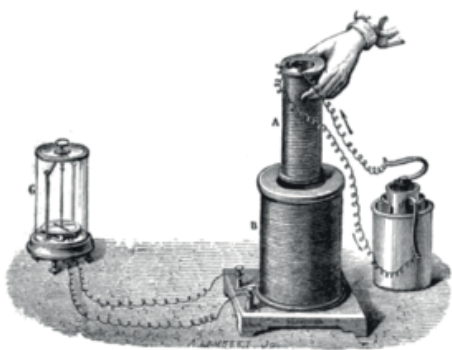


Praktyczne poznawanie praw fizyki, czyli latarka Faraday'a i inne urządzenia

Potrzeba pozyskiwania źródeł energii elektrycznej zgodnie z ideą ochrony środowiska i standardami ekologicznymi wymusza na nas szukanie rozwiązań, które podczas ich eksploatacji będą sprzyjać środowisku naturalnemu. Dlatego też sięgnijmy do rozważań najprostszych urządzeń, będących w zasięgu naszej ręki.

Kazimierz Mikulski

Żyjący w świecie nauki eksperymentalnej **Michael Faraday** (1791-1867), pozostawił wiele odkryć, ale największe znaczenie miały prace Faradaya dotyczące elektryczności, które umożliwiają zbudowanie np. latarki¹. To on w 1831 r. odkrył zjawisko indukcji elektromagnetycznej, co przyczyniło się do powstania elektrodynamiki.



Rysunek 1. Rysunek Michaela Faradaya z 1831 roku. Eksperyment pokazujący powstawanie indukcji elektromagnetycznej między zwojami drutu, przy użyciu aparatury z XIX wieku. Po prawej stronie znajduje się akumulator dostarczający prąd, który przepływa przez małą zwojnicę drutu (A) wytwarzającą pole magnetyczne. Gdy mała cewka jest nieruchoma, nie jest indukowany prąd. Jednakże, gdy ta cewka jest wsuwana do dużej cewki (B), zmiana strumienia magnetycznego powoduje indukowanie prądu w dużej cewce. Zmiana ta jest wykrywana przez odchylenie igły galwanometru – instrumentu (G), po lewej stronie.

Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday

Odkrycia z zakresu elektrodynamiki miały ogromne znaczenie z dwóch powodów:

- 1) prawo Faradaya ma podstawowe znaczenie w teorii elektromagnetyzmu,
- 2) indukcja elektromagnetyczna może być wykorzystana do wytwarzania prądu elektrycznego, co zademonstrował sam Faraday budując pierwszą prądnicę.

Współcześnie funkcjonujące, nowoczesne generatory elektryczne są bardzo złożone, ale wszystkie opierają się na tej samej zasadzie – indukcji elektromagnetycznej.²



A



B

Rysunek 2. A - Michael Faraday żył w latach 1791–1867; B – idea odkrycia

Źródło: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9c/Michael_Faraday_-_Project_Gutenberg_eText_13103.jpg

Przypomnijmy, że **indukcja elektromagnetyczna** to zjawisko powstawania siły elektromotorycznej w przewodniku na skutek zmian strumienia pola magnetycznego. Z doświadczeń tych Faraday wywnioskował, że w zamkniętym obwodzie znajdującym się w zmiennym polu magnetycznym pojawia się siła elektromotoryczna indukcji równa szybkości zmian strumienia indukcji pola magnetycznego przechodzącego przez powierzchnię rozpiętą na tym obwodzie. Prawo to można wyrazić wzorem podanym poniżej³. Zmiana ta może być spowodowana zmianami pola magnetycznego lub względnym ruchem przewodnika i źródła pola magnetycznego (rys. 3). Zjawisko to, jak wspomniano, zostało odkryte w 1831 roku przez angielskiego fizyka Michaela Faradaya.

Zjawisko indukcji opisuje prawo indukcji elektromagnetycznej Faradaya:

$$E = - d\phi/dt$$

gdzie: E to indukowana siła elektromotoryczna (SEM) w woltach; ϕ to strumień indukcji magnetycznej przepływający przez powierzchnię objętą przewodnikiem.⁴

Przemiany energii w układzie elektrycznym

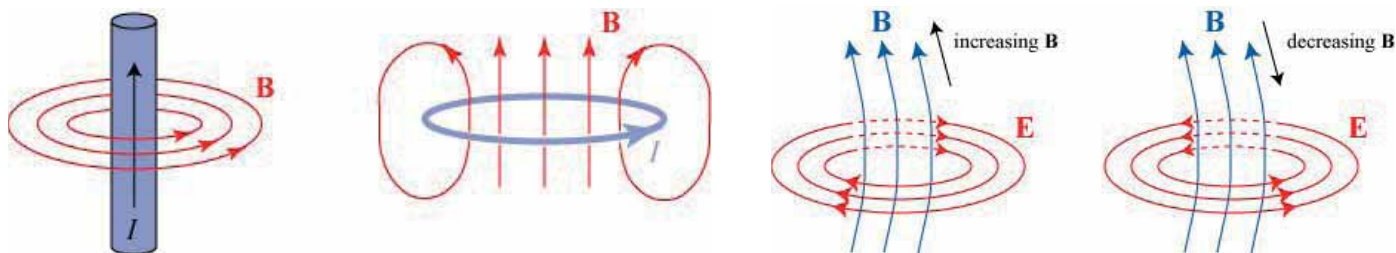
W literaturze przedmiotu czytamy, że z punktu widzenia elektryczności, wykonana praca nad nośnikiem ładunku, zamienia się na energię elektryczną, którą uzyskuje

¹ Latarka elektryczna – rodzaj lampy elektrycznej, emitującej światło punktowe. Źródłem światła w latarce jest zwykle żarówka o niewielkiej mocy, zasilana bateriami. Do skupiania światła używa się reflektora parabolicznego. Wszystkie części latarki, wraz z odpowiednimi obwodami elektrycznymi, są montowane w obudowie o niewielkich rozmiarach i masie, zapewniającej niezbędną ochronę żarówce. https://pl.wikipedia.org/wiki/Latarka_elektryczna

² Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday

³ Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_indukcji_elektromagnetycznej_Faradaya

⁴ Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Indukcja_elektromagnetyczna



Rysunek 3. Pole magnetyczne B i prąd elektryczny I (a), oraz (b) kierunek pola elektrycznego E w sytuacjach wzrostu (po lewej) lub zmniejszenia (po prawej) wektora indukcji magnetycznej B .
Źródło: <https://skullsinthestars.com/2009/03/06/michael-faraday-grand-unified-theorist-1851/>

ładunek. Uzyskiwanie energii odbywa się w wyniku przesuwania ładunku przeciwko siłom pola elektrycznego. Energia elektryczna nośników prądu zamienia się w odbiornikach na inne rodzaje energii. Z punktu widzenia energii, proces zachodzący w źródle napięcia można wyrazić:

$$E_f \xrightarrow{W} E_e \xrightarrow{W} E_g,$$

$$-\Delta E_f = W = \Delta E_e = \Delta E_g.$$

gdzie: E_f – energia zewnętrzna, zamieniana na energię elektryczną i jej zmiana ΔE_f ,

W – praca wykonywana przez źródło nad przeniesieniem ładunku,

E_e – energia elektryczna, jaką uzyskuje ładunek w źródle i jaką oddaje w obwodzie oraz jej zmiana ΔE_e ,

E_g – energie, wykonane prace uzyskane z obwodów elektrycznych, a także jej zmiana ΔE_g .

W związku z opisanymi wyżej przemianami energii w obwodzie prądu elektrycznego, siła elektromotoryczna jest równa:

$$\mathcal{E} = \frac{W}{q} = -\frac{\Delta E_f}{q} = \frac{\Delta E_e}{q} = \frac{\Delta E_g}{q},$$

Praca mechaniczna – ruch latarki powodujący przemieszczanie się magnesu stałego w plastikowym korpusie względem zwojnicy.



Rysunek 4. Schematyczne przedstawienie zasady zachowania energii w „latarce Faraday’a”.
Źródło: opracowanie własne.

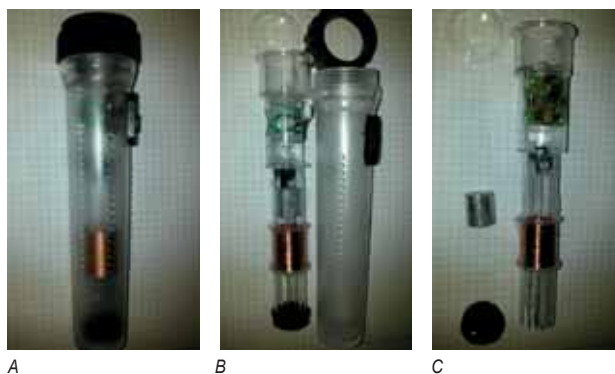
Powstanie SEM zgodnie z prawem podanym przez Faraday’a.

Zamiana energii elektrycznej powstałej w obwodzie elektrycznym na energię świetlną z zastosowaniem elementów świetlnych – diod świecących LED.

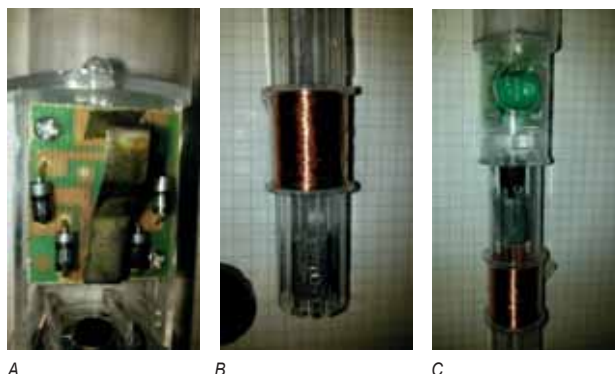
Uwolnienie (kierunkowe) energii świetlnej z zastosowaniem układu składającego się z zwierciadła wklęsłego i soczewki. (patrz fot. 1 i fot. 2)

Jeżeli obwód złożony jest z N zwojów, to:

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$



Fotografia 1. „Latarka Faraday’a” A – widok ogólny; B, C – demontaż części wewnętrznych, po lewej (C) magnes w kształcie walca przemieszczający się podczas ruchu posuwisto-zwrotnego w rurze plastikowej, na której umieszczona jest cewka.
Źródło: zdjęcia autora.



Fotografia 2. „Latarka Faraday’a” A – widok układu prostowniczego; B – widok cewki nawiniętej na plastikowy walec; C – widok elementu magazynującego energię (kondensator).
Źródło: zdjęcia autora.



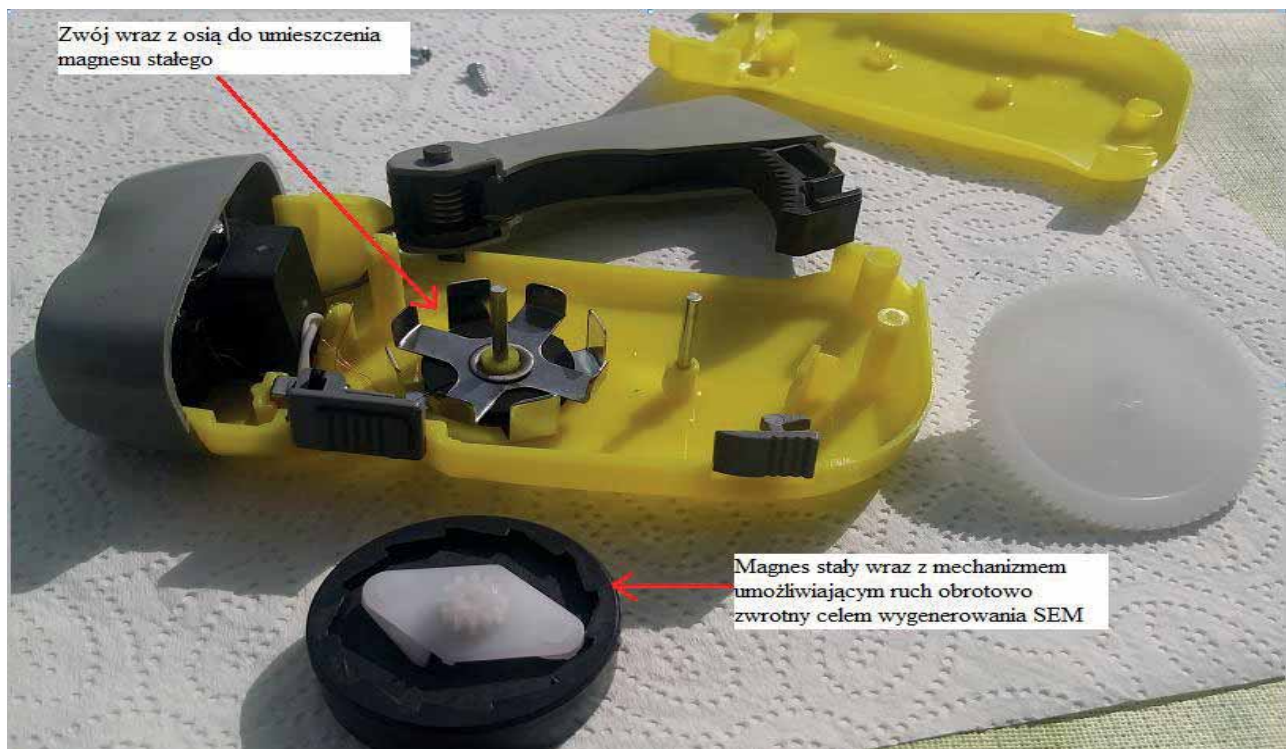
A



B

Fotografia 3. A – Latarka z dwoma wyświetlaczami z wykorzystaniem idei dynamy; B – wnętrze tak wykonanej latarki.

Źródło: zdjęcia własne.



Fotografia 4. Budowa wewnętrzna latarki.

Źródło: zdjęcia własne.

Światło z latarki będzie tym silniejsze im szybciej będziemy powodować przemieszczanie się magnesu w polu cewki, a także ważna jest ilość zwojów w zwojnicy⁵.

W świecie Internetu pod adresem <https://www.spryciarze.pl/zobacz/jak-zrobic-latarke-bez-baterii-magnetyczna-latarka> można zobaczyć jak zrobić latarkę bez baterii – magnetyczna latarka i przeprowadzić jej badanie, dlatego opisu tego eksperymentowania tutaj nie przytaczam.

Inne rozwiązanie to latarka działająca w oparciu o ideę dynamy⁶.

W tego typu urządzeniu światło z latarki będzie tym silniejsze, im szybciej będziemy naciskać – tutaj na dźwignię, a także ważna jest ilość zwojów w zwojnicy. Zastosowano w tym urządzeniu ruch obrotowy magnesu z odpowiednim mechanizmem sprężynowym umożliwiającym uzyskanie SEM. Warto poeksperymentować, by sprawdzić zasadę zachowania energii i prawa fizyki.

dr Kazimierz Mikulski
Maksymilianowo

⁵ Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Si%C5%82a_elektromotoryczna

⁶ **Dynamo** (z języka niemieckiego) – dawna nazwa prądnicy, aktualnie rzadko używana. Obecnie jako nazwa urządzenia, nazwa stosowana potocznie tylko dla prądnic rowerowych napędzanych przez obracające się koło rowerowe. https://pl.wikipedia.org/wiki/Dynamo_rowerowe