

# Magnetyczne oddziaływania

Magnes, który jak żaden inny materiał przyciągał przedmioty z żelaza, zadziwiał ludzi od bardzo dawna. Chińczycy, Japończycy i Persowie już w bardzo odległych czasach znali właściwości igły magnetycznej, jej skłonność do ustawiania się jednym końcem ku północy. Urządzenia, które dziś nazwalibyśmy kompasami, konstruowano w Arabii. Każdy może powtórzyć takie doświadczenie we własnym domu czy szkolnej pracowni. Do misy wypełnionej wodą wkładano igłę przymocowaną do drewnianej listewki, a magnetyczny stateczek momentalnie ustawiał się jednym końcem na północ. Na nasz kontynent igłę magnetyczną przywieźli żeglarze włoscy i portugalscy, którzy dzięki innowacyjnemu urządzeniu mogli rozwinąć sztukę sprawnej nawigacji po morzach i oceanach.

Na przełomie wieków XVI i XVII magnetyzmem zainteresował się William Gilbert, angielski fizyk i lekarz, odkrywca zjawiska magnetyzmu ziemskiego, badacz indukcji magnetycznej i elektryczności statycznej. Wyniki własnych przemyśleń i eksperymentów zapisał Gilbert w swojej pracy pt. „*De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure*” (*O Magnesach i ciałach magnetycznych oraz o wielkim magnesie Ziemi*), którą wydał w Londynie, w roku 1600. Jeden z pierwszych pokazów, jakie prezentował Gilbert, obserwowała osobiście królowa Elżbieta. Eksperyment polegał na zabawie małymi stateczkami wykonanymi z kory, na których dottore umocował małe igły magnetyczne. Stateczki umieszczone w długiej, wąskiej rynience wypełnionej wodą, płynęły do siebie przyciągane niewidzialną siłą. Obrócone o 180 stopni, ustawione jeden obok drugiego odpychały się i płynęły w przeciwnych kierunkach. To musiało zadziwiać współczesnych Gilbertowi. Podobnie, jak zabawa magnesami zaciekawia dziś dzieci, które po raz pierwszy odkrywają właściwości magnetyczne materii.

Wystarczy rozglądnąć się uważnie dookoła, aby zauważyć, że magnetyzm i związane z nim zjawiska funkcjonują blisko nas, w nauce i technice. Eksperymentowanie z igłą magnetyczną, zawieszoną swobodnie lub zamkniętą w kompasie, żelaznymi opiłkami czy innymi metalowymi przedmiotami, to najprostsza i dostępna dla każdego przygoda z magnetycznym polem. Jeszcze nie tak dawno, w szkolnych pracowniach fizycznych można było znaleźć piękne zestawy do eksperymentowania z magnetyzmem. W tych lepiej wyposażonych, także egzotyczne już dziś instrumenty pomiarowe, jak

# Magnetyczne oddziaływania

np. busola stycznych. Popularnymi urządzeniami, do działania których wykorzystano magnetyczne pole były magnetofony, aparaty służące do zapisu dźwięku. Dziś magnetofony, wyparte przez cyfrowe technologie obróbki dźwięku, żyją już tylko w świecie pasjonatów i kolekcjonerów, którzy analogowe, ciepłe brzmienia uważają za najdoskonalszą formę audio.

## A jak to działa z perspektywy fizyki?

Pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego niektóre metale (tzw. ferromagnetyki) zostają silnie namagnesowane. W pewnym uproszczeniu można wyjaśnić zjawisko następująco: elektrony znajdujące się wewnątrz materii, oprócz ładunku elektrycznego, posiadają moment magnetyczny. Zachowują się one jak mikroskopijne magnesy. Zwykle ustawione są w różnych kierunkach, nieuporządkowane, z polami znoszącymi się wzajemnie. W ferromagnetykach wygląda to trochę inaczej: kiedy momenty magnetyczne (inaczej: kierunki namagnesowania) są zgodne, materiał osiąga stan korzystny energetycznie. Powstają domeny magnetyczne (w obszarach tych występuje samoistnie pole magnetyczne). Magnesowanie polega właśnie na uporządkowaniu tych miniaturowych magnesów. Jak to funkcjonuje w praktyce, wie chyba każdy, kto choć raz bawił się magnesami i próbował namagnesować np. kawałek metalu.

Na koniec ważna rzecz: magnesy są spolaryzowane, to znaczy, że każdy magnes posiada dwa bieguny, których rozdzielić się nie da. Umownie nazywamy je północnym i południowym, tak jak bieguny naszej planety. Każdy, kto choć raz eksperymentował z magnesami wie, że bieguny jednoimienne (np. północny z północnym) się odpychają, a różnoimienne – przyciągają. Tę właściwość wykorzystamy właśnie w modelu, którego działanie dominują pola magnetyczne wytwarzane przez magnesy trwałe. Tyle teorii. Inne ciekawe kwestie o magnetyzmie znajdziecie także w rozdziale opowiadającym o magnetycznym akceleratorze liniowym.

# Magnetyczne oddziaływania

## BUDUJEMY i EKSPERYMENTUJEMY

Zbudujemy prosty przyrząd, który w ciekawy sposób ilustruje zachowanie przedmiotów umieszczonych w polu magnetycznym. Jego zasadniczą częścią są dwa elementy wyposażone w magnesy neodymowe i ustawione na wspornikach tak, że mogą się swobodnie obracać wokół punktu podparcia. W zależności od polaryzacji magnesów – obserwujemy różne oddziaływania pól magnetycznych wytwarzanych przez magnesy.

## NARZĘDZIA

piła do drewna, wkrętak, wiertarka stołowa, wiertarka ręczna, wiertła śr. 1.2 mm, 2.8 mm, 5.8 mm, nożyczki, nóż introligatorski, ołówek, linijka, szczypce uniwersalne, szczypce do wyginania drutu, pistolet do kleju na gorąco (z zapasem kleju), pilnik płaski, papier ścierny (kostka) nr 100

## MATERIAŁY

- listwa drewniana 10 x 50 mm, długość docelowa 240 mm,
- pręt drewniany średnicy 6 mm, długość 140 mm, dwie sztuki,
- pręt drewniany średnicy 15 mm (docelowo dwa krążki o długości 10 mm każdy),
- drut stalowy średnicy 1.4 mm, dwa odcinki o długości 250 mm,
- magnes neodymowy średnica 10 mm, długość 1 mm – 2 sztuki,
- tektura introligatorska 1.2 mm, format 50 x 50 mm,
- wykałaczką drewniana

## MONTAŻ

- przyciąć listwę drewnianą – podstawę przyrządu - do długości 240 mm,
- na listwie zaznaczyć oś symetrii (równoległą do dłuższego boku), na niej – dwa punkty w odległości 20 mm od krótszych boków każdy,
- w zaznaczonych miejscach wywiercić otwory wiertłem o średnicy 5.8 mm na głębokość około 8 mm (otwory nie powinny przechodzić na wylot),
- w prętach drewnianych o średnicy 6 mm nawiercić wgłębienia –

tylko na jednym końcu pręta,

- przygotowane pręty wcisnąć w otwory wywiercone w podstawie, tak żeby wgłębienia znajdowały się u góry,
- z pręta drewnianego o średnicy 15 mm wykonać dwa krążki o grubości 10 mm każdy,
- przewiercić krążki wiertłem o średnicy 1.2 mm,
- z jednej strony otwory rozwiercić wiertłem o średnicy 2.8 mm – do połowy grubości krążka (ok. 5 mm),
- w rozwiercone otwory wkręcić śruby M3 – do oporu,
- do śrub przymocować magnesy (po jednym na zestaw) - z drutu o średnicy 1.4 mm odciąć dwa kawałki po 250 mm,
- wygiąć i uformować drut wg fotografii,
- z tektury o grubości 1.2 mm wyciąć cztery kwadraty o boku równym 20 mm,
- przeciąć w połowie wykałaczkę,
- wygięty drut, połowę wykałaczki i dwa tekturowe kwadraty – zmontować wg wzoru pokazanego na fotografii przy pomocy kleju na gorąco,
- w wygięte części drutu – włożyć śruby M5 i zakręcić nakrętki,
- krążki drewniane z magnesami zamocować na ukształtowanych elementach z drutu,
- każdy element należy wyważyć doginając odpowiednio drut (koniec z przeciwwagą wykonaną ze śruby M5). Poprawnie wyważony element powinien utrzymywać równowagę podparty na wykałaczce,
- ustawić elementy na prętach, wkładając ostrza wykałaczek we wgłębienia.

Przyrząd można wykorzystać do demonstracji podstawowych zjawisk z dziedziny magnetyzmu. W zależności od tego w jaki sposób ustawimy magnesy na wspornikach, zaobserwujemy różny efekt: odpychania lub przyciągania elementów. Pola magnetyczne wytwarzane przez magnesy oddziałują ze sobą, a to wpływa na ruch elementów ustawionych na wspornikach.

Czasem, obserwując przyrząd, można odnieść wrażenie, że żyje on własnym życiem