

Aktualności (nie tylko) fizyczne

Koniec wakacji – czas do szkoły, w której na lekcjach (głównie) chemii i (trochę) fizyki dowiadujemy się, że materia jest zbudowana z atomów. Ale jak te atomy wyglądają? „Po pierwsze wcale nie wyglądają, bo są za małe, żeby je zobaczyć.” No, to już od ładnych kilkunastu (kilkudziesięciu) lat nie jest prawdą.

W różnych mikroskopach można już obejrzeć obrazki, na których widać pojedyncze atomy (choć oczywiście nie bezpośrednio, tzn. nie są to obrazki z mikroskopów optycznych). No i co widać? Ano widać takie kuleczki czy też kupeczki, a może guzeczki. Wszystkie o rozmiarach rzędu 1 angstroma. I wszystko wyglądałoby tak prosto, gdyby nie zimni naukowcy. Dokładniej chodzi o tych, którzy starają się złapać atomy w pułapki i bezwzględnie chłodzić. Jeżeli atomy są akurat bozonami, tzn. mają całkowity moment pędu będący liczbą całkowitą, to w takiej sytuacji mogą stać się kondensatem Bosego–Einsteina, a wtedy wszystkie atomy są w tym samym stanie kwantowym i każdy z nich rozpełza się po całym obszarze kondensatu. Taki kondensat ma zazwyczaj makroskopowe rozmiary i można go oczywiście zobaczyć, bo świeci, jak go grzecznie poprosić. Tylko co wtedy widać? Gdy wszystkie atomy są w jednym stanie, to każdy foton pochodzi z równym prawdopodobieństwem z każdego z nich. Jeżeli rozmiary czegoś zdefiniujemy jako miejsce w przestrzeni, gdzie to coś jest, to w tym przypadku atom można z powodzeniem zobaczyć gołym okiem! Dalsze rozważania nad tym, co to znaczy zobaczyć atom, pozostawmy filozofom, a sami zajmijmy się kondensatem. Co z takimi rozmazanymi atomami robić? Można zbudować z nich odpowiednik lasera, który powinien umieć wysłać wiązkę rozmazanych atomów, tak jak laser wysyła światło. Okazuje się, że to daje się zrobić, wybijając w odpowiedni sposób atomy z pułapki, w której utworzono kondensat. Osiągnięcia w tej dziedzinie ilustrują obrazki na ostatniej stronie okładki. Na uwagę zasługuje dokonanie zespołu z NIST w Gaithersburgu. W tym przypadku (w przeciwieństwie do pozostałych doświadczeń, w których uwolnione atomy opadają pod wpływem grawitacji) udało się zaprojektować eksperyment w sposób umożliwiający wysłanie prawie ciągłego strumienia atomów w dowolnym kierunku [1].

Inna grupa z tego samego instytutu wykorzystała podobny zestaw doświadczalny do zademonstrowania nieliniowej optyki atomowej [2]. Optyczny odpowiednik przeprowadzonego doświadczenia polega na skierowaniu trzech wiązek laserowych na ośrodek o nieliniowym współczynniku załamania (tzn. zależącym od intensywności światła), w którym powstaje dodatkowa czwarta wiązka. W przypadku atomów również użyto trzech fal, tylko że nieliniowy ośrodek nie był konieczny. Obdarzone masą i oddziałujące atomy same dla siebie tworzą taki nieliniowy ośrodek. Zaobserwowanie czwartej fali atomów o pędach różnych od wszystkich trzech fal pierwotnych można wytłumaczyć w ten sposób, że dwie wiązki tworzą falę stojącą, a trzecia się na niej częściowo rozprasza.

Wróćmy jeszcze raz na szkolną lekcję fizyki, na której poznajemy budowę „normalnego” atomu. A tam nadal

wokół maciupieńkiego jądra krążą po orbitach elektrony. Ten hybrydowy, klasyczno-kwantowy obrazek wymyślony przez Bohra, przez długie lata kończył edukację szkolną, jeżeli chodzi o poznawanie budowy materii. Na fali reformy oświaty uda się prawdopodobnie zastąpić go orbitalami elektronowymi, w których występują rozmazane elektrony. Należy nadmienić, że elektrony te są rozmazane w zupełnie inny sposób niż bozonowe atomy. Każdy elektron jest rozmazany na własną rękę. (Dygresja: to jaki jest rozmiar punkowego podobno elektronu?) Czy obrazek z elektronami krążącymi po planetarnych orbitach należy wysłać na śmietnik historii nauki? Okazuje się, że nie do końca. Powodem są silnie wzbudzone tzw. atomy Rydberga. Odległość elektronu od jądra dochodzi w nich do mikrona. Zewnętrzne elektrony mogą krążyć w takich atomach po eliptycznych orbitach zamiast rozmazywać się po całym atomie. Turgay Uzer opowiadał w *Atlancie* (w czasie spotkania z okazji 100-lecia APS – patrz *Delta* 6/1999) o systemach słonecznych atomowej wielkości, w których udało się stworzyć atomowy analog planetoid trojańskich. To nie tylko ciekawostka. Układy takie świetnie nadają się do badania granicy pomiędzy światem kwantowym i makroskopowym. Te same atomy Rydberga służą jako materiał w nowej dziedzinie sztuki: rzeźbieniu Rydberga. Jednym z czołowych artystów jest Philip Bucksbaum z Uniwersytetu w Michigan. Za pomocą sekwencji pulsów laserowych on i jego współpracownicy potrafią wprowadzić atom w wiele stanów wzbudzonych jednocześnie, a następnie odczytać pełną informację w ten sposób zapisaną. Jest to jakby analog holografii [3]. Bucksbaum i współpracownicy planują zbudować w ten sposób komputer kwantowy zdolny do rozkładania na czynniki liczb rzędu 2^{10} .

Atomy, jak widać, (właśnie – widać) są różne. W dodatku nie wiadomo, ile ich jest. Niedawno Robert Smolańczuk zastanawiał się na naszych łamach „Gdzie kończy się tablica Mendelejewa?” (*Delta* 3/1998). Nasz autor nie poprzestał na tym, tylko opublikował [4] przepis na wytworzenie 118 pierwiastka. Grupa z Lawrence Berkeley Laboratory postanowiła sprawdzić receptę i na początku czerwca ogłosiła odkrycie pierwiastków 118 i 116 oraz wcześniej nie obserwowanych izotopów 114, 112, 110, Hs i Sg [5]. O prawdopodobnym odkryciu pierwiastka 114 wcześniej doniosła grupa z Dubnej. Byłoby to jądro o większej liczbie neutronów niż wytworzone w LBNL, o niezwykłe długim, jak na superciężkie jądra, czasie życia – aż 30 sekund. Obydwa odkrycia potwierdzają istnienie długo poszukiwanej wyspy stabilności w okolicach jądra o 114 protonach i 184 neutronach i dają nadzieję na dotarcie do niej w niedługiej przyszłości. Może takie atomy będą żyły wystarczająco długo, żeby sobie w nich porzeźbić?

Piotr ZALEWSKI

[1] E.W. Hagley i inni, *Science* **283** (1999) 1706.

[2] L. Deng i inni, *Nature* **398** (1999) 218.

[3] <http://www.aip.org/physnews/graphics>.

[4] R. Smolańczuk, *Phys. Rev.* **C59** (1999) 2634.

[5] <http://enews.lbl.gov/>.