

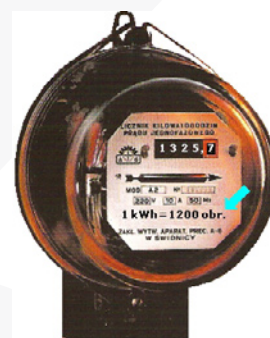


## Elektryczność i magnetyzm (II)

Juliusz Domański

Wiele doświadczeń z tego działu znajdziemy w artykule *Doświadczenia z wykorzystaniem magnesów neodymowych*, który znajduje się także na stronie <http://fizyka.zamkor.pl> (ZamKor Laboratorium, Doświadczenia Juliusza Domańskiego).

**1. Wyznaczanie mocy odbiornika energii elektrycznej.** Do tego doświadczenia nadaje się domowy licznik energii elektrycznej z podaną informacją, ilu obrotom tarczy odpowiada pobór energii równy 1 kWh (rys. 1). Włączamy odbiornik o dużej mocy, np. kuchenkę, czajnik, żelazko i liczymy liczbę obrotów tarczy w określonym czasie. Wyznaczamy zużytą energię, a następnie obliczamy moc urządzenia. Oczywiście w czasie pomiaru inne odbiorniki są wyłączone. Do doświadczenia można też wykorzystać nowszy licznik z odczytem cyfrowym, jeśli dokładność odczytu wynosi 0,001 kWh.

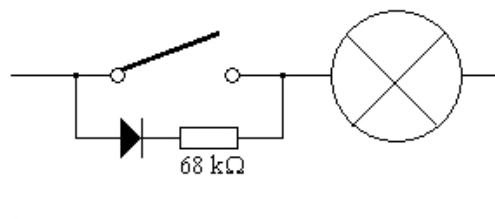


Rys. 1

**2. Sprawność czajnika.** Do elektrycznego czajnika wlewamy 1 litr wody. Mierzymy początkową temperaturę wody. Włączamy czajnik i mierzymy czas do rozpoczęcia procesu wrzenia. Moc czajnika odczytujemy z tabliczki znamionowej. Znajomość mocy czajnika i czasu ogrzewania wody pozwala obliczyć pracę wykonaną przez prąd elektryczny. Znając ciepło właściwe wody i przyrost temperatury, możemy obliczyć przyrost energii wewnętrznej wody. Z porównania tych dwóch wielkości obliczamy sprawność.

**3. Połączenia szeregowe i równoległe.** Przygotowujemy połączone szeregowo 3 oprawki do żarówek zakończone wtyczką sieciową. W oprawkach umieszczamy trzy żarówki o mocach 100, 60 i 40 W. Przed wykonaniem doświadczenia (włączeniem do sieci) prosimy uczniów o przewidzenie wyniku, pytając, która żarówka będzie świeciła najjaśniej. Wbrew przewidywaniom najjaśniej świeci żarówka o najmniejszej mocy. Przy połączeniu szeregowym przez wszystkie żarówki płynie prąd o tym samym natężeniu. Największy spadek napięcia występuje na żarówce o największym oporze (czyli najmniejszej mocy znamionowej), a więc w tej żarówce wydziela się największa moc.

**4. Diodę elektroluminescencyjną, zabezpieczoną dołączonym szeregowo opornikiem 68 k $\Omega$ , łączymy równoległe z wyłącznikiem oświetlenia (rys. 2). Jak będzie zachowywać się dioda przy zapaleniu i gaszeniu światła? Jest to problem, który stawiamy przed uczniami przed wykonaniem doświadczenia. Gdy wyłącznik jest zamknięty (żarówka się świeci), układ dioda-opornik jest zbocznikowany przez bardzo mały opór wyłącznika i praktycznie cały prąd płynie przez wyłącznik i żarówkę. Dioda nie świeci. Po otwarciu wyłącznika prąd o małym**

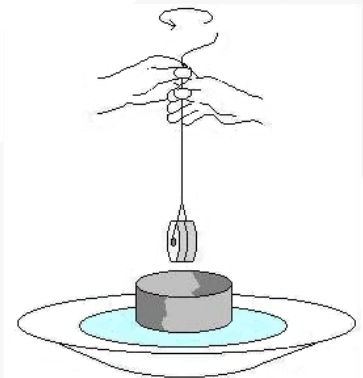


Rys. 2



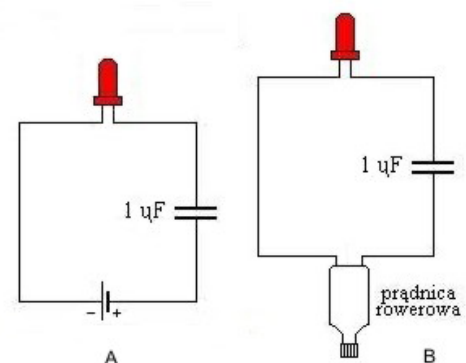
natężeniu (działanie oporu  $68\text{ k}\Omega$ ) płynie przez żarówkę, opornik i diodę. Dioda się świeci, żarówka nie. Oczywiście dla naszego doświadczenia nie musimy wykorzystywać istniejącej instalacji. Wystarczy niewielki układ zmontowany z żarówki w oprawce, dowolnego wyłącznika, diody i opornika.

**5. Czy magnes przyciąga aluminium?** Do tego doświadczenia potrzebne będzie niewielkie aluminiowe naczynie (średnica 7-10 cm, wysokość 2-3 cm). Jeśli nie masz takiego, utnij dolną część aluminiowej puszkę po napoju. Zbliź magnes do naczynia – przekonasz się, że nie jest przyciągane. Do talerza wlej trochę wody i wstaw aluminiowe naczynko. Silny magnes ferrytowy lub neodymowy zawieś na grubszej nitce i wpraw w szybki ruch obrotowy (rys. 3). Dlaczego naczynie zaczyna się obracać? W puszcze wzbudzone są indukcyjne prądy wirowe. Prądy generują pole magnetyczne. Zgodnie z regułą Lenza kierunek tych pól jest taki, aby przeciwdziałały przyczynie je wywołującej (tzn. zmianie pola magnetycznego wywołanej ruchem magnesu względem puszkę).



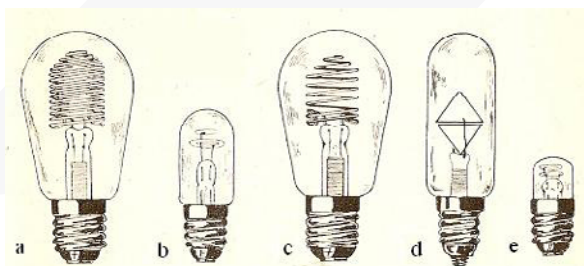
Rys. 3

**6. Kondensator w obwodzie elektrycznym.** Montujemy obwód według rysunku 4 A. Dioda nie świeci. Zmieniamy bieguny baterii. Dioda nadal nie świeci. Zastępujemy baterię prądniczką rowerową (rys. 4 B). Wprawiamy wirnik prądniczki w szybki ruch obrotowy, przeciągając silnie dłońią po głowicy prądniczki. Teraz dioda świeci. Jak to możliwe? Jak wiadomo, kondensator to dwa przewodniki przedzielone warstwą izolatora (i to dobrego izolatora!). Oczywiście prąd przez dielektryk nie płynie. Prądnica wytwarza napięcie przemiennie i okładki kondensatora przemiennie ładują się i rozładowują.

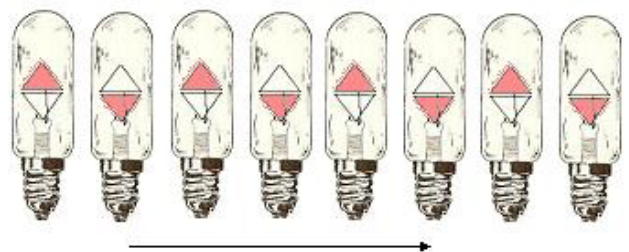


Rys. 4

**7. Prąd przemienny i neonówka.** Istnieje bardzo wiele modeli produkowanych lamp neonowych. Niektóre z nich przedstawia rysunek 5. Do naszego doświadczenia nadają się lampki posiadające elektrody umieszczone jedna nad drugą. Włączamy lampkę do sieci (oczywiście wkręconą w oprawkę z dołączonym przewodem z wtyczką). Wprawiamy w szybki ruch w kierunku wskazanym strzałką (rys. 6). Neon jarzy się na przemian przy jednej i drugiej elektrodzie. Uwaga: jarzenie gazu występuje przy elektrodzie ujemnej).



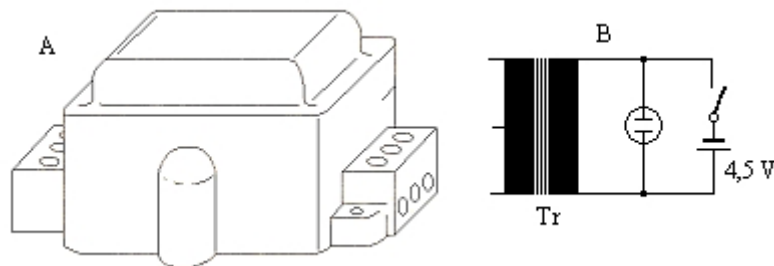
Rys. 5



Rys. 6



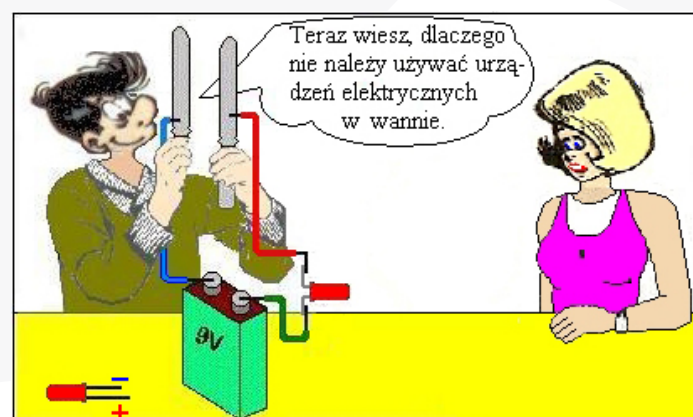
**8. Samoindukcja (indukcja własna).** Uzwojenie pierwotne transformatora dzwonekowego (lub innego) łączymy z wyłącznikiem, baterią 4,5 V i lampką neonową (rys. 7). Zamykamy na chwilę obwód. Nie ma widocznych efektów (napięcie zapłonu lampki jest rzędu 180 V, więc neonówka nie zapala się). Gdy otwieramy obwód lampka neonowa błyska.



Rys. 7

**9. Czy magnes działa na wolfram?** Aby to sprawdzić, żarówkę – najlepiej o niewielkiej mocy, np. 25 W – zbliżamy powoli do silnego magnesu – nie zauważymy odkształcenia włókna. Włączamy żarówkę do sieci i ponownie zbliżamy do żarówki silny magnes – włókno żarówki drga. Dlaczego? Gdy przez włókno żarówki płynie prąd i znajdzie się ono w polu magnetycznym, działa na nie siła elektrodynamiczna powodująca ruch.

**10. Dlaczego w wannie nie należy korzystać z urządzeń elektrycznych?** Do doświadczenia potrzebne będą dwa noże stołowe z metalowymi trzonkami, dowolna bateria o napięciu 9 V (mogą być dwie o napięciu 4,5 V połączone szeregowo) oraz dowolna dioda elektroluminescencyjna (można ją kupić w sklepie z częściami radiowymi za ok. 1,5 zł). Noże łączymy przez diodę z baterią 9 V (UWAGA! Noże nie mogą się stykać, bo grozi to zniszczeniem diody). Ujmujemy noże w ręce (rys. 8). Zwiększamy siłę nacisku rąk, obserwując jednocześnie świecenie diody. Zwilżamy dłonie i powtarzamy doświadczenie – dioda świeci jaśniej. Jakie wnioski powinniśmy wyciągnąć z doświadczenia?

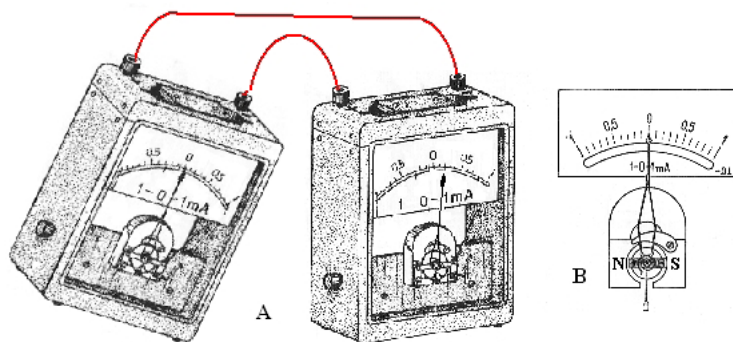


Rys. 8

**11. Gdzie jest źródło prądu?** Do doświadczenia potrzebne są dwa mierniki magnetoelektryczne (najlepiej miliamperomierze z zerem na środku skali). Mierniki łączymy ze sobą (rys. 9). Jeśli jeden z nich będziemy kołysać, tak aby spowodować wychylenia wskazówki miernika, wskazówka drugiego miernika też będzie się



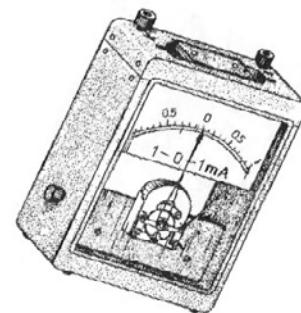
wychylać. Gdzie jest źródło prądu płynącego przez ten miernik? Kołyszając miernikiem, wprawiamy w ruch cewczkę znajdującą się w polu magnetycznym. W cewczce wzbudzany jest prąd indukcyjny, który płynąc przez drugi miernik, powoduje wychylenie jego wskazówki.



Rys. 9

### 12. Reguła Lenza.

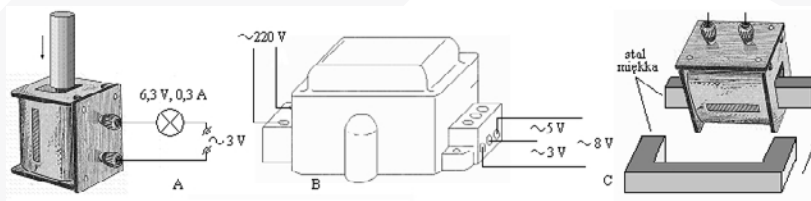
Kołysamy miernikiem (jak w poprzednim doświadczeniu). Wskazówka dość silnie się wychyla. Zwieramy przewodem zaciski miernika (rys. 10) i ponawiamy kołysanie. Wychylenia wskazówki są wyraźnie tłumione. Dlaczego? Przed zwarcie zacisków, w cewczce wzbudzana była siła elektromotoryczna, ale nie płynął prąd (obwód był otwarty). Po zwarcie cewki popłynął w niej prąd i zgodnie z prawem Lenza wystąpiło hamowanie.



Rys. 10

### 13. Opór indukcyjny.

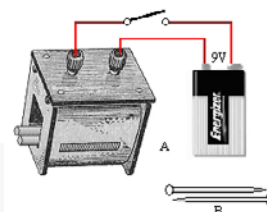
Cewkę o dużej liczbie zwojów łączymy przez żarówkę 6,3 V, 0,3 A z transformatorem dzwinkowym (rys. 11 A, B). Do cewki wsuwamy dość gruby pręt z miękkiej stali. Żaróweczka przygasa. Przy zbyt małej liczbie zwojów efekt może być bardzo słaby. Wzmocnimy go znacznie, stosując zamknięty obwód magnetyczny (rys. 11 C).



Rys. 11

### 14. Dlaczego pręty się odpychają?

Do cewki o kilkuset zwojach wkładamy dwa pręty z miękkiej stali (rys. 12 A). Mogą to być dwa gwoździe ułożone jak na rysunku 12 B. Łączymy cewkę z baterią 9 V. Pręty odpychają się. Dlaczego? Czy będą się odpychały, jeśli zastosujemy napięcie przemiennie? W polu magnetycznym wewnątrz cewki pręty namagnesowały się jednakowo, zatem obok siebie znalazły się jednoimienne bieguny magnetyczne. Wystąpiło odpychanie. Odpychanie wystąpi również, gdy zastosujemy napięcie przemiennie (kierunki namagnesowania obu prętów będą zmieniały się jednocześnie).



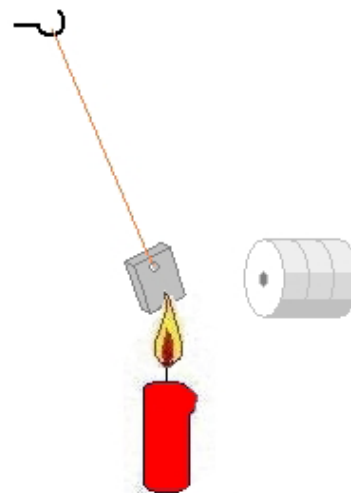
Rys. 12



**15. Temperatura Curie.** Niewielki kawałek niklu zawieszamy na cienkim miedzianym druciku. Umieszczamy w pobliżu silny magnes. Nikiel się odchyła i pozostaje w pozycji pokazanej na rysunku 13. Podstawiamy świeczkę. Po chwili nikiel traci własności ferromagnetyczne i zwisa swobodnie. Po ostygnięciu jest ponownie przyciągany przez magnes. Jeśli nikiel zastąpimy żelaznym gwoździem, ogrzanie go do temperatury Curie będzie trudniejsze (temperatura Curie dla niklu wynosi  $365^{\circ}\text{C}$ , dla żelaza technicznego  $690-870^{\circ}\text{C}$ ). Zdobycie kawałka niklu jest dość trudne. Niekiedy od źle pokrytych niklem przedmiotów odpadają płatki niklu i taki płatek wystarczy do proponowanego doświadczenia.

#### Literatura:

„Fizyka w Szkole”, nr 3/2005.  
„Fizyka w Szkole”, nr 5/2007.



Rys. 13