

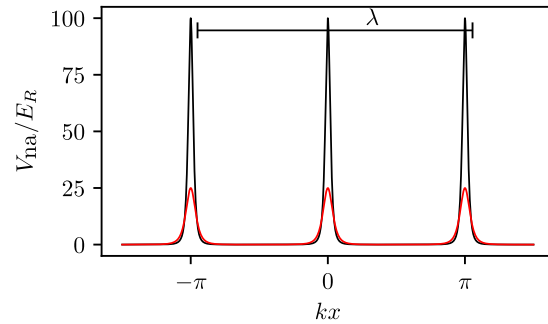
Ultrazimne atomy w układach wielopoziomowych

Gazy ultrazimnych atomów (temperatury rzędu kilka-kilkanaście miliardowych części stopnia powyżej temperatury zera bezwzględnego) można zmusić do poruszania się w potencjale tzw sieci optycznej. Potencjał ten jest wytworzony przez falę stojącą pochodzącą od lasera - miejsca gdzie laser ma maksymalne natężenie są omijane przez atomy, które wibrują wokół miejsca, gdzie natężenie lasera jest minimalne. Przypomina to nieco możliwości jakie mają jaja w wytłoczce.

Widać, że przy pomocy laserów nie da się wytworzyć w ten sposób potencjału dla atomów, który będzie zawierał szczegóły mniejsze niż połowa długości fali lasera. Jednym z nowych osiągnięć w ciągu ostatnich kilku lat było zaproponowanie nowej metody wytwarzania potencjałów dla ultrazimnych atomów, również przy pomocy laserów, która pozwala przełamać ograniczenia w rozdzielczości. Wytworzono potencjał grzebienia (zob. rys) dla ultrazimnych atomów iterbu.

Projekt dotyczy badania nowych możliwości jakie otwiera nowy sposób powstawania potencjałów oraz pewnych problemów fundamentalnych, które związane są z nową konstrukcją. Jeśli chodzi o te ostatnie, to należy odpowiedzieć na pytanie, które atomy są odpowiednie do realizacji nowej konstrukcji. Pytanie to motywuje stosunkowo krótki czas życia atomów w eksperymencie z iterbem. Kolejnym problemem koniecznym do rozwiązania jest poprawny opis oddziaływań atomów które znajdują się w potencjale. Eksperymenty z iterbem przeprowadzono w bardzo wygodnym przypadku - zastosowany izotop iterbu był fermionowy. Ultrazimne fermiony w bardzo niskich temperaturach przestają zderzać się ze sobą, gdyż uniemożliwia to zakaz Pauliego. Uogólnienie schematu gazów bozonowych umożliwiłyby badanie większej ilości modeli, co wymaga jednak poprawnego opisu zderzeń.

W opisywanych układach atomy przebywają w układzie kilku (w przypadku potencjału z rysunku - trzech) poziomów, które są sprzężone ze sobą przy pomocy silnych wiązek laserowych. Spośród wielu możliwości wyboru liczby i konfiguracji tych poziomów i wiązek laserowych, w przypadku tzw. konfiguracji „podwójnej Λ ”, gdzie sprzęga się 5 poziomów, można wytworzyć potencjał podobny do tego z rysunku, który będzie jednak zawierał piki, które mogą być rozmieszczone losowo (stopień „losowości” można kontrolować), mogą mieć losową wysokość (kontrolowalna losowość, amplituda losowości). Takie układy otworzyłyby nowe możliwości badania fundamentalnego problemu fizyki jakim jest ruch cząstek w potencjałach przypadkowych. Losowe zęby potencjału udawałyby „atomy” w modelowanej substancji, a ultrazimne atomy udawałyby ultrazimne elektrony. W potencjałach przypadkowych można badać zagadnienie tzw. lokalizacji Andersona, która sprawia, że pewne materiały są izolatorami w niskich temperaturach. Badania takie do tej pory prowadzono albo numerycznie, albo w układach, w których ruch elektronów symulowało promieniowanie mikrofalowe. Nie było jednak łatwego sposobu badania układów oddziałujących, co dla ultrazimnych atomów jest naturalne (można nawet sterować siłą oddziaływania).



Rysunek 1: Wytworzony potencjał grzebienia. Odległość λ oznacza jedną długość fali lasera.