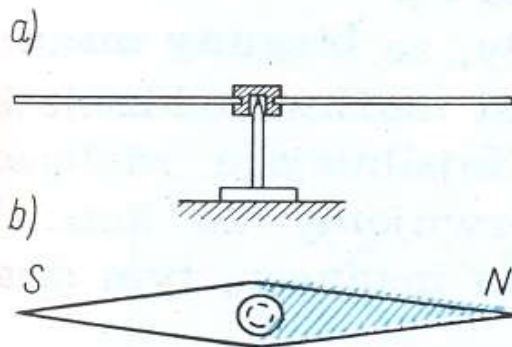


# Lekcja 50. Powstawanie Pola Magnetycznego

- Pole magnetyczne powstaje wokół magnesu trwałego i poruszających się ładunków elektrycznych.

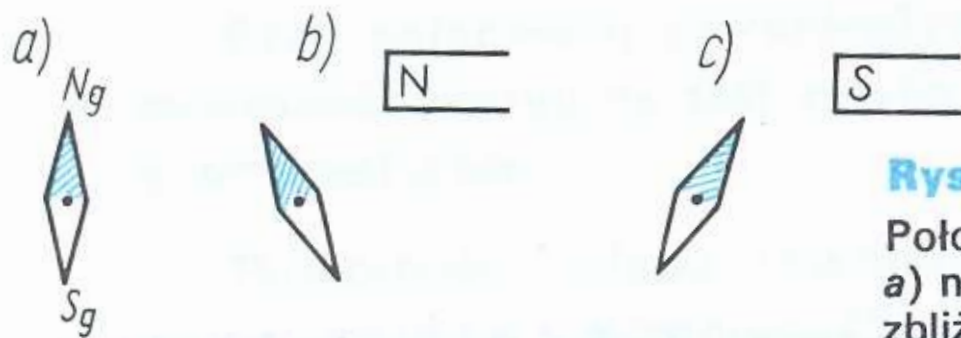
Już 600 lat przed naszą erą starożytni Grecy wiedzieli, że wydobywana w pobliżu miasta Magnezji w Azji Mniejszej ruda żelaza, nazywana później magnetytem, ma właściwość przyciągania małych przedmiotów stalowych. Stwierdzili również, że taką samą właściwość można nadać prętom z twardej stali przez kilkakrotne potarcie ich magnetytem. Tak powstały pierwsze sztuczne magnesy trwałe w odróżnieniu od magnesów naturalnych, jakimi są kawałki magnetytu. W dalszym ciągu będą opisane skuteczniejsze sposoby magnesowania niż przez pocieranie magnetytem. Sama nazwa „magnes” pochodzi niewątpliwie od miasa Magnezji.



**Rys. 13.1**

Igła magnetyczna: a) widok z boku; b) widok z góry

Dalsze badania wykazały, że dowolny magnes prętowy, zawieszony swobodnie nad ziemią, przyjmuje w każdym miejscu na kuli ziemskiej ściśle określoną pozycję zależną od położenia geograficznego danego miejsca. Zjawisko to zostało wykorzystane w budowie kompasów. Istotną część kompasu stanowi igła magnetyczna osadzona na pionowym ostrzu tak, że może się poruszać w płaszczyźnie poziomej. Na **rys. 13.1a** przedstawiono widok, igły magnetycznej z boku, a na **rys. 13.1b** — widok z góry. Jeden koniec igły magnetycznej zwraca się na północ, więc nazwano go biegunem magnetycznym północnym *N*, a drugi — biegunem magnetycznym południowym *S*. W celu ich odróżnienia nadaje się zwykle biegunowi północnemu barwę ciemnoniebieską, południowemu — szarą.



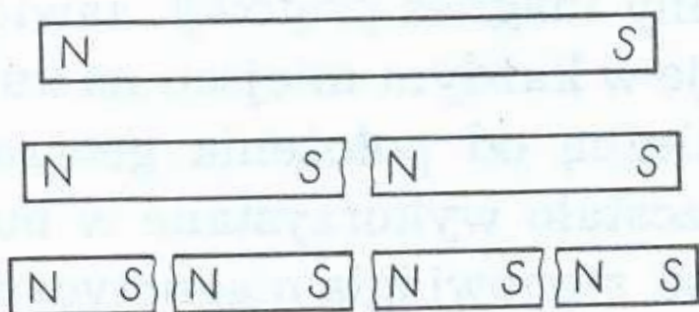
**Rys. 13.2**

Położenie igły magnetycznej w polu ziemskim: *a)* nie poddanej wpływom zewnętrznym; *b)* przy zbliżeniu bieguna *N* magnesu; *c)* przy zbliżeniu bieguna *S* magnesu do bieguna *N* igły

Stwierdzono, że dwa bieguny jednakoimienne (oba  $N$  lub oba  $S$ ) odpychają się, a bieguny różnoimienne ( $N$  i  $S$ ) przyciągają się. Na **rys. 13.2a** pokazano położenie igły magnetycznej nie poddanej wpływowi innych magnesów (kierunek zgodny w przybliżeniu z kierunkiem południka ziemskiego), na **rys. 13.2b** położenie tej samej igły przy zbliżeniu do jej bieguna  $N$  takiego samego bieguna  $N$  magnesu, a na **rys. 13.2c** — bieguna  $S$  magnesu.

Stąd wniosek, że kulę ziemską można traktować jak olbrzymich rozmiarów magnes, którego biegun magnetyczny południowy  $S_m$  znajduje się blisko bieguna geograficznego północnego  $N_g$  i na odwrót — biegun magnetyczny  $N_m$  w pobliżu  $S_g$ .

Dalsze badania nad magnesami wykazały, że **bieguny magnetyczne występują zawsze parami**, że nie jest możliwe oddzielenie bieguna magnetycznego N lub tylko S. Najsilniejsze zdolności przyciągania przedmiotów żelaznych obserwujemy na końcach magnesu, tj. na biegunach. Im bliżej środka magnesu, tym dzia-



**Rys. 13.3**

Magnes po przełamaniu dzieli się na nowe magnesy

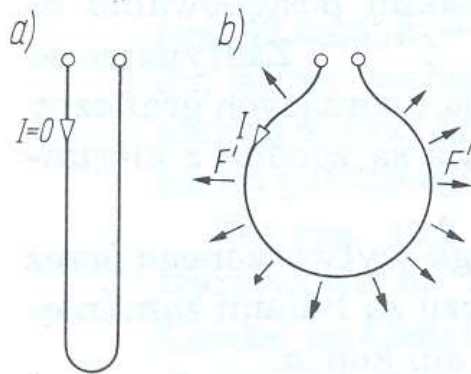
łanie to jest słabsze, a w samym środku długości magnesu w ogóle nie występuje. Dlatego środkową część magnesu nazywamy **strefą obojętną**.

Przez przełamanie magnesu otrzymujemy dwa nowe, krótsze magnesy o parze biegunów N, S (**rys. 13.3**).

## Pole magnetyczne jako pole elektrokinetyczne

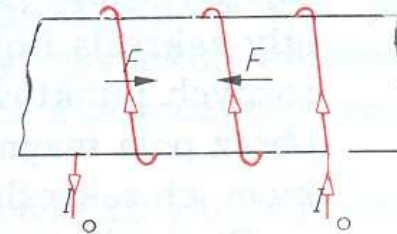
Przez przeszło 2000 lat uważano elektryczność i magnetyzm za dwie odrębne, zupełnie od siebie niezależne, dziedziny zjawisk fizycznych. Dopiero w 1819 r. Oersted odkrył oddziaływanie prądu elektrycznego na igły magnetyczne, a szczegółowe badania w tym kierunku przeprowadził Ampère w latach 1820 do 1823. Stwierdził on, że obwody elektryczne wywołują w otaczającej je przestrzeni działania podobne do działań magnesów i wysunął przypuszczenie, że istnienie magnesów trwałych i magnesów naturalnych jest wynikiem mikroprądów wewnątrz materii.

Obecnie wiemy, że między ładunkami elektrycznymi będącymi w ruchu, a więc i między prądami elektrycznymi, istnieją oprócz sił elektrostatycznych podlegających prawu Coulomba, wielokrotnie większe siły elektrokinetyczne przypisywane dawniej siłom elektromagnetycznym.



**Rys. 13.4**

Pętla z bardzo giętkiej linki miedzianej: a) zwi-  
sającej swobodnie w  
stanie bezprądowym;  
b) podczas przepływu  
prądu o dużej wartości



**Rys. 13.5**

Siły między zwojami cewki  
podczas przepływu prądu

# Lekcja 51. Graficzny obraz pola magnetycznego.

Prąd w dowolnym obwodzie elektrycznym wywołuje w otaczającej przestrzeni pole elektrokinetyczne, nazwane tradycyjnie **po-  
lem magnetycznym**.

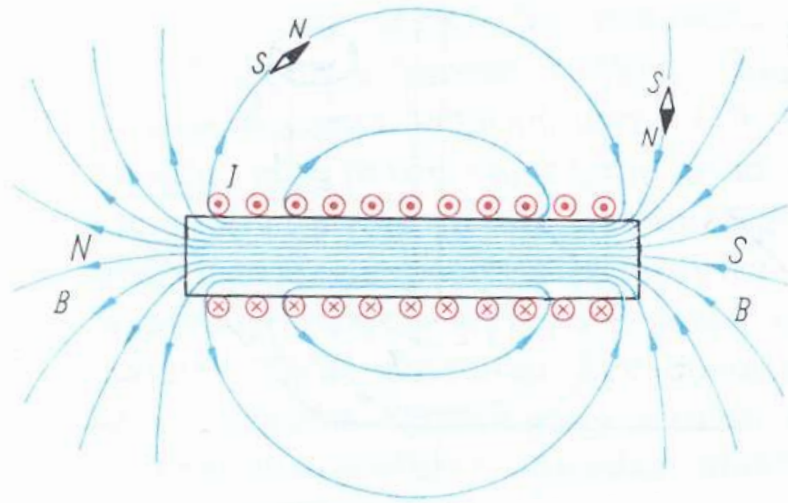
Zachowanie dawnej nazwy „pole magnetyczne” jest uzasadnione tym, że jest to pole tej samej natury co pole magnesu.

Do jakościowego badania pól magnetycznych służą odpowiednio małe igły magnetyczne. Kierunek igły magnetycznej jest zgodny z kierunkiem działających na nią sił pola, a zwrot zgodny ze zwrotem od S do N.

Igłę umieszczamy w wybranym punkcie pola magnetycznego, czekamy aż przestanie się wahać, a następnie przesuwamy jej oś o bardzo mały odcinek  $\Delta l$  w kierunku bieguna  $N$ . Po uspokojeniu się igły znów ją przesuwamy o  $\Delta l$ . Przy takim postępowaniu oś igły zakreśla linię zwaną **linią pola magnetycznego**. Zaczynając od różnych punktów otrzymamy zbiór linii pola tworzących graficzny obraz pola magnetycznego. Strzałki linii pola są zgodne z kierunkiem ich zakreślania.

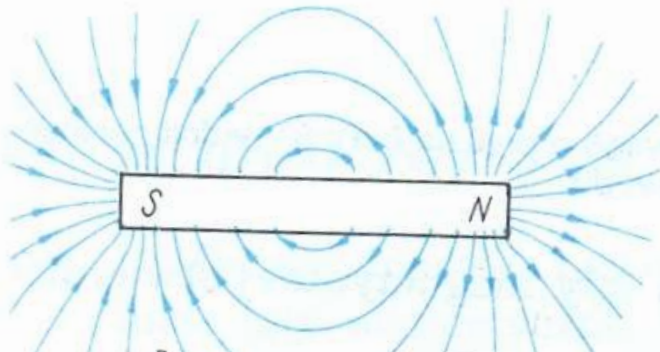
Stwierdzamy, że linie pola magnetycznego wytworzonego przez obwody elektryczne umieszczone w powietrzu są liniami zamkniętymi, tzn. że nie mają nigdzie ani początku, ani końca.

Linie pola na zewnątrz magnesu trwałego wychodzą z okolicy bieguna  $N$ , a kończą się w okolicy bieguna  $S$ . Jaki jest obraz pola wewnątrz magnesu, tego za pomocą igły magnetycznej stwierdzić nie można.



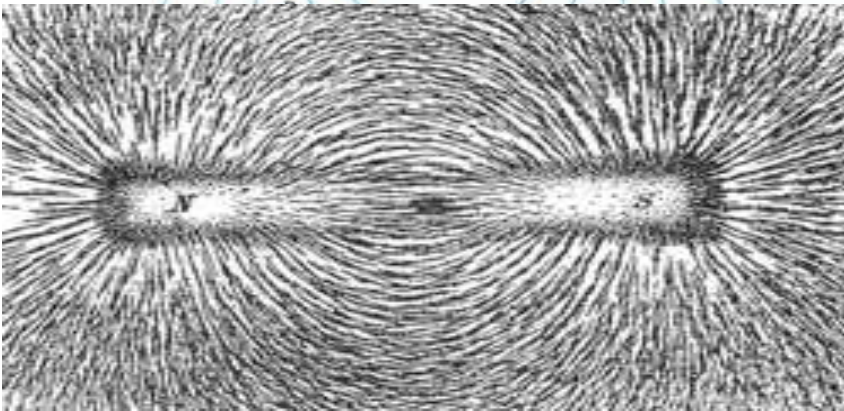
**Rys. 13.7**

Pole magnetyczne solenoidu

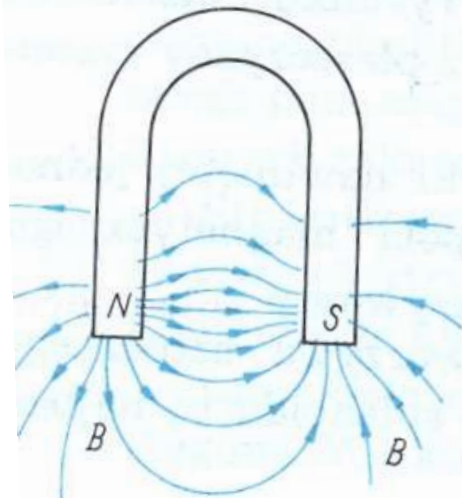


**Rys. 13.8**

Pole magnetyczne magnesu prętowego







**Rys. 13.9**

Pole magnetyczne magnesu podkowiastego

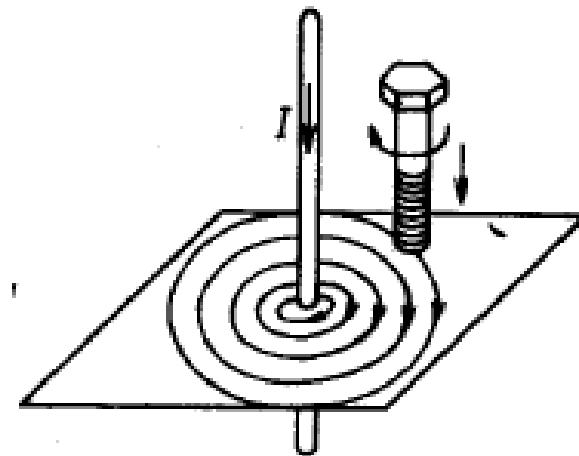
14

Linie pola magnetycznego odtwarzają tylko w poglądowy sposób obraz pola. Przyjmujemy, że ich gęstość, tj. liczba przypadająca na jednostkę powierzchni, jest proporcjonalna do pewnej wielkości  $B$ , charakteryzującej pole magnetyczne, którą nazywamy **indukcją magnetyczną**. Linie pola są więc **liniami indukcji magnetycznej**. Faktycznie pole wypełnia w sposób ciągły całą przestrzeń pomiędzy liniami.

# Lekcja 52. Reguła śruby prawoskrętnej

W każdym punkcie pola magnetycznego igła magnetyczna przyjmuje ściśle określony kierunek. Kierunek ten przyjmujemy za kierunek wektora indukcji magnetycznej  $B$ , opisującej dane pole. Wektor  $B$  jest w każdym punkcie pola styczny do przechodzącej przez ten punkt linii pola. Jego zwrot jest w kierunku bieguna  $N$  próbnej igły magnetycznej, umieszczonej w tym punkcie.

- Zwrot linii sił pola magnetycznego wokół przewodu prostoliniowego wyznaczamy za pomocą reguły śruby prawoskrętnej:
  - śrubę ustawiamy wzdłuż przewodu i obracamy tak, aby ruch postępowy był zgodny ze zwrotem prądu płynącego w przewodzie to wówczas ruch obrotowy wskaże zwrot linii sił pola magnetycznego wokół przewodu.



- Zwrot linii sił pola magnetycznego wewnątrz solenoidu wyznaczamy stosując regułę śruby prawoskrętnej:
  - śrubę prawoskrętną ustawiamy równoległe do solenoidu i obracamy zgodnie ze zwrotem prądu wówczas ruch postępowy śruby wyznacza zwrot linii pola wewnątrz solenoidu.

