W celu znalezienia rozwiązania tego problemu, naukowcy zrzeszeni wokół projektu QuCC zwrócili się do podręczników historii, w szczególności do pionierskiego odkrycia dwóch chemików – Dudleya Herschbacha i Yuana T. Lee – dotyczącego prostej metody chłodzenia każdego gazu, za które otrzymali nagrodę Nobla w 1986 roku.

„Opracowana metoda chłodzenia opiera się na adiabatycznej ekspansji gazu przy przejściu z wysokiego ciśnienia do próżni”, wyjaśnia dr Ed Narevicius, koordynator projektu QuCC z ramienia Instytutu Naukowego Weizmanna.

Jednak zastosowanie tej metody wiązało się z pewnym problemem. W czasie ekspansji gaz rzeczywiście ochładza się do temperatury wynoszącej poniżej 1 K, jednak „chmura” gazu jednocześnie przyspiesza do bardzo dużych prędkości. Zderzenie dwóch „chmur” zimnego gazu zawierających substraty reakcji przy bardzo dużych prędkościach względnych skutkuje wzrostem temperatury do powyżej 300 K.

„Rozwiązaliśmy ten problem dzięki przeprowadzaniu naszych eksperymentów kolizyjnych w ruchomym układzie odniesienia”, twierdzi dr Narevicius. „Udało nam się połączyć dwie chmury przy pomocy bardzo wysokiego gradientu pola magnetycznego. Ten prosty krok pozwolił nam zmniejszyć energię zderzenia tysiąckrotnie w porównaniu do wcześniejszych prób. To z kolei pozwoliło nam na rutynowe przeprowadzanie eksperymentów, które pokazują różnorodne aspekty właściwości fal materii w zderzeniach molekularnych”.

Dzięki temu przełomowi, zespół mógł wykazać przy pomocy eksperymentów dotychczas niezaobserwowane zjawiska rezonansów kwantowych w niskoenergetycznych zderzeniach reaktywnych. Naukowcy odkryli, że niskoenergetyczne cząsteczki przechodzące przez barierę potencjału energetycznego mogą „utknąć” obok siebie i zacząć wokół siebie orbitować.

„Te osobliwe stany można zaobserwować poprzez pomiar prawdopodobieństwa szybkości reakcji jako funkcji energii zderzenia. W każdym przypadku, w którym energia zderzenia odpowiadała pozycji rezonansowej, byliśmy w stanie zaobserwować bardzo mocne zwiększenie reaktywności, czasem nawet dziesięciokrotne. Zaskakujący jest fakt, że reakcje, które dotychczas były zwykle ograniczone w temperaturach wynoszących poniżej 1 K, przebiegały tak szybko, jak w temperaturze pokojowej”, wyjaśnia dr Narevicius.

Wykorzystując rezonanse kwantowe jako wysoce czułe sondy wykrywające oddziaływanie między molekułami, wspólnie ze swoim zespołem dr Narevicius odkrył szereg nowych efektów o ważnym znaczeniu dla najczęściej występującej cząsteczki w przestrzeni międzygwiazdnej – wodoru.

Przeprowadzone eksperymenty pozwoliły przede wszystkim na wykazanie, że

struktura rotacji molekularnej odgrywa kluczową rolę w oddziaływaniach z innymi obiektami. W najniższym stanie rotacyjnym wodór molekularny zachowuje się podobnie jak symetryczna „kula”, natomiast w stanie wzbudzonym przybiera inny kształt i reaguje z inną szybkością. Zespół odkrył także nowy efekt izotopowy, który może wpłynąć w znaczący sposób na szybkość reakcji zachodzących poprzez efekty kwantowe przy niskich energiach zderzeń.

Obecnie projekt dobiegł końca, a zespół planuje skupić swoje badania na dalszym obniżaniu temperatury. Celem jest osiągnięcie tysiąckrotnie niższej temperatury otoczenia. Dzięki temu powinno być możliwe osiągnięcie reżimu, w ramach którego cząsteczki będą musiały zachowywać się zgodnie ze statystyką Fermiego-Diraca lub Bosego-Einsteina. „To przełom w dziedzinie badań molekularnych, w których nadal wiele pytań pozostaje bez odpowiedzi, a każde odkrycie może wiązać się z wieloma zastosowaniami, między innymi w fizyce chemicznej, informacjach kwantowych oraz spektroskopii precyzyjnej”, podsumowuje dr Narevicius.

Słowa kluczowe

QuCC, chemia kwantowa, międzygwiazdne, niska temperatura, nauki molekularne, głęboki reżim kwantowy

Znajdź inne artykuły w tej samej dziedzinie zastosowania



Złamanie symetrii kryształu w dążeniu do uzyskania piezoelektryczności

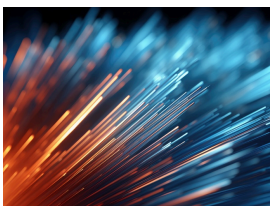


Zobaczyć niewidzialne: naukowcy znajdują sposób na widzenie podczerwieni





Europejska Rada ds. Badań Naukowych wyróżnia naukowców za doskonałość w zakresie zaangażowania społecznego i działań popularyzatorskich



Bardzo czułe nanodrudty do wykrywania wiązek jonów



Informacje na temat projektu

QUCC

Identyfikator umowy o grant: 617888

Projekt został zamknięty

Data rozpoczęcia

1 Stycznia 2014

Data zakończenia

31 Grudnia 2018

Finansowanie w ramach

Specific programme: "Ideas" implementing the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007 to 2013)

Koszt całkowity

€ 1 982 908,00

Wkład UE

€ 1 982 908,00

Koordynowany przez
WEIZMANN INSTITUTE OF
SCIENCE
 Israel

Ten projekt został przedstawiony w...



Ostatnia aktualizacja: 5 Lipca 2019

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/379513-new-cooling-method-brings-quantum-chemistry-experiments-to-the-lab/pl>

European Union, 2025