

Pole magnetyczne? ...Ależ to bardzo proste!

Protoelektrony - pora przedstawić się

O polu magnetycznym wiadomo, że ma ono związek z prądem elektrycznym. Ale nikt nie wie, co właściwie oznacza to pojęcie, jaki charakter ma ten związek, jakie zjawisko fizyczne kryje się za tymi słowami. Nie jest znany fizyczny mechanizm powstawania pola magnetycznego i jego utrzymywania się w materialnej strukturze magnesu i wokół niego. Nie jest znany mechanizm powiązań pola magnetycznego z prądem elektrycznym. A to, co wiadomo o tych związkach, jest namiastką wiedzy fizycznej, w której opis fizyczny jest zastępowany opisem matematycznym. W tym opisie jako główne pojęcie występuje wektorowa wielkość nazywana indukcją magnetyczną B . Istnieje więc opis matematyczny, przedstawiający ilościowe zależności między różnymi parametrami pola i prądu. Nie ma natomiast logicznego opisu przebiegu fizycznych przemian w materii, związanych z przepływem prądu elektrycznego i istnieniem pola magnetycznego.

Obecnie wiedza o polu magnetycznym osiągnęła już znacznie wyższy poziom, niż ten, który przedstawiają dzisiejsze podręczniki fizyki. Ale autorzy nie zdążyli jeszcze napisać nowych podręczników. Mam więc możliwość zaskoczyć czytelników. Mam okazję nie tylko pokazać, że pole magnetyczne jest prostym zjawiskiem fizycznym, pokazać, czym ono jest, pokazać jego związki z prądem elektrycznym, ale mam też okazję być pierwszym fizykiem (co prawda, tylko samoukiem), który tę nową wiedzę przedstawi. Muszę tu dodać, że będzie to element większej całości, która nazywa się Wielką Unifikacją.

Aby zrozumieć istniejące powiązania między prądem elektrycznym i magnetyzmem, niezbędne jest wprowadzenie nowego pojęcia - protoelektron. Protoelektron jest pojęciem - słowem, którego używanie ma ułatwić i uprościć opis. Bo zamiast wielokrotnie w wielu miejscach używać wielu słów, na przykład, w postaci - centralnie symetryczne pole o fundamentalnym charakterze, wygodniej jest posłużyć się jednym słowem - protoelektron.

Protoelektron jest tym, co istnieje, zanim powstanie elektron. Protoelektrony są to centralnie symetryczne pola (c.s. pola), które istnieją zarówno tam, gdzie istnieje materia w postaci atomów, jak i w próżni fizycznej. Protoelektrony są cząstkami materii, które swoje istnienie przejawiają w doświadczeniach fizycznych. Będą one odgrywały kluczową rolę w dalszym opisie zjawisk.

Niewątpliwie, znacie doświadczenie, w którym blisko siebie są położone dwa równoległe przewodniki. Mają one możliwość swobodnego poruszania się względem siebie. Gdy prąd elektryczny w obu przewodnikach płynie w jednym kierunku - przewodniki przyciągają się do siebie. A gdy prąd w obu przewodnikach płynie w przeciwnych kierunkach - przewodniki odpychają się od siebie.

Takie zachowanie przewodników wynika z działania mechanizmu, który jest identyczny we wszelkich oddziaływaniach magnetycznych, a tu występuje w elementarnej postaci.

Można to doświadczenie zmodyfikować i przeprowadzić w następujący sposób. Dwa przewodniki ustawić poziomo, jeden nieco powyżej drugiego, prostopadłe do siebie. Przewodnik położony wyżej powinien mieć możliwość obrotu wokół pionowej osi. Przewodnik dolny jest położony w kierunku północ-południe, a górny w kierunku wschód-zachód. Gdy w jednym przewodniku płynie prąd elektryczny w kierunku "na północ", a w drugim "na zachód", to drugi przewodnik zaczyna się obracać "w prawo", czyli dąży do tego, aby kierunki prądów w obu przewodnikach pokrywały się ze sobą - aby prąd elektryczny w obu przewodach płynął "na północ".

Czy to już coś wam przypomina?... Aby się przypomniało, można sobie wyobrazić, że górny przewodnik (z poprzedniego doświadczenia) jest dolną częścią obwodu ramki, w której płynie prąd elektryczny. A więc cała ramka jest położona w pionowej płaszczyźnie, która jest położona na kierunku "wschód-zachód", i ma możliwość obrotu wokół pionowej osi. W tym doświadczeniu podczas przepływu prądu elektrycznego w obu przewodnikach mamy już do czynienia z elementarnym elektromagnesem,

który jest położony nad przewodnikiem z prądem elektrycznym.

W tym miejscu odwołajmy się do pojęcia pola magnetycznego, skorzystajmy z pojęcia wektora indukcji magnetycznej oraz reguły prawej dłoni. Stosując regułę prawej dłoni można zorientować się, że wektor indukcji, który można usytuować w środku ramki na początku doświadczenia jest skierowany "na północ", a gdy zaczyna płynąć prąd elektryczny, ramka stopniowo odchyła się w prawo. Czyli ramka z prądem zachowuje się identycznie, jak igła magnetyczna, gdyby to ona znajdowała się nad przewodnikiem z prądem. Bo w takiej sytuacji, gdy igła magnetyczna znajduje się na przewodniku równoległe do niego (na początku doświadczenia), a prąd w przewodniku płynie w kierunku "na północ", to igła odchyła się w prawo.

Z wektorem indukcji magnetycznej i zachowaniem igły magnetycznej jest związana interesująca sprawa, która w gruncie rzeczy może wprowadzać w błąd. Ale gdy znany jest fizyczny mechanizm przebiegu zjawisk, które wiążą się z tym, co nazywamy polem magnetycznym, to taki błąd jest już niemożliwy.

Otóż, kierunek wychylenia igły magnetycznej zależy od tego, czy igła znajduje się nad przewodnikiem z prądem elektrycznym, czy pod nim. Bo gdy igła znajduje się nad przewodnikiem, to wychyla się w prawo, natomiast gdy ją umieścić pod przewodnikiem, to wówczas odchyła się w lewo. Zachowanie igły sugeruje więc istnienie linii pola magnetycznego wokół przewodnika, z odpowiednio skierowanym wektorem indukcji magnetycznej. Bo zachowuje się ona tak, jakby próbowała ustawić się wzdłuż tych linii pola.

Kierunek wychylenia przewodnika, gdy jest on (na początku doświadczenia) ułożony prostopadłe do drugiego przewodnika i gdy w obu przewodnikach płynie prąd elektryczny, nie zależy od tego, czy on jest położony powyżej, czy też poniżej drugiego przewodnika. W obu przypadkach przewodnik wychyla się w tym samym kierunku, bo kierunki przepływu prądów w przewodnikach nie uległy zmianie.

Opisane zachowanie prostopadłego przewodnika (z prądem) oraz igły magnetycznej (ustawionej równoległe) w pobliżu przewodnika z prądem elektrycznym jest podpowiedzią na temat stabilności struktury magnezu oraz charakteru tej struktury. Podpowiedzią jest też to, co dzieje się w przewodniku, gdy w nim płynie prąd elektryczny, oraz to wszystko, co dzieje się wokół niego.

A w przewodniku mamy taką sytuację, że istnieje stabilna struktura, która jest zbudowana z atomów, i istnieje silny strumień płynących elektronów. Stabilną strukturę atomy zachowują dzięki swoim potencjalnym powłokom. Atomy zagęszczają w swojej strukturze materię, która składa się z protoelektronów. A zagęszczanie to odbywa się według podobnego prawa fizycznego, jak zagęszczanie atmosfery wokół planety. Zagęszczone protoelektrony tworzą w atomach odrębne zagęszczenia w postaci elektronów. Powstawaniu elektronów sprzyja, z jednej strony, zagęszczenie materiału, z którego są zbudowane, oraz istnienie w tych składnikach budulcowych, czyli w protoelektronach, ich potencjalnych powłok. Ale ważną rolę odgrywają również potencjalne powłoki protonów i, ogólnie biorąc, potencjalne powłoki atomów. Te powłoki oddzielają od siebie materię protoelektronową na pewne porcje, a ponadto tworzą kuliste obszary w atomach, w których protoelektronowa materia krąży, jak na orbicie.

W strukturze przewodnika atomy w pewnym sensie stykają się ze sobą, a czynią to za pośrednictwem potencjalnych powłok, dzięki którym zachowują stabilność. Inne potencjalne powłoki tych atomów, mające większe i mniejsze średnice, wzajemnie przenikają się i w pewnym sensie regulują ruchem swobodnych elektronów w strukturze. Elektrony, które płyną (leca) w przewodniku i fizycznie składają się na prąd elektryczny, płyną strumieniami omijając największe zagęszczenia protoelektronów, jakie istnieją w atomowych jądrach i w pobliżu nich. Ich ruch w przewodniku wyznacza szlaki, którymi mkną coraz to nowe elektrony.

Szlaki elektronowe w przewodniku podczas ruchu elektronów zmieniają swoją konfigurację. Ale dla ruchu elektronów w przewodniku nie ma to wielkiego znaczenia dopóty, dopóki zostaje zachowana stabilna struktura przewodnika jako całości.

Strumień elektronów w przewodniku (pomijając na razie przyczynę jego istnienia) jest w istocie rdzeniem

całego zjawiska. Bo różnica między tym, co dzieje się w przewodniku pod wpływem przyłożonego napięcia elektrycznego, a tym, co dzieje poza nim, jest jedynie ilościowa. W przewodniku istnieje największe natężenie przepływu protoelektronów, bo tam są one najbardziej zagęszczone w postaci elektronów. Wokół przewodnika jest mniejsze natężenie przepływu protoelektronów, bo tam jest mniejsze ich zagęszczenie. I tak, w miarę oddalania się od przewodnika natężenie przepływu protoelektronów, w kierunku równoległym do przewodnika, staje się coraz mniejsze.

Wzrost masy magnesów - nowe zjawisko

Z przepływem prądu elektrycznego w przewodniku wiąże się zjawisko zagęszczania protoelektronów w przewodniku i wokół niego. Zagęszczanie występuje jedynie w momencie, kiedy następuje wzrost przyłożonego do końców przewodnika napięcia elektrycznego i wzrost prędkości płynących w przewodniku elektronów (protoelektronów). Wzrost prędkości strumienia elektronów w przewodniku pociąga za sobą wzrost prędkości protoelektronów wszędzie wokół przewodnika, a zwiększona prędkość skutkuje wzajemnym przyciąganiem się do siebie płynących równoległe względem siebie strug protoelektronów. A odbywa się to na podobnych zasadach, jak przyciąganie się dwóch równoległych przewodników z prądem, gdy prąd płynie w tym samym kierunku. W ten sposób protoelektrony położone z dala od przewodnika zbliżają się do niego coraz bardziej i w sumie rośnie natężenie pola magnetycznego. Gdy natężenie prądu w przewodniku maleje, zjawisko przebiega w odwrotnym kierunku, czyli następuje zmniejszenie prędkości protoelektronów i oddalanie się ich od przewodnika.

Zmiana gęstości protoelektronów płynących wokół w otoczeniu przewodnika z prądem, która następuje wraz ze zmianą natężenia prądu elektrycznego, jest podstawowym zjawiskiem, dzięki któremu powstają fale elektromagnetyczne i zachodzi ich emisja. Prąd zmienny, gdy płynie on w przewodniku, przyczynia się do pulsującego zagęszczania i rozrzedzania środowiska protoelektronowego (próżni fizycznej), a zmiany te, jako uporządkowane zaburzenia, przenoszą się w różnych kierunkach na ogromne odległości.

Zmiany gęstości protoelektronów w próżni fizycznej można obserwować w pośredni sposób w pięknym doświadczeniu, z którego film można obejrzeć na <http://www.youtube.com/watch?v=43TzU0TTzjk>. W doświadczeniu między dwoma cewkami Helmholtza umieszczona jest próżniowa kolba, a w niej działa elektronowe. Z działa jest wyrzucany strumień elektronów, które mkną równoległe do płaszczyzn, w jakich położone są obie cewki. Czyli, używając terminologii magnetycznej, elektrony mkną w kierunku prostopadłym do wektora indukcji magnetycznej B cewek.

Gdy przez cewki płynie prąd elektryczny, tor strumienia elektronowego zakrzywia się. Zakrzywienie toru elektronów w kolbie próżniowej do postaci okręgu i zmniejszanie się promienia tego okręgu, które następuje, gdy przez cewki płynie coraz większy prąd elektryczny, świadczy o kilku faktach. Po pierwsze, potwierdza zarówno istnienie protoelektronów w próżni fizycznej, jak i ich ruch po okręgach, które są usytuowane koncentrycznie względem powierzchni walcowych przechodzących przez zwoje cewek. Po drugie, zmniejszanie się promienia toru elektronów w kolbie, jakie następuje pod wpływem wzrostu natężenia prądu, potwierdza istnienie w tym czasie większego zagęszczenia ośrodka protoelektronowego w próżni fizycznej. Zmniejszenie promienia toru elektronów jest możliwe właśnie dzięki zwiększonej gęstości ośrodka protoelektronowego i zwiększonej prędkości i intensywności przepływu protoelektronów po koncentrycznych torach. Bo tylko w takich warunkach protoelektrony próżni fizycznej mogą wpłynąć na pędzące elektrony w taki sposób, aby zmniejszył się promień toru ich ruchu w kolbie.

Dzisiaj fizyk powie, że zmniejszanie się promienia toru, po jakim poruszają się elektrony, następuje z powodu wzrostu indukcji magnetycznej B cewek Helmholtza. Pomimo że nie zna on jeszcze prawdziwej przyczyny zakrzywienia toru elektronów, w "matematycznym sensie" ma on rację. Ale niewątpliwie, będzie on bardziej usatysfakcjonowany, gdy udzielając takiej odpowiedzi będzie jednocześnie znał prawdziwy mechanizm tego zjawiska.

Interesująca jest jeszcze sprawa stabilności pola magnetycznego magnesu trwałego. Bo w przypadku elektromagnesu stabilność ta jest zapewniona pod wpływem napięcia elektrycznego, które jest przyłożone do końcówek cewki, oraz w wyniku przepływu prądu elektrycznego w cewce. A co przyczynia się do tego, że ta stabilność istnieje w magnesie?

Otóż, gdy w cewce elektromagnesu znajduje się stalowy rdzeń, a przez cewkę płynie prąd elektryczny, to w strukturze materiału cewki (w miedzi lub aluminium) istnieją elektronowe szlaki, którymi płyną strugi elektronów. Podobnego rodzaju elektronowe szlaki powstają w strukturze stalowego rdzenia - i tymi szlakami płyną elektrony. Elektronowe szlaki w rdzeniu kształtują się od momentu, gdy tylko zostanie zamknięty obwód elektryczny cewki i zaczyna płynąć prąd.

Logika podpowiada, że gdy będzie się zmieniać natężenie prądu w cewce, to w rdzeniu będzie zmieniać się natężenie prądu w tych szlakach. I tak rzeczywiście by było... Ale pod warunkiem, że rdzeń byłby wykonany z materiału niemagnetycznego albo z żelaza magnetycznie miękkiego. Bo te materiały nie mogą w swojej strukturze utrwalić elektronowych szlaków, które powstają wskutek procesu magnesowania za pomocą cewki elektrycznej. Bo gdy w cewce przestaje płynąć prąd, ruchy cieplne atomów w tych materiałach natychmiast niwelują elektronowe szlaki.

Inaczej ma się sprawa w przypadku rdzenia ze stali. Stal jest tym materiałem, którego struktura zachowuje stabilność i utrwała elektronowe szlaki, jakie w niej powstają, gdy w cewce płynie prąd elektryczny. Wyłączenie prądu w cewce tylko nieznacznie wpływa na zmniejszenie prądu, który płynie w stalowym rdzeniu elektronowymi szlakami.

I oto powstaje gotowy magnes... Nie ma w nim nawiniętych uzwojeń, ale pomimo tego nieustannie płynie stały prąd elektryczny. Nie jest tu potrzebne elektryczne napięcie do zasilania, bo tę rolę pełni sama struktura magnesu oraz istniejące ruchy cieplne strukturalnych składników. Jedyne, co różni magnes od nie-magnesu, jest to, że w magnesie bardzo dużo elektronów porusza się uporządkowanymi szlakami, naśladując ruchy elektronów w uzwojeniach nie istniejącej już (wokół niego) cewki.

I co najważniejsze... Masa stalowego magnesu jest nieco większa od masy tego samego stalowego rdzenia, kiedy on znajdował się w cewce i magnesem jeszcze nie był. Wzrost masy magnesu jest spowodowany zagęszczeniem protoelektronowego ośrodka w samym magnesie i wszędzie wokół niego. A to, jak już wiemy, jest spowodowane płynącymi strumieniami elektronów w strukturze magnesu. Kto nie wierzy - niech sprawdzi...

Bogdan Szenkaryk "Pinopa"
Legnica, 2011.02.07.