

## Magellan dobozem

Od dawna wiadomo, że Droga Mleczna jest pofałdowana. Tę deformację góra-dół w stosunku do płaszczyzny symetrii Galaktyki najlepiej obserwuje się, rejestrując 21 centymetrową linię pochodzącą od cienkiego dysku wodoru leżącego w tej płaszczyźnie. Nikomu jednak nie udawało się do tej pory wyjaśnić powodu występowania tego pofałdowania.

Latem zeszłego roku zakończono dokładne przeglądy radioastronomiczne tego promieniowania, niezależnie dla północnej i południowej półkuli. Leo Blitz z Uniwersytetu Berkeley (Kalifornia) i jego koledzy, Evan Levine i Carl Heiles, wykonali na podstawie tych wyników najdokładniejszą, jak dotąd, mapę rozkładu gazowego wodoru. Okazało się, że dysk ten drży jak bęben, a wibrację tę można prawie całkowicie rozłożyć na trzy czyste mody. Otwarte jednak pozostało pytanie, kto ten rytm wybija.

Jednymi z pierwszych podejrzanych o gniecie Drogi Mlecznej były Obłoki Magellana, dwie największe jej satelitarne galaktyki. Niestety, zawsze okazywały się zbyt mało masywne, żeby wyjaśnić obserwowaną deformację.

Nie zrażając się tym, Martin D. Weinberg dołączył do grupy Blitz, żeby stworzyć model komputerowy oddziaływania Obłoków Magellana z Drogą Mleczną. Model ten uwzględnia, oprócz widzialnej materii, również materię ciemną, która stanowi, jak wynika z krzywych rotacyjnych, 80% masy Galaktyki. Nie zmienia to faktu, że nikt jeszcze nie wie, czym ta, nadal hipotetyczna, ciemna materia tak naprawdę jest.

Okazuje się, że uwzględnienie ciemnej materii wzmacnia wpływ Obłoków Magellana w sposób wystarczający, żeby to właśnie je uznać za dobozsy. Jednocześnie wynik ten można traktować jako kolejny dowód na istnienie ciemnej materii. Modele, które próbują wyjaśniać obserwowane krzywe rotacyjne, nie odwołując się do ciemnej materii, tylko postulując odpowiednią modyfikację teorii grawitacji, będą miały kolejny twardy orzech do zgryzienia.

Natomiast autorzy wspomnianego modelu liczą na to, że dokładniejsza analiza pozwoli na lepsze niż dotychczas określenie rozkładu ciemnej materii w Drodze Mlecznej [1].

## Nauka chodzenia

Umiejętność chodzenia jest dla człowieka tak istotna, że nikt, kto nie ma z chodzeniem problemów, nad tym się nie zastanawia. Od dawna podejmowane są, mniej lub bardziej udane i mniej lub bardziej uzasadnione, próby nauczania tej sztuki przeróżnych automatów.

Jak małe może być urządzenie, które potrafi chodzić?

A jak już potrafi, to czy będzie robić to dobrze? Np. czy będzie umiało utrzymywać zadany kierunek?

Wiadomo, że z utrzymywaniem kierunku ludzie pozbawieni możliwości jego korekcji (za pomocą zmysłów wzroku, słuchu, zapachu) radzą sobie bardzo słabo. Wystarczy przypomnieć niezliczone historie błądzenia we mgle czy eksperyment, w którym przed ludźmi z zasłoniętymi oczami postawiono zadanie przejścia na wprost przez plac

Św. Marka w Wenecji i nie znalazł się nikt, komu by się to udało.

Wróćmy do odpowiedzi na postawione pytania. Najmniejszym obiektem, który potrafi chodzić i to idealnie po prostej, jest pojedyncza cząsteczka 9,10-ditioacetyloantracenu umieszczona na idealnie regularnej miedzianej powierzchni [2]. Nazwa tej cząsteczki może wśród niechemików budzić respekt, ale jest to związek o stosunkowo prostej budowie. Antracen składa się z trzech pierścieni benzenowych ułożonych jeden za drugim. Wykazuje stosunkowo wysoką reaktywność w pozycjach 9 i 10, czyli w „wolnych rogach” środkowego pierścienia. Po dołączeniu w tych miejscach grupy tioacetylowej (-S-CHO) otrzymuje się cząsteczkę, o której mowa.

Autorzy pracy porównują zachowanie się tej cząsteczki na powierzchni miedzi z ludzkim chodem, ale bardziej przypomina ono dreptanie kaczuszki. Środkowy pierścień to korpus, do którego przymocowane są nóżki. Pozostałe dwa pierścienie to kuperek i dziobek, które są w równym stopniu wygięte ku górze, natomiast najniżej znajdują się atomy siarki (tak przynajmniej wygląda ta cząsteczka położona na powierzchni miedzi, co można stwierdzić za pomocą mikroskopu skaningowego).

Cząsteczka chodzi na atomach siarki. Odległość pomiędzy nimi odpowiada dołkom pomiędzy atomami miedzi w czwartym rzędzie (atomy miedzi są ułożone tak, że linie wyznaczone przez nie biegną w trzech kierunkach). Dołki te są przesunięte względem linii prostopadłej do linii atomów o połowę minimalnej odległości między atomami miedzi. Z jednej strony energetycznie korzystne jest znalezienie się atomów siarki w tych dołkach, z drugiej strony antracen jest wtedy trochę przekręcony względem linii atomowych, a „chciałby” ułożyć się wzdłuż. W rezultacie, w wyniku termicznej dyfuzji, przy niezbyt wysokiej temperaturze cząsteczka przenosi jeden z atomów siarki z jednego dołka do następnego (albo poprzedniego). Cząsteczka chodzi więc dokładnie jak kaczka, ale tylko wzdłuż jednego z trzech wyróżnionych kierunków. Animację tego ruchu można zobaczyć na stronie autorów [3].

Autorzy przeszli do 10000 sukcesywnych kroków i nie stwierdzili zmiany kierunku.

Opisywane zachowanie jest ciekawe samo w sobie, ale może przynieść praktyczne zastosowania. Np. umożliwić konstrukcję nanoabakusów, które zostały zaproponowane dekadę temu jako alternatywa dla obecnie stosowanych pamięci komputerowych. W oryginalnym pomysle cząsteczki miały się poruszać po powierzchni wzdłuż czegoś w rodzaju szyn i nigdy nie udało się tego praktycznie zrealizować. W opisywanym przypadku szyny nie są potrzebne. Wystarczają miedziane kocie łby.

Piotr ZALEWSKI

[1] na podstawie <http://www.physorg.com/news9704.html> 9 stycznia 2006

[2] Ki-Young Kwon, Kin L. Wong, Greg Pawin, Ludwig Bartels, Sergey Stolbov i Talat S. Rahman *Unidirectional Adsorbate Motion on a High-Symmetry Surface: „Walking” Molecules Can Stay the Course* Phys. Rev. Lett. **95**(2005)166101

[3] <http://www.chem.ucr.edu/groups/bartels>