

Demonstrator Prawa Lenza

[BAP_1041629.doc]

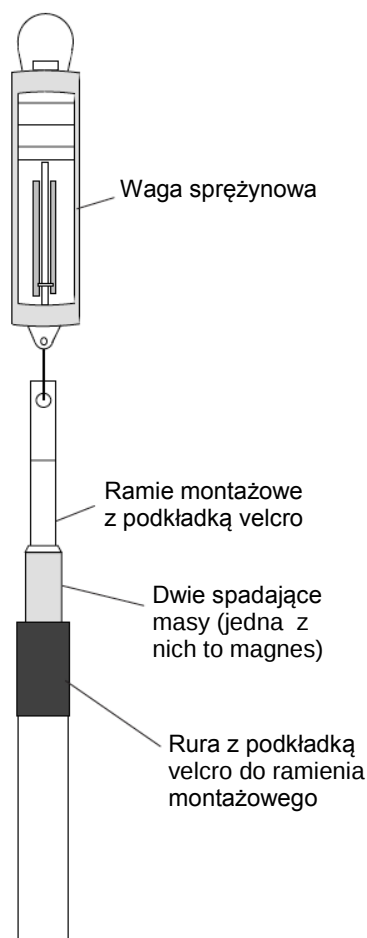
Demonstrator Prawa Lenza model MG-8600 służy do praktycznej demonstracji Prawa Lenza. Masa zrzucona jest do aluminiowej rury o długości 1.5 metra. Przelatuje przez nią w czasie około 0.5 sekundy. Następnie, do tej samej rury zrzucona jest identyczna masa (magnes). Spadający magnes wytwarza prąd wewnątrz rury, który z kolei generuje pole magnetyczne przeciwne do pola generowanego przez spadający magnes. Te przeciwdziałające pole zwalnia ruch magnesu, który na przelecenie przez rurę potrzebuje dziesięć razy dłuższego czasu. Układ do eksperymentu przedstawiony jest na Rysunku 1. Do zestawu dołączone są dwie masy. Jedyna różnica między nimi jest taka, że jedna z nich jest magnesem, a druga nie. Do zestawu dołączona jest także waga sprężynowa, która ma za zadanie pokazać, że masa zwiększa się w miarę jak magnes przelatuje przez rurę, co nie ma miejsca w przypadku masy niemagnetycznej.

Aby przeprowadzić demonstrację należy:

1. Ustawić zestaw jak na Rysunku 1.
2. Przytrzymać niemagnetyczną masę nad otworem w rurze i zrzucić ją.
3. Zrzucić magnes do rury.
4. Można powtórzyć demonstrację w celu umożliwienia studentom obserwacji odczytów wagi sprężynowej.

Teoria

Według prawa indukcji Faradaya, zmieniające się pole magnetyczne indukuje pole elektryczne. Według prawa Ampera, cyrkulujący prąd indukuje pole magnetyczne. Dlatego też jeżeli pole magnetyczne w przewodniku zmieni się, wytworzy się prąd, który z kolei wygeneruje wtórne pole magnetyczne. Według prawa Lenza, wtórne pole magnetyczne zawsze przeciwdziała zmianie w polu źródłowym.



Rysunek 1. Układ i ustawienie

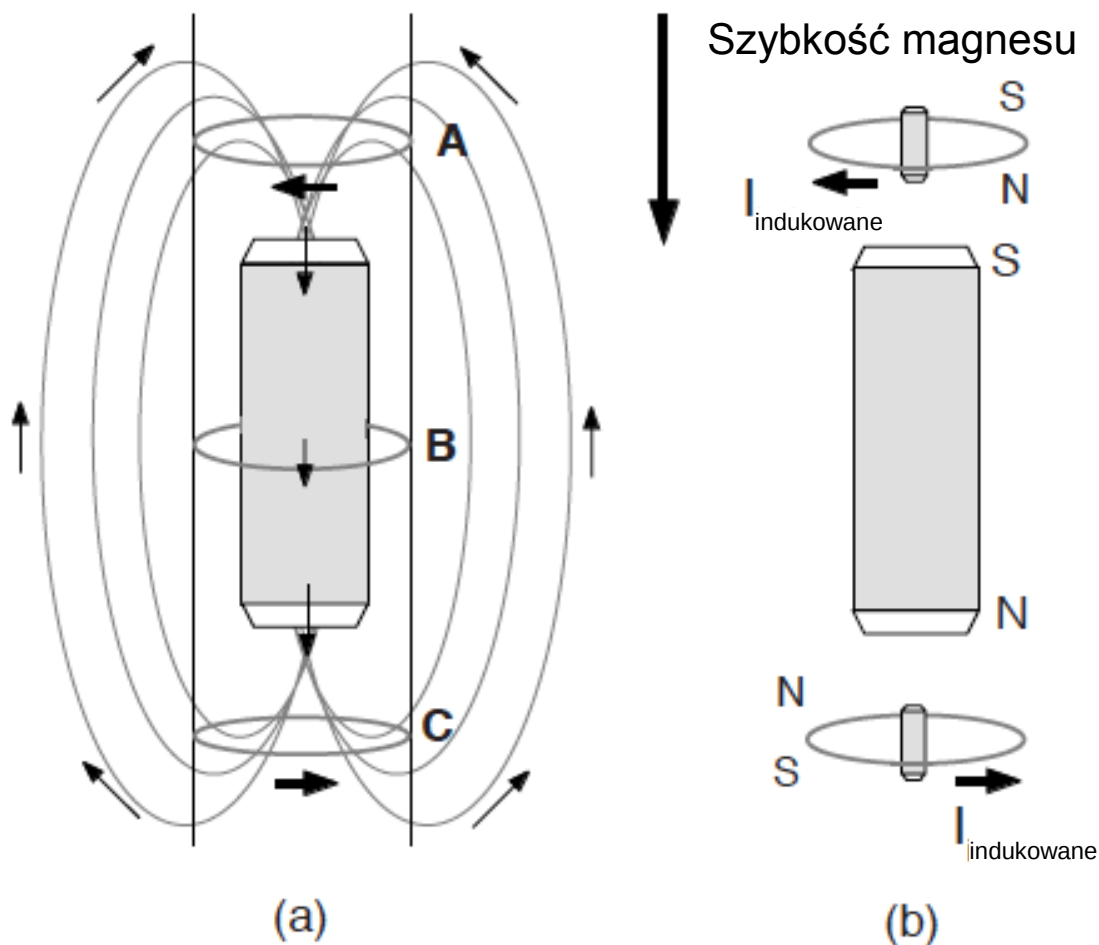
Na Rysunku 2a przedstawiony jest schemat magnesu przelatującego przez rurę. Biegun N spadającego magnesu skierowany jest w dół. Pokazane są trzy przekroje rury: A, B i C. Pole magnetyczne w każdym z tych przekrojów skierowane jest w dół. W przekroju A, pole magnetyczne zmniejsza się w miarę spadania magnesu. Według prawa Lenza, indukowane w ten sposób pole skierowane będzie w dół redukując w ten sposób tempo zmniejszania się całkowitego pola. W przekroju B, pole ze spadającego magnesu jest względnie stałe. Dlatego też w przekroju tym nie jest indukowane żadne pole. W przekroju C, pole z magnesu zwiększa się w miarę spadania magnesu. Według prawa Lenza, indukowane w ten sposób pole będzie skierowane w górę redukując szybkość zwiększania się całkowitego pola.

Łatwym sposobem na konceptualizację wpływu tych pól na spadający magnes jest wyobrażenie sobie, że pola te zostały wygenerowane przez malutkie magnesy przedstawione na Rysunku 2b. Kierunek pola górnego magnesu jest identyczny jak kierunek pola spadającego magnesu, dlatego też biegun N znajduje się w pobliżu bieguna S spadającego magnesu. Spadający magnes jest przyciągany, co powoduje spowolnienie jego ruchu. Pole dolnego magnesu odpycha spadający magnes ponownie spowalniając jego ruch. Dlatego też, według prawa Lenza, ruch magnesu zostanie spowolniony przez indukowane pola. Eksperyment to potwierdza. Prawo Lenza pozwala na łatwe określenie kierunków indukowanych prądów oraz pól magnetycznych. Jednakże można to także określić za pomocą bardziej podstawowych praw elektromagnetyki.

CONATEX-DIDACTIC Pomoce Naukowe Sp. z o.o. - ul. Powstańców Śląskich 103/1, 01-355 Warszawa
Dział Obsługi Klienta: tel.: 22 228 88 51, faks: 22 228 88 52

Internet: www.conatex.pl – e-mail: biuro@conatex.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie części lub całości tej publikacji bez wyraźnej pisemnej zgody Conatex-Didactic Pomoce Naukowe Sp. z o.o. jest zabronione.



Rysunek 2. Schemat spadającego magnesu

Kierunek prądów indukowanych w rurze można wyznaczyć za pomocą równania definiującego prawo Faradaya,

$$\varepsilon = - d\Phi/dt;$$

gdzie $d\Phi/dt$ jest szybkością zmiany strumienia magnetycznego w wybranym przekroju rury, natomiast ε jest siłą elektromagnetyczną indukowaną w tym przekroju. Do określenia kierunku prądu może być wykorzystana reguła prawej ręki. Jeżeli strumień magnetyczny przepływający przez rurę zwiększa się, należy skierować kciuk prawej ręki w kierunku odwrotnym do pola magnetycznego (z uwagi na znak minus). Jeżeli strumień magnetyczny przepływający przez rurę zmniejsza się, należy skierować kciuk prawej ręki w kierunku zgodnym z polem magnetycznym. W obu tych przypadkach, pozostałe palce skręcają się w kierunku przepływu prądu.

CONATEX-DIDACTIC Pomoce Naukowe Sp. z o.o. - ul. Powstańców Śląskich 103/1, 01-355 Warszawa
Dział Obsługi Klienta: tel.: 22 228 88 51, faks: 22 228 88 52

Internet: www.conatex.pl – e-mail: biuro@conatex.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie części lub całości tej publikacji bez wyraźnej pisemnej zgody Conatex-Didactic Pomoce Naukowe Sp. z o.o. jest zabronione.

W przekroju A, pole magnetyczne z magnesu skierowane jest w dół, natomiast indukowane pole, a co za tym idzie – strumień, zmniejsza się w miarę obniżania się magnesu. Dlatego też, w przekroju tym prąd płynie w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara (patrząc z góry). W przekroju B, strumień jest stały ponieważ pole w środku magnesu także jest stałe. W związku z tym, w przekroju B nie są indukowane żadne prądy. W przekroju C, pole skierowane jest w dół, a strumień zwiększa się w miarę obniżania się magnesu. Dlatego też prąd płynie w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Prądy cyrkulujące w przekroju A i C generują pola magnetyczne. Wielkość i kierunki tych pól można określić za pomocą prawa Ampera ($B \, dl = \mu_0 I$) oraz innej reguły prawej ręki. Po skręceniu palców w kierunku przepływu prądu, kciuk będzie wskazywał kierunek pola magnetycznego. Za pomocą tej reguły można pokazać, że przewidziane kierunki indukowanych pól są takie same jak te, przewidziane przez prawo Lenza.