



Elektryczność i magnetyzm (I)

Juliusz Domański

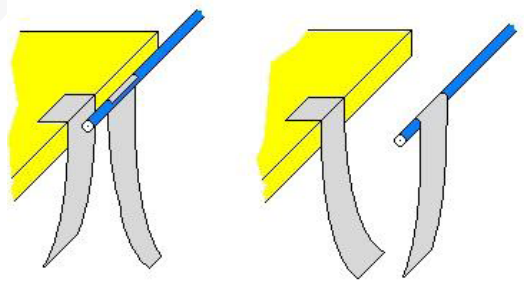
Wiele doświadczeń z tego działu znajdziemy w artykule *Doświadczenia z wykorzystaniem magnesów neodymowych*, który znajduje się na stronie <http://fizyka.zamkor.pl> (ZamKor Laboratorium, Doświadczenia Juliusza Domańskiego).

1. Elektryzowanie przez zetknięcie dwóch różnych ciał (I).

Przygotowujemy kilka drobnych skrawków papieru. Plastikową linijkę lub grzebień zbliżamy do skrawków papieru – nic szczególnego się nie dzieje. Pocieramy linijkę włosy (lub przeczesujemy je grzebieniem) i zbliżamy do przygotowanych skrawków – linijka (grzebień) przyciąga skrawki papieru. Dzięki zetknięciu linijki i włosów (dwóch różnych ciał) nastąpiło rozdzielanie ładunków elektrycznych i naelektryzowanie linijki (grzebienia). Oczywiście włosy otrzymały ładunek przeciwnego znaku, ale dzięki dobremu przewodnictwu elektrycznemu ludzkiego ciała dość szybko spłynął on do ziemi. Powtarzamy doświadczenie, pocierając o sukno rurę PCW i zbliżając ją do skrawków papieru.

2. Elektryzowanie przez zetknięcie dwóch różnych ciał (II).

W tym doświadczeniu pokazujemy, że jeśli powierzchnia styku jest wystarczająco duża, pocieranie jest zbędne. Do doświadczenia użyjemy przezroczystej taśmy klejącej typu scotch. Kawałek taśmy (10-12 cm) przyklejamy np. do krawędzi stołu (rys. 1). Drugi, podobny przyklejamy do ołówka i zbliżamy do kawałka przyklejonego do stołu (stroną bez kleju). Taśmy odpychają się. Zbliżyliśmy stroną z klejem – taśmy przyciągają się. Przy odwijaniu taśmy z rolki strona z klejem i przylegająca do niej strona bez kleju uzyskały ładunki przeciwnego znaku.



Rys. 1

3. Tocząca się puszka.

Oddziaływanie elektryczne ciał możemy pokazać w sposób bardzo efektowny. Pustą metalową puszkę po napoju kładziemy na stole. Do puszki zbliżamy naelektryzowaną przez potarcie rurą PCW od odkurzacza. Przyciągana przez rurę puszka toczy się po stole. Ruch puszki możemy kontynuować, odsuwając od niej powoli rurę.

4. Elektroskop.

Konstrukcję bardzo prostego, a jednocześnie świetnie działającego elektroskopu, opisaliśmy w artykule *Świeca, a cóż to ciekawego?*. Artykuł znajduje się na stronie <http://fizyka.zamkor.pl>.

5. Elektryzowanie przez indukcję.

Do elektroskopu (doświadczenie 4) wstawiamy naelektryzowaną przez potarcie rurą PCW (od odkurzacza lub wodno-kanalizacyjną, do kupienia w sklepach budowlanych). Listek



elektroskopu silnie się odchyła. Po wyjęciu rury listek opada. Wychylenie listka nastąpiło, ponieważ obecność ładunków zgromadzonych na rurze spowodowała przemieszczenie się ładunków w ściankach puszkę i w listku – czyli zaszła indukcja elektrostatyczna. Wstawiamy ponownie naelektryzowaną rurę i uziemiamy palcem puszkę elektroskopu, co powoduje opadnięcie listka. Po usunięciu uziemienia wyjmujemy rurę, a wtedy listek ponownie silnie się odchyła. Nastąpiło trwałe naelektryzowanie elektroskopu w wyniku indukcji elektrostatycznej oraz odprowadzenia do ziemi nadmiaru ładunku z puszkę.

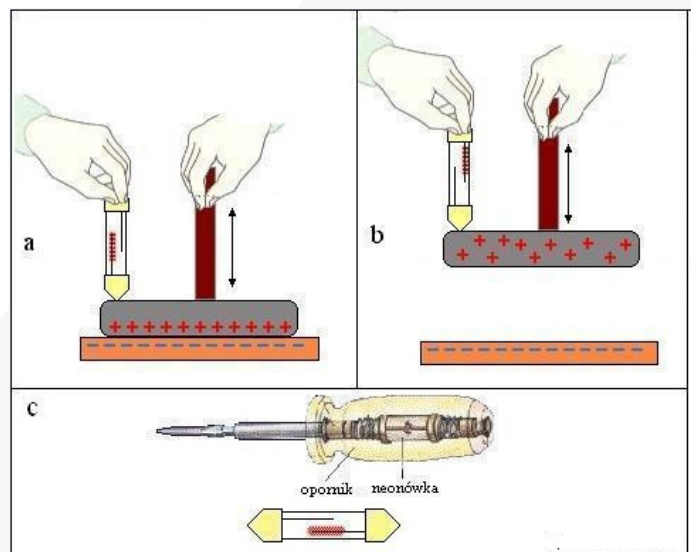
6. Ładunki swobodne i związane. Do tego doświadczenia użyjemy przyrządu zwanego elektroforem (rys. 2).

Elektryzujemy płytę PCW przez potarcie sukniem (papierem gazetowym). Stawiamy na płycie elektrofor. Dotykamy elektrofora lampką neonową – lampka błyska. Podnosimy elektrofor i ponownie dotykamy lampką neonową – lampka znowu błyska. Płyta PCW była naelektryzowana ujemnie. Po postawieniu na niej elektrofora nastąpiło przemieszczenie elektronów na górną powierzchnię płyty elektrofora, zaś niedomiar elektronów na dolnej powierzchni oznacza, że jest ona naelektryzowana dodatnio. Zetknięcie neonówki z elektroforem leżącym na płycie spowodowało odpływ elektronów (ładunku swobodnego) przez neonówkę do ziemi. Po uniesieniu płyty niedomiar elektronów został uzupełniony przez elektrony napływające z ziemi.

Uwaga 1: W lampce neonowej jarzy się elektroda połączona z ujemnym biegunem źródła.

Uwaga 2: Jeśli nie masz elektrofora można go łatwo wykonać samodzielnie. Potrzebna będzie płytka z PCW (lub polistyrenu) o wymiarach ok. 15 × 15 cm i nieco mniejsza płytka (blacha) metalowa. Na środku płyty metalowej przyklejamy izolujący uchwyt (np. kołpak od pojemnika z dezodorantem). Jeśli użyliśmy płyty prostokątnej lub kwadratowej, warto naroża zaokrąglić pilnikiem.

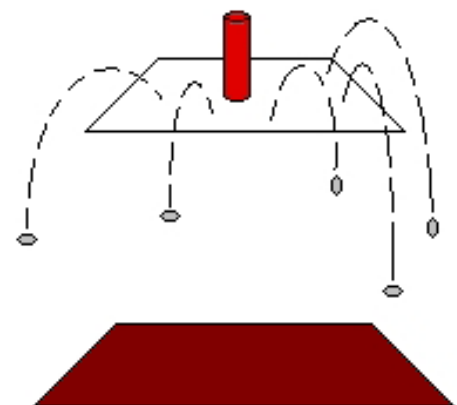
Neonówkę można nabyć w sklepach ze sprzętem elektrycznym. Może to być sama lampka lub łącznie z wkrętkiem-próbnikiem (wskaźnikiem napięcia).



Rys. 2

7. Skaczący ryż (ładunki swobodne i związane). Jak poprzednio, elektryzujemy płytę i stawiamy na niej elektrofor. Elektrofor posypujemy preparowanym ryżem (ew. skrawkami papieru, kaszą) – wystarczy kilkanaście ziarenek. Uziemiamy palcem elektrofor – nic się nie dzieje. Gdy uniesiemy elektrofor, ziarenka efektywnie zeskakują (rys. 3).

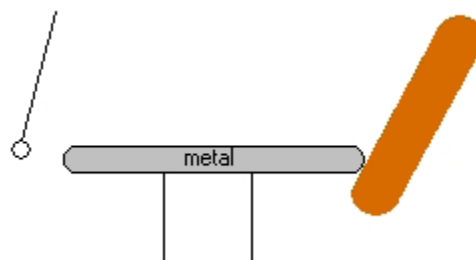
8. Przewodniki i izolatory (I). Przygotowujemy dwa pręty: jeden metalowy, drugi z dielektryka, każdy o długości ok. 15 cm. Pręt kładziemy na izolującej podstawie (np. kostka styropianu). Na nitce zawieszamy lekką kulkę, np. wyciętą z rdzenia bzu (wewnętrzna, miękka część gałązki). Kulka powinna lekko



Rys. 3



dotykać jednego z końców pręta (rys. 4). Po przeciwległym końcu pręta przeciągamy silnie naelektryzowaną przez potarcie rurką PCW. Gdy przeprowadzamy doświadczenie, wykorzystując pręt z dielektryka, nic się nie dzieje. Jeśli użyjemy pręta metalowego, kulka odskakuje, co świadczy o pojawieniu się ładunków na całym metalowym pręcie.

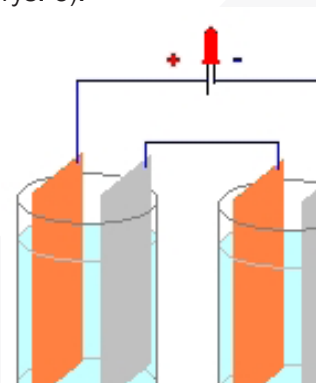


Rys. 4

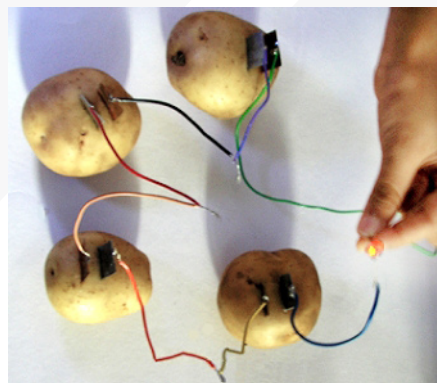
9. Przewodniki i izolatory (II). Elektryzujemy przez pocieranie płytę z tworzywa sztucznego (PCW) i – przez indukcję – metalową płytę elektroforu. Dotykamy w różnych miejscach lampką neonową płyty z tworzywa, a następnie płyty metalowej elektroforu. Gdy dotykamy lampką neonową płyty PCW lampka wielokrotnie, choć słabo rozbłyskuje – do ziemi są odprowadzane ładunki jedynie z najbliższego otoczenia punktu zetknięcia. Gdy dotykamy płyty elektroforu, neonówka błyska silnie, ale tylko jeden raz – do ziemi spłynęły ładunki z całej płyty.

10. Kaszę też można naelektryzować. Łyżkę kaszy wsypujemy do elektroskopu – listek pozostaje nieruchomy. Przez rurkę PCW nachyloną pod kątem ok. 30° względem poziomu sypimy powoli kaszę do elektroskopu. Po chwili listek odchyła się, co świadczy o naelektryzowaniu kaszy przez potarcie o rurkę.

11. Ogniwo chemiczne. Do dwóch naczyń (szklanek) wstawiamy po jednej blaszce cynkowej (może być blacha ocynkowana) i miedzianej. Zalewamy silnie osoloną wodą (rys. 5). Ogniwa łączymy szeregowo z diodą elektroluminescencyjną. Dioda świeci. Doświadczenie możemy też przygotować bardziej widowiskowo, wykorzystując ziemniaki (rys. 6).

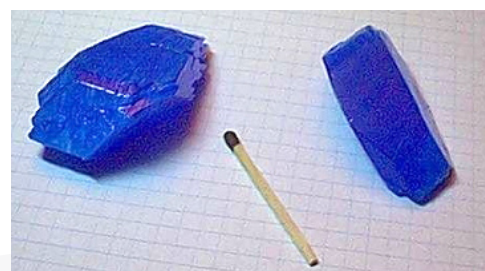


Rys. 5



Rys. 6

12. Elektroliza. Do doświadczenia niezbędny będzie siarczan miedzi CuSO_4 (niebieskie kryształki – rys. 7). Około 30 g siarczanu miedzi rozpuszczamy w 100 ml wody. Przygotowujemy dwie elektrody – np. blaszki – miedzianą i stalową. Blaszke stalową dokładnie oczyszczamy papierem ściernym. Blaszki zanurzamy w roztworze i łączymy je ze źródłem napięcia stałego (ok. 4 V): blaszkę stalową z ujemnym biegunem źródła, a miedzianą z dodatnim. Już po paru minutach zauważymy osiadanie miedzi na blaszce stalowej.



Rys. 7



Nasze doświadczenie jest ilustracją przemysłowej metody pokrywania jednych metali innymi, a także otrzymywania metali w stanie czystym.

13. Pole magnetyczne wokół przewodnika. Włączamy na chwilę lutownicę transformatorową. Zbliżyliśmy grot do niewielkich gwoździków lub spinaczy biurowych. Gwoźdźdiki zostają przyciągnięte (rys. 8). Gdy zwalnimy przycisk wyłącznika – gwoźdźdiki odpadają.



Rys. 8

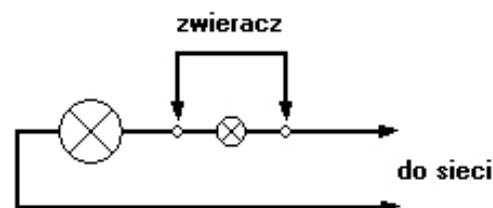
14. Magnes na nitce. Ekranowanie pola magnetycznego. Zobacz doświadczenie 17 w artykule *Magnesy neodymowe* znajdującym się na stronie <http://fizyka.zamkor.pl>.

15. Namagnesowana kuchenka. Kompas zbliżyliśmy do górnej części dużego stalowego przedmiotu zajmującego przez dłuższy czas ustalone położenie (kuchenka, kaloryfer), następnie kompas zbliżyliśmy do części dolnej przedmiotu i porównujemy ustawienie igły (rys. 9). Przebieg linii pola magnetycznego Ziemi sprawia, że stalowe przedmioty trwale się magnesują: do górnej zbliża się biegun N igły magnetycznej kompasu, a do dolnej biegun S. Czy tak samo zachowałyby się kompas, gdyby wykonywać to doświadczenie np. w Australii? Prosty sposób wykonania kompasu opisaliśmy w doświadczeniu 6, w artykule *Magnesy neodymowe* znajdującym się na stronie <http://fizyka.zamkor.pl>.



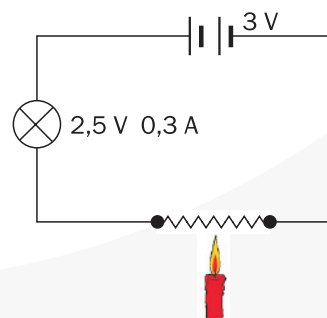
Rys. 9

16. Zależność oporu przewodnika od temperatury (I). Żarówkę o mocy 100 W na napięcie 230 V łączymy szeregowo z żarówką 6,3 V. Włączamy do sieci (230 V) – żaróweczka natychmiast przepala się. Wyłączamy z sieci, wkręcamy nową żaróweczkę i zwieramy ją przewodnikiem (rys. 10). Włączamy ponownie zasilanie, a następnie usuwamy przewód zwierający. Obie żarówki się świecą! W pierwszym przypadku przez zimne włókno żarówki o mocy 100 W (niewielki opór) popłynął prąd o dużym natężeniu, powodując przepalenie się żaróweczki. W drugim przypadku żaróweczka została włączona do obwodu już po rozgrzaniu żarówki, gdy jej opór wzrósł prawie dziesięciokrotnie.



Rys. 10

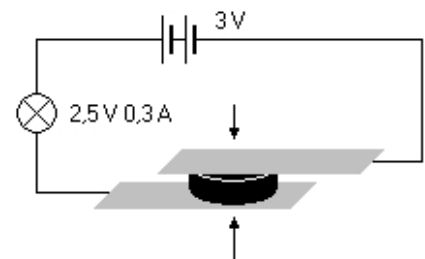
17. Zależność oporu przewodnika od temperatury (II). Do doświadczenia użyjemy kawałka spirali z przepalanej żarówki o mocy 100 W (wystarczy odcinek o długości 10-15 mm). Montujemy układ, jak na rysunku 11. Gdy ogrzewamy spiralę płomieniem świeczki, żaróweczka przygasa.



Rys. 11



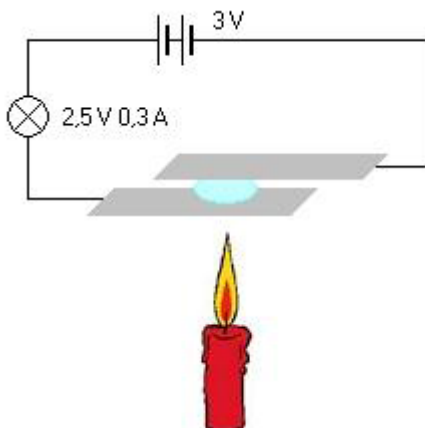
18. Zależność oporu elektrycznego od jakości połączenia. Do doświadczenia użyjemy pastylki węgla (do nabycia w aptekach). Układ doświadczalny pokazuje rysunek 12. Zmieniając siłę docisku (ściśkając blaszki palcami), obserwujemy zmiany jasności żarówki. Zwracamy uwagę, jak istotne jest dokładne połączenie przewodów (w gniazdku ściennym, oprawce żarówki itp.).



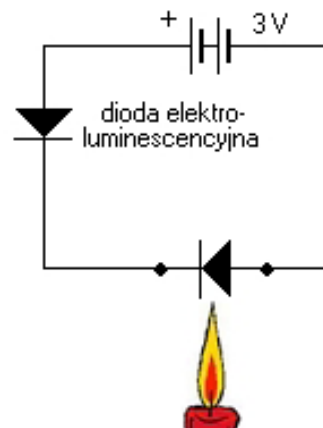
Rys. 12

UWAGA. W doświadczeniach 14-18 można (a niekiedy nawet warto) użyć miernika elektrycznego do pomiaru natężenia prądu w obwodzie. Oczywiście, jeśli będą to doświadczenia pokazowe, miernik powinien mieć odpowiednie gabaryty. Dziś dość proste cyfrowe mierniki są bardzo tanie i znajdujemy je w coraz większej liczbie gospodarstw domowych. Warto sprawdzić, ilu uczniów ma do nich dostęp, aby można było je wykorzystać w doświadczeniach domowych.

19. Zależność oporu elektrycznego elektrolitu od temperatury. Układ doświadczalny podobny jak w doświadczeniu 18. Tym razem między blaszkami umieszczamy kroplę lekko osolonej wody (rys. 13). Żaróweczka ledwo się żarzy. Podgrzewamy elektrolit płomieniem świeczki. Żaróweczka świeci jaśniej.



Rys. 13



Rys. 14

20. Zależność oporu elektrycznego półprzewodnika od temperatury. Do tego doświadczenia najlepiej nadaje się dioda germanowa (np. DZG 7). Można ją nabyć w sklepach z podzespołami elektronicznymi (a być może uda nam się wymontować ją z jakiegoś starego urządzenia, dawno wyniesionego na strych). Układ doświadczalny widzimy na rysunku 14. Dioda DZG 7 włączona w kierunku zaporowym. Wskaźnikiem jest tym razem dowolna dioda elektroluminescencyjna (włączona w kierunku przewodzenia). Po zmontowaniu układu dioda nie świeci. Zaświeca się po lekkim podgrzaniu diody DZG 7.

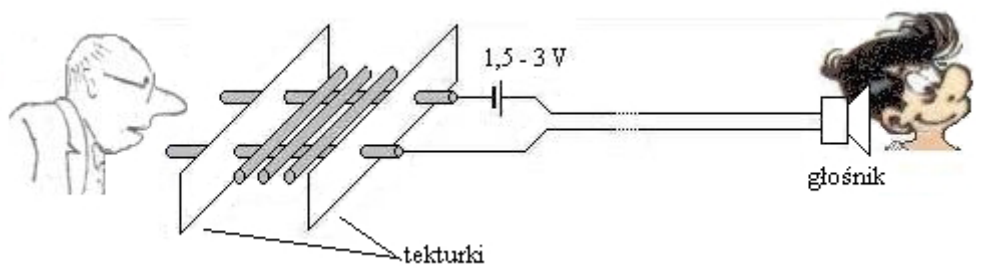
21. Opór elektryczny niektórych półprzewodników może zależeć od ich oświetlenia. W układzie z rysunku 14 diodę DZG zastępujemy fotoopornikiem (rys. 15) – oczywiście teraz świeczka jest zbędna. Po zamknięciu obwodu dioda elektroluminescencyjna nie świeci (lub świeci bardzo słabo). Kierujemy światło latarki na fotoopornik – dioda świeci jasno.



Rys. 15



22. Mikrofon węglowy. Z pręcików grafitu ołówkowego budujemy mikrofon (rys. 16), który łączymy z głośnikiem (lub słuchawkami). Przewody łączące powinny być dość długie, aby można było mikrofon i głośnik umieścić w dwóch różnych pomieszczeniach. Jeśli będziemy mówić do mikrofonu, druga osoba powinna usłyszeć nasz głos z głośnika. Wykorzystujemy tu zależność oporu elektrycznego od siły docisku (doświadczenie 18).



Rys. 16

23. Mikrofon z głośnika. Dwa głośniki magnetoelektryczne (z ceweczką i stałym magnesem) łączymy jak w doświadczeniu poprzednim. Głośniki pełnią zamiennie role mikrofonu i głośnika.

Literatura:

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