



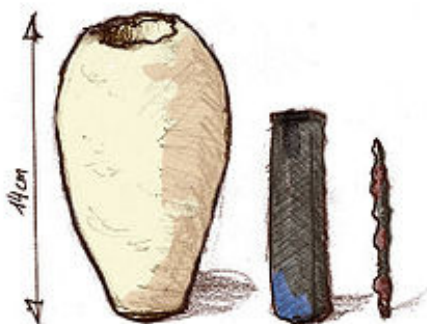
Elektryczność i magnetyzm cz. I

Juliusz Domański

Niewątpliwie pierwszym zjawiskiem elektrycznym, z którym spotykał się człowiek od niepamiętnych czasów, były wyładowania atmosferyczne. Jednak jeszcze bardzo długo ich natura pozostawała nieznana. Dopiero w XVII w. Benjamin Franklin przeprowadził szereg doświadczeń z latawcami, udowadniając, że ładunki elektryczne spływające z chmur burzowych po wilgotnym sznurze mogą naładować tzw. butelkę lejdejską, skonstruowaną niewiele wcześniej przez Pietera Musschenbroeka w Lejdzie.

Przez wiele lat uważano, że pierwszym zjawiskiem elektrycznym, z którym spotkał się człowiek, było elektryzowanie bursztynu przez potarcie go sukniem. Potarty bursztyn (gr. *ήλεκτρον* – 'elektron') przyciągał lekkie przedmioty, o czym wiedzieli starożytni Grecy.

W roku 1936 W. Koenig odkrył dość dziwny przedmiot w Chudźat Rabua (koło Bagdadu). Było to naczynie z palonej gliny z tkwiącym wewnątrz walcem miedzianym, mocno zżartym przez korozję (rys. 1). Koenig przypuszczał, że było to ogniwo galwaniczne. Nieestetyczne znalezisko uległo zniszczeniu podczas II wojny światowej, zanim zostało zbadane. W latach sześćdziesiątych archeolodzy znowu znaleźli podobny przedmiot w okolicach Bagdadu, a następnie kilkadziesiąt elementów składowych owych tajemniczych urządzeń. Wiek tych znalezisk szacuje się na połowę III w. p.n.e. Odżyła wtedy hipoteza Koeniga. Dla jej poparcia zrekonstruowano owe hipotetyczne ogniwa galwaniczne i wypełniono je roztworami kwasów znanych w tamtych czasach w Mezopotamii (octowym, cytrynowym i winnym). Urządzenia działały. Ustalono też, że prawdopodobnie bagdadzcy złotnicy używali ich do pozłacania małych przedmiotów¹).



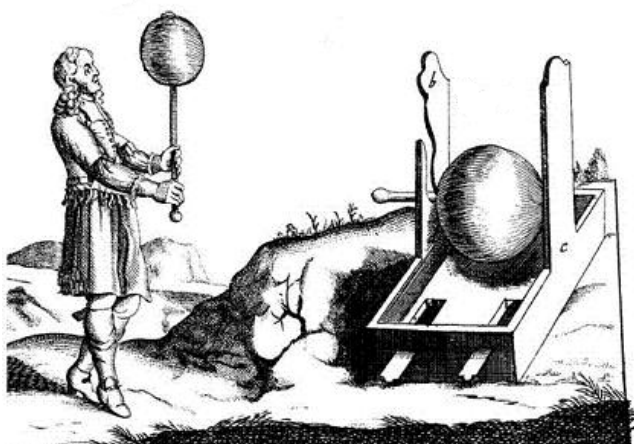
Rys. 1

Z magnetyzmem ludzkość spotkała się również bardzo dawno. Ruda magnetytu była znana już w starożytności. Odkryto ją w Azji Mniejszej, w pobliżu miasta Magnesia. Stąd też wzięta się jej nazwa. Osobliwa cecha tej rudy, polegająca na przyciąganiu kawałków żelaza, była tematem wielu starożytnych podań i legend. Magnesy wytwarzane właśnie z magnetytu znano w starożytnym Egipcie oraz w Chinach. Wielu uczonych przypuszcza, że właśnie w Chinach, już około 2 tysięcy lat p.n.e., po raz pierwszy wykorzystano osobliwą zdolność magnesu do wskazywania kierunku geograficznego. Pierwsze kompasy magnetyczne były wytwarzane w postaci figurek ludzkich, rzeźbionych w nefrycie lub innym mineralu, umocowanych swobodnie na pionowej osi. Wyciągnięta ręka figurki, w której była ukryta grudka rudy magnetycznej, pokazywała kierunek północny lub południowy. W Europie pierwszą wzmiankę o igle magnetycznej i jej wykorzystaniu w żegludze znajdziemy w *De naturis rerum* (O naturze rzeczy) Alexandra Neckamana, napisanej prawdopodobnie w 1190 roku w Paryżu. Nieco nowego spojrzenia na naukę o magnetyzmie wniósł Wiliam Gilbert (1540–1603). Badając pole magnetyczne wokół namagnesowanej kulki², stwierdził pełną analogię do pola magnetycznego Ziemi. Obalił tym samym teorię o wielkich górach magnetycznych na biegunach. On też wprowadził wyraz „elektryczność”, przyjęty prawie we wszystkich językach (*electricity* (ang.), *electricitate* (fr.), *Elektrizitat* (niem.)). Gilbert podzielił również znane sobie materiały na „elektryki” (bursztyn, diament, siarka, szkło, wosk) i na „nieelektryki” (wszystkie metale, marmur, drewno).

Pierwsze przedstawienie linii pola magnetycznego widzimy na rysunku Niccolo Cabeo z 1629 roku.

¹ http://www.sciaga.pl/tekst/90604-91-ogniwa_galwaniczne

² A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, PWN, Warszawa 2007, str. 246.



Rys. 2

W 1633 Otto von Guericke buduje tarciovą maszynę elektrostatyczną (rys. 2). Określenie „tarcio-wa” może być nieco mylące, bowiem istotne jest tu zetknięcie dwóch różnych ciał (tarcie jedynie zwiększa powierzchnię zetknięcia). W maszynie Guerickego było to zetknięcie rąk z obracającą się siarkową kulą. Uczony nie zapoczątkował jednak systematycznych badań nad tą dziedziną. Konstrukcje kolejnych przyrządów (elektroskop – Jean Nollet, butelka lejdejska – Ewald von Kleist) wzbudziły większe zainteresowanie doświadczeniami z elektrycznością. Wykonywano je nie tylko w celach badawczych, ale również dla rozrywki.

Również dziś warto wykonać niektóre z nich. Na rysunku 3 widzimy współczesną maszynę elektrostatyczną i bardziej skuteczny generator Van de Graaffa. Jeśli mamy w szkole taki generator, możemy przeprowadzić doświadczenie. Niech jedna osoba stanie na stołku, który ma nóżki z izolatora, i położy rękę na kopule generatora. Drugi uczeń włącza generator. Wynik eksperymentu będzie podobny do przedstawionego na rysunku 4. Oczywiście włosy powinny być czyste i suche, a generator sprawny (zbyt stary pas gumowy może osłabić działanie generatora).



Rys. 3



Rys. 4

Kolejne osiągnięcie to sformułowanie przez Charlesa Coulomba w 1786 roku prawa oddziaływania między ładunkami elektrycznymi. Otrzymał je, badając te oddziaływania doświadczalnie za pomocą wagi skręceń.

$$F = k \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2}$$

Jak widać, prawo to ma analogiczną postać do prawa powszechnego ciążenia sformułowanego wcześniej przez Izaaka Newtona.



Prawdziwa natura zjawisk elektrycznych nadal jednak była nieznana. Uważano, że jest to nieważki i niewidzialny fluid (płyn?) mogący przepływać od jednego ciała do drugiego. Jedni sądzili, iż istnieją dwa takie fluidy („elektryczność żywiczna” i „elektryczność szklana”). Inni, że istnieje tylko jeden fluid, a naelektryzowanie polega na jego nadmiarze lub niedomiarze. Były to jednak tylko spekulacje niepoparte żadnymi dowodami doświadczalnymi. Na rozwiązanie problemu trzeba było jeszcze długo poczekać.

Kolejnym bardzo istotnym odkryciem okazało się przypadkowe spostrzeżenie medyka Luigi Galvaniego.

Wynalezienie pierwszego kondensatora (butelki lejdejskiej), który pozwalał na gromadzenie dość znacznych ładunków elektrycznych, zapoczątkowało stosowanie wstrząsów elektrycznych w celach leczniczych. Galvani był lekarzem i to jemu udało się zauważyć coś, co (błędnie zresztą) nazwał „elektrycznością zwierzęcą”.

Zauważył on mianowicie, że tuż przed nadejściem burzy udka żabie połączone z metalowym prętem wykonują drgania. Z czasem udało mu się wywoływać podobne drgania przez przykładanie do udek dwóch różnych metali trzymanych w rękach (w celu zamknięcia obwodu).

Galvani miał słabowitą żonę. Udka żabie preparował ponoć, aby ugotować z nich dla niej pożywny rosółek. Nie gwarantujemy jednak, że ta wiadomość jest prawdziwa.

Wszystko to, co opisaliśmy w tym rozdziale, dotyczyło elektryczności statycznej, choć oczywiście w czasie elektryzowania (lub rozbrajania) występował krótkotrwały przepływ ładunków elektrycznych (jak wówczas mówiono – fluidu).

Przełomowe okazały się, zainspirowane odkryciem Galvaniego, prace Alessandro Volty. Ale o tym będzie mowa w drugiej części artykułu.

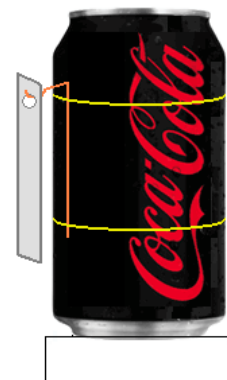
Dla zainteresowanych

1. W latach sześćdziesiątych ub. wieku modne były płaszcze przeciwdeszczowe z ortalionu. Zdarzało się, że gdy ktoś powiesił taki płaszcz na metalowym wieszaku stojącym na dobrze izolującej wykładzinie i po pewnym czasie zbliżył rękę do wieszaka, to przeskakiwała iskra i odczuwany był silny wstrząs. Czy nie zdarzyło Ci się coś podobnego, np. podczas zdejmowania jednej z warstw odzieży (przeskoki iskier i trzaski), przy czesaniu włosów lub w innych podobnych sytuacjach?

2. W artykule wspomnieliśmy o elektroskopie. Możesz go bardzo łatwo wykonać. W puszcze po coli lub po innym podobnym napoju wycinamy górne wieczko. Jest ono wykonane z cienkiej aluminiowej blachy i można to łatwo zrobić ostrym nożem (rys. 5). Do puszeki stojącej na podstawie z dobrego izolatora za pomocą dwóch gumek recepturek mocujemy wygięty z drutu wieszaczek. Zawieszamy na nim lekki listek z folii (rys. 6). Elektroskop gotowy. Stosując go, możemy wykonać kilkanaście interesujących doświadczeń. Jeśli potrzebujesz podpowiedzi, znajdziesz je w artykułach *Elektryczność i magnetyzm cz. I, II i III*, a także *Coca-cola i woda mineralna*.



Rys. 5



Rys. 6



3. Zbliż kompas do górnej części większego stalowego przedmiotu stojącego dłużej czas w tym samym miejscu (np. kuchenki – rys. 7). Jak zachowała się igiełka kompasu? Przesuń kompas do dolnej części. Czy igiełka zmieniła położenie? Jak to wyjaśnisz?

4. Nie masz kompasu? Bardzo łatwo (jeśli dysponujesz dowolnym magnesem) namagnesujesz żyłkę. Łożyskiem może być osadzony w środkowej części żyłki zatrask bieliźniarski. Jeśli nie masz żyłki, kompasem może być namagnesowana stalowa igła pływająca na kawałku korka w spodeczku z wodą.

5. Bardziej znane niż to przedstawione w artykule jest inne doświadczenie Guerickego. Wyszukaj informacje o tym doświadczeniu i opisz je.

6. Odszukaj informacje o budowie i zastosowaniu butelki lejdejskiej.

7. Odszukaj informacje o budowie najprostszych ogniów galwanicznych i opisz ich działanie.

8. Rozłóż baterię 4,5-woltową (składającą się z trzech ogniów) na poszczególne części i opisz jej budowę wewnętrzną.

9. Porównaj matematyczną postać prawa powszechnej grawitacji Newtona i prawa Coulomba. Czy są w pełni analogiczne? (Zwróć uwagę na współczynniki G i k).



Rys.7