

Odkryto nową fazę materii – ekscytonium

13 grudnia 2017

Pół wieku po sformułowaniu pierwszych teoretycznych przewidywań, naukowcom udało się odkryć nowy stan materii – ekscytonium. Jego istnienie potwierdzili profesor Peter Abbamonte i jego studenci Anshul Kogar oraz Mindy Rak z University of Illinois at Urbana-Champaign oraz współpracujący z nimi naukowcy z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley i Uniwersytetu w Amsterdamie.

Ekscytonium to kondensat, w którym takie zjawiska kwantowe jak nadprzewodnictwo czy nadciekłość zachodzą w skali makro. Złożone jest ono z ekscytonów, czyli par elektron-dziura. Gdy elektron w paśmie walencyjnym półprzewodnika zostaje wzbudzony i przechodzi przez pasmo wzbronione do pasma przewodnictwa, pozostaje po nim dziura w paśmie walencyjnym. Dziura ta zachowuje się tak, jakby była cząstką z ładunkiem dodatnim i przyciąga elektron. Gdy elektron zostaje z nią skorelowany, powstaje ekscyton.

Nauka nie była w stanie wykryć ekscytonium przez ostatnich 50 lat, gdyż nie dysponowano narzędziami, które pozwoliłyby odróżnić ten stan materii od fazy Peierlsa. Mimo, że nie ma ona nic wspólnego z tworzeniem się ekscytonów, to kondensat ekscytonów i faza Peierlsa posiadają taką samą symetrię i inne podobne cechy, jak np. supersieci.

Abbamonte i jego zespół poradzili sobie z tym problemem używając opracowanej przez siebie techniki o nazwie czasowo-rozdzielcza spektroskopia strat energii elektronów (M-EELS). Kogar wyposażył spektrometr EEL, który mierzy trajektorię elektronu, dzięki czemu możemy badać straty energii i pędu elektronu, w goniometr, dzięki czemu możliwe stało się niezwykle dokładne mierzenie pędu elektronu w przestrzeni.

Dzięki temu po raz pierwszy w historii udało się zmierzyć zespołowe pobudzenie ekscytonów niezależnie od ich pędu. Zaobserwowano, że gdy temperatura badanego materiału zbliżyła się do 190 kelwinów pojawił się prekursor kondensacji ekscytonów, faza plazmonu. To dowód na kondensację ekscytonów w trójwymiarowym ciele stałym i pierwsza w historii obserwacja ekscytonium.

„To odkrycie o olbrzymim znaczeniu. Od czasu, gdy w latach 1960. fizyk teoretyczny Bert Halperin z Uniwersytetu Harvarda stworzył termin „ekscytonium” specjaliści spierali się, czy jest to izolator, doskonały przewodnik czy materia nadciekła. Zwolennicy każdej z tych tez mieli mocne argumenty na jej poparcie. Od lat 1970. opublikowano wiele wiele prac o ekscytonium, ale nie było wśród nich żadnego ostatecznego dowodu, a opisane zjawiska można było równie dobrze wytłumaczyć konwencjonalnymi strukturalnymi zmianami fazy” – mówi Abbamonte.

Naukowcy zaobserwowali ekscytonium badając diselenek tytanu ($1T\text{-TiSe}_2$). Ich odkrycie powinno odsłonić przed nami kolejne tajemnice mechaniki kwantowej.

Autorstwo: Mariusz Błoński

Na podstawie: EurekAlert.org

Źródło: KopalniaWiedzy.pl