

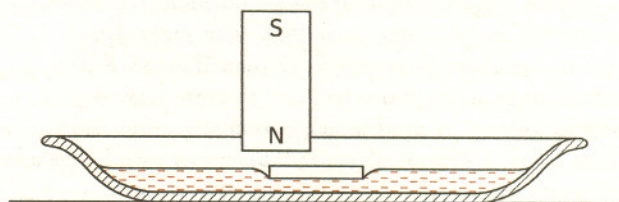
Szukamy dia- i paramagnetyków

Stanisław BEDNAREK

Wszystkie ciała w mniejszym lub większym stopniu wykazują własności magnetyczne. Atomy mają orbitalne momenty magnetyczne wynikające z ruchów elektronów wokół jąder. Każdy z elektronów ma swój własny, spinowy moment magnetyczny. Także jądro atomu ma moment magnetyczny, choć w porównaniu z momentem elektronowym jest on mały. Cząsteczki, z których zbudowana jest dana substancja, mogą mieć zerowy lub niezerowy moment magnetyczny. W pierwszym przypadku substancja jest nazywana diamagnetykiem. Zewnętrzne pole indukuje w niej przeciwnie skierowany moment magnetyczny, dlatego diamagnetyk jest wypychany z pola. Jeśli cząsteczki mają niezerowe momenty magnetyczne, to mogą być one rozłożone przypadkowo lub w pewien sposób uporządkowane. W pierwszym przypadku mamy do czynienia z paramagnetykiem. Zewnętrzne pole porządkuje cząsteczki zgodnie ze swoim wektorem indukcji, dlatego paramagnetyk jest wciągany w obszar pola magnetycznego. Zarówno dla dia-, jak i dla paramagnetyka ten indukowany moment magnetyczny jest nietrwały, znika wraz z zewnętrznym polem.

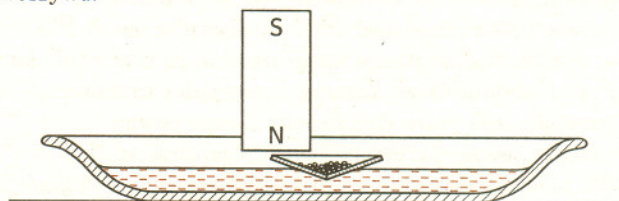
Ferromagnetykami nazywamy substancje, w których istnieje oddziaływanie długiego zasięgu porządkujące momenty magnetyczne cząsteczek wewnątrz obszarów nazywanych domenami. Ich rozmiary sięgają setnych części milimetra, można więc domeny obserwować pod mikroskopem. Zewnętrzne pole magnetyczne porządkuje domeny, a indukowany moment magnetyczny ferromagnetyka jest znacznie większy niż w przypadku dia- i paramagnetyków, poza tym może się utrzymywać nawet po zniknięciu pola zewnętrznego. Trzeba jeszcze dodać, że diamagnetyzm, jako związany z orbitami elektronowymi, jest uniwersalną cechą materii, tylko w przypadku para- i ferromagnetyków nakładają się na niego znacznie silniejsze efekty magnetyczne.

W codziennym doświadczeniu bez trudu potrafimy rozpoznać ferromagnetyki ze względu na ich silne właściwości. Inaczej jest w przypadku dia- i paramagnetyków. Nie znaczy to jednak, że nie jest to możliwe. Postarajmy się o możliwie silny magnes, na przykład ze starego głośnika. Napełnijmy wodą miseczkę, a następnie na powierzchni wody delikatnie połóżmy krążek wycięty z cieniwej aluminiowej folii. Dzięki siłom napięcia powierzchniowego odpowiednio położony nie utonie, lecz będzie pływał. W ten sposób znacznie zredukujemy siły oporu i siłę grawitacji. Poczekajmy, aż ustaną przypadkowe ruchy krążka; jeśli dopłynął do brzegu, możemy go przesunąć delikatnie zapalną na środek. Zbliżamy teraz do niego magnes, ostrożnie i powoli, tak by nie dotknął ani krążka, ani powierzchni wody (rys. 1). Jeśli magnes jest dostatecznie silny, zaobserwujemy, że krążek się do niego przybliża, co świadczy o tym, że aluminium jest paramagnetykiem. Proponuję przeprowadzenie tego samego doświadczenia także dla innych substancji. W przypadku metali magnes należy przysuwać bardzo powoli, tak by zminimalizować powstawanie w próbce prądów wirowych, powodujących odpychanie próbki od magnesu.



Rys. 1

W przypadku substancji, których nie da się umieścić bezpośrednio na powierzchni wody (bo same są cieczami, rozpuszczają się lub mają zbyt dużą gęstość i toną), możemy zbudować „łódkę”, w której będą pływać. Ze słabego dia- lub paramagnetyka wycinamy krążek, rozcinamy wzdłuż promienia, a następnie nakładamy na siebie brzożki rozcięcia i skleamy wodoodpornym klejem (na przykład cyjanopaniem lub butaprenem). Powstaje w ten sposób stożek o dużym kącie rozwarcia, w którym umieszczamy badaną próbkę (rys. 2). Możemy także wykorzystać małą zakrętkę lub pokrywkę ze sztucznego tworzywa.



Rys. 2

Jednak zanim przeprowadzimy doświadczenie, musimy sprawdzić, czy pusta łódka nie reaguje na działanie magnesu. Jeśli tak, musimy wykonać ją jeszcze raz z innego tworzywa. A teraz umieścimy na dnie łódki badaną substancję. Może to być chlorek sodu, cukier, grafit, ołów, alkohol. Jeśli w szkolnej pracowni chemicznej znajdują się bizmut i różne sole żelaza, warto je wykorzystać, a następnie porównać wyniki z danymi zawartymi w tablicach fizycznych. Gdyby się okazało, że coś się nie zgadza, nie znaczy to, że tablice się mylą, lecz raczej badana próbka jest zanieczyszczona substancją o silniejszych i całkiem odmiennych właściwościach magnetycznych.

Do grupy diamagnetyków należą między innymi: grafit, bizmut, ołów, chlorek sodu, miedź, woda, alkohol etylowy, polietylen.

Paramagnetykami są między innymi: wodorotlenek żelazowy, chlorek żelazowy i żelazawy, tlenek żelazowy, chrom, magnez, siarczan miedziowy, benzen, nadmanganian potasu, cyna.

Najważniejsze ferromagnetyki to: żelazo, nikiel, kobalt. Warto wiedzieć, że obecność zanieczyszczeń w ilości zaledwie 0,2% około trzykrotnie osłabia magnetyczne właściwości żelaza (w stosunku do czystej chemicznie substancji). W bardzo niskich temperaturach ferromagnetykami są również takie pierwiastki, jak gadolin, dysproz i terb.