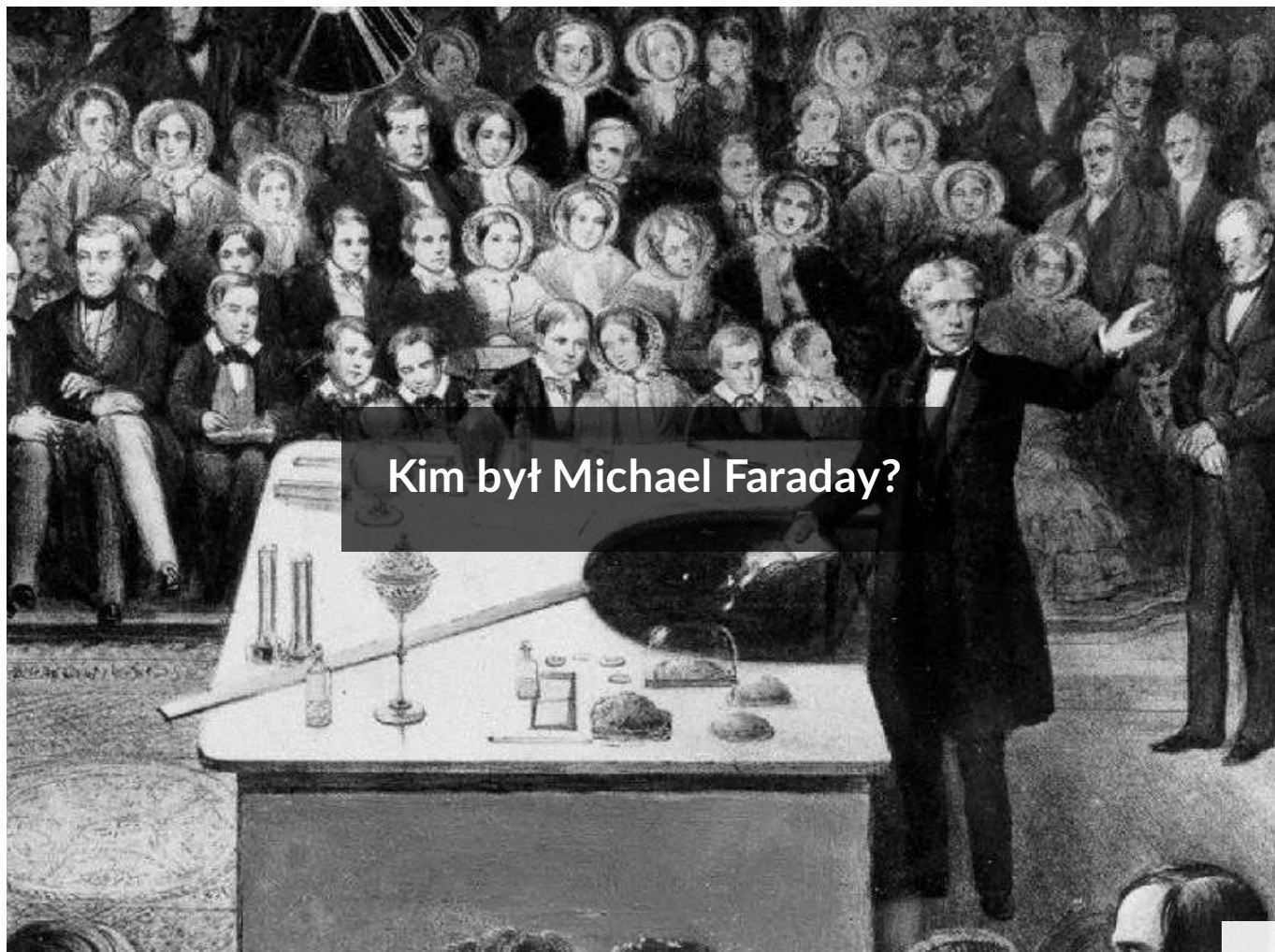


Kim był Michael Faraday?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Audiobook](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



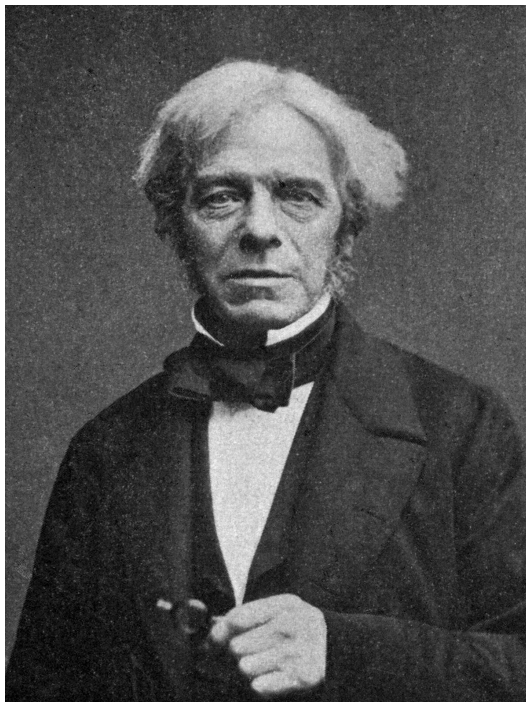
Kim był Michael Faraday?

Czy to nie ciekawe?

„Faraday zaczął jako uczeń introligatorski. Zamiast jednak oprawiać książki naukowe, czytał je i stał się wielkim przyrodnikiem. Geniusz nie da się pokonać. Gdyby Faraday wstąpił do terminu u rzeźnika, może nie stałby się słynnym fizykiem, ale na pewno byłby wielkim lekarzem.”

W ten sposób wyraził się o Michaelu Faraday’u Egon Wiberg, XX-wieczny niemiecki chemik.

Znane jest angielskie pojęcie „*self-made man*”. Określa ono człowieka sukcesu, na ogół w sferze tzw. biznesu, który osiągnął swój sukces głównie dzięki własnym uzdolnieniom, pracowitości, konsekwencji w dążeniu do celu. Michael Faraday to bez wątpienia przykład „*self-made scientist*” (czyli naukowca, który wszystko co osiągnął zawdzięcza głównie sobie). Co osiągnął? Jaką przeszedł drogę życiową, nim został dyrektorem Instytutu Królewskiego? Komu, prócz siebie, zawdzięczał swoje sukcesy? Co odkrył? W jakich dziedzinach nauki? Zapoznaj się z e-materiałem, by znaleźć odpowiedzi na te pytania.



Rys. a. Michael Faraday, fizyk i chemik angielski, 1791-1867. [Źródło: [Probably albumen carte-de-visite by John Watkins](#) / Public domain]

Twoje cele

Praca z e-materiałem zapewni Ci, że:

- poznasz fragmenty życiorysu Faradaya oraz najważniejsze jego odkrycia i dokonania,
- określisz czas, w którym żył Faraday na tle wybranych wydarzeń historycznych, w tym z historii odkryć naukowych,
- poznasz, przeanalizujesz i zinterpretujesz podstawowe prawo elektrolizy.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Michael Faraday, jeden z najwybitniejszych fizyków eksperymentatorów w historii, odkrywca indukcji elektromagnetycznej i wielu innych zjawisk fizycznych, był samoukiem. Urodził się 22 września 1791 r. w małym miasteczku Newington w hrabstwie Surrey pod Londynem w rodzinie ubogiego kowala. Ojcu nie starczało środków na utrzymanie licznej rodziny, a tym bardziej na kształcenie dziewięciorga dzieci. Faradayowie przenieśli się wkrótce do Londynu, gdzie Michael już w trzynastym roku życia, nie ukończywszy szkoły elementarnej, rozpoczął terminowanie u introligatora. Najpierw był zwykłym posłańcem, potem zaczął się uczyć zawodu. Oprawiając książki zetknął się z popularnymi wykładami chemii i fizyki, których treść go fascynowała. Za namową swego pracodawcy zaczął prowadzić notatnik, w którym zapisywał zdobyte wiadomości wraz ze swymi komentarzami. Ze skromnych oszczędności zaczął też gromadzić własny księgozbiór. Pewnego dnia, oprawiając tom encyklopedii, zwrócił uwagę na artykuł o elektryczności ze szkicami prostych przyrządów. Był zbyt biedny, żeby je kupić, ale sam zrobił ze słoików generator elektrostatyczny i [butelkę lejdejską](#), po czym rozpoczął samodzielne eksperymenty.



Rys. 1. Współczesna wersja butelki lejdejskiej. Źródło:

https://polki.pl/foto/4_3_LARGE/czy-wiesz-co-to-jest-butelka-lejdejska-1591654.jpg

Zwrotnym punktem w życiu Faradaya było wysłuchanie serii publicznych odczytów znakomitego uczonego Humphry'ego Davy'ego, dyrektora londyńskiego Instytutu Królewskiego (Royal Institution). Opracował skrupulatnie swe notatki z odczytów, opracił

je i przesłał Davy'emu, prosząc o umożliwienie pracy w laboratorium naukowym. Davy spełnił marzenie młodzieńca i przyjął go w 1813 r. jako pomocnika do swego laboratorium.

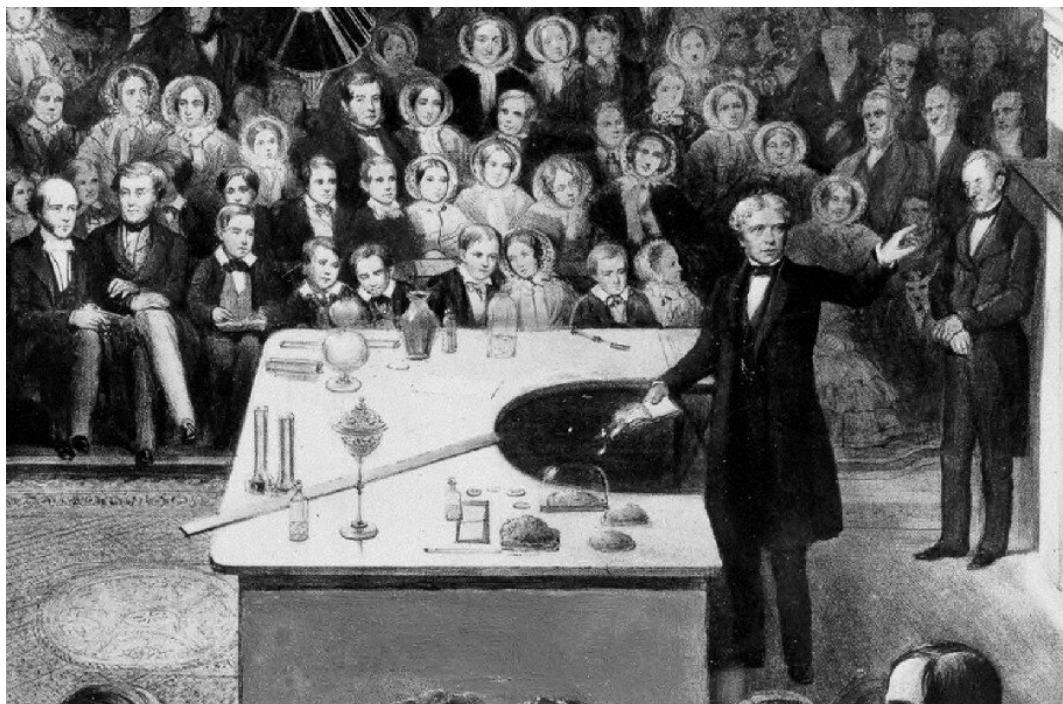
Pracując jako laborant, Faraday szybko zaznajomił się ze sztuką i metodą eksperymentowania, wykazując niezwykłą zręczność i bystrość. Na jego rozwój jako uczonego wpłynęła też podróż do Francji i Włoch, którą odbył z Davym. Miał wówczas możliwość spotkania wielkich uczonych francuskich i włoskich. Wkrótce nabrał wiary we własne siły i przystąpił do samodzielnych badań w fizyce i chemii.

W 1821 r. z rekomendacji Davy'ego Faraday został dyrektorem Instytutu Królewskiego. W lipcu tego roku ożenił się. Jego wybranka, Sarah Barnard, miała 21 lat, a on był 9 lat starszy. Przez 46 lat byli szczęśliwym, choć bezdzietnym małżeństwem. Mieszkali w gmachu Instytutu, więc Faraday nie musiał daleko chodzić do swego laboratorium.



Rys. 2. Sarah i Michael Faradayowie, na podstawie dagerotypu. [Źródło: [See page for author / CC BY](#)]

Do obowiązków dyrektora Instytutu Królewskiego należało także prowadzenie regularnych wykładów publicznych. Faraday wspaniale przygotowywał te wykłady. Są to do dziś wzory doskonałej popularyzacji nauki dla szerokiej publiczności. Na podstawie tych wykładów powstała potem świetna książka, „Dzieje świecy”, tłumaczona na wiele języków, także polski i wydawana jeszcze obecnie.



Rys. 3. Michael Faraday podczas wykładu bożonarodzeniowego w Instytucie Królewskim. Na uwagę zasługuje obecność na wykładzie wielu kobiet, dla których kariera akademicka w 1. połowie XIX wieku była praktycznie niedostępna. [Źródło: [Alexander Blaikley \(1816 - 1903\)](#) / Public domain]

Ogromnym utrudnieniem w pracy badawczej Faradaya była bardzo słaba pamięć, pogarszająca się jeszcze z wiekiem. Aby temu zaradzić, prowadził niezwykle staranny i szczegółowy dziennik, ale i tak zdarzało się, że niektóre eksperymenty przeprowadzał ponownie, nie pamiętając, że ma już ich wyniki! W starszym wieku trapiły go ponadto niemal nieprzerwane silne bóle głowy.

Faradayowie od dwóch pokoleń byli członkami sekty sandemanianów, odłamu presbiterianów, założonej w Szkocji przez Johna Głasa i rozwiniętej przez jego zięcia Johna Sandemana. Sandemanianie starali się układać swoje życie dokładnie według nauk biblijnych, nie uznawali żadnych duchownych i twierdzili, że prawdę zdobywa się samemu przez uważną obserwację przyrody będącej dziełem boskim. Członkowie wspólnoty zbierali się regularnie w niedziele na wspólne posiłki i słuchanie nauk Starszych, którzy dzielili się ze współwyznawcami swoją wiarą.

Rodzice Faradaya byli bardzo pobożni i swój stosunek do wiary wpajali dzieciom. Jak nakazywał obyczaj, dorosły Michael Faraday złożył wyznanie wiary i w 1821 r. oficjalnie przystąpił do kościoła sandemanianów. Po jedenastu latach został diakonem, a w roku 1840 – Starszym, co nakładało nań obowiązek regularnego nauczania podczas niedzielnych spotkań wspólnoty. Surowa reguła sandemanianów nie uznawała wyjątków: kiedy na początku marca 1844 r. Faraday został zaproszony przez królową Anglii Wiktorię na obiad w zamku Windsor i musiał opuścić niedzielne zgromadzenie, wykluczono go ze wspólnoty za to wykroczenie, gdyż jego usprawiedliwienie uznano za niewystarczające. Po paru tygodniach przywrócono mu członkostwo kościoła sandemanianów, ale na ponowne powołanie do godności Starszego musiał czekać aż do 1860 r. Z przekonań religijnych

wynikała niezmierna skromność Faradaya i jego życzliwość wobec innych, co podkreślali wszyscy, którzy się z nim zetknęli.

Faraday nie miał żadnego szczególnego hobby, ale chętnie przyłączał się do rozrywek innych. Chodził więc do teatru, ogrodu zoologicznego, lubił bawić się z dziećmi, pływać łódką, odbywać dalekie wycieczki. Był średniego wzrostu, bardzo silnym i znakomitym piechurem, dla którego pokonanie kilkudziesięciu kilometrów było przechadzką. O jego sprawności może świadczyć to, że mając 54 lata, przeszedł w ciągu jednego dnia ponad 70 kilometrów. Był bardzo wrażliwy na zapachy, nienawidził woni tytoniu i piżma i nie mógł znieść dymu ze źle zgaszonych świec, natomiast bardzo lubił zapach wody kolońskiej.

Faraday zmarł w 1867 r., otoczony powszechnym szacunkiem.

Słowniczek

butelka lejdejska

(*ang.: leydan jar*) prototyp kondensatora, w postaci walcowego naczynia szklanego, którego ścianki są pokryte od wewnątrz i od zewnątrz metalową folią. Nazwa pochodzi od miasta Lejda w dzisiejszej Holandii.

Kim był Michael Faraday?

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/PSMotKRfE>

Kim był Michael Faraday?

W początkach swej działalności Faraday zajmował się przeważnie chemią i skraplaniem gazów. W 1825 roku odkrył benzen. Udało mu się skroplić większość znanych wówczas gazów, ale eksperymenty te były niebezpieczne i często kończyły się wybuchami. Po jednym z nich z oka Faradaya wyjęto aż trzynaście odłamków szkła! Potem skupił się na eksperymentach z elektryczności i magnetyzmu i właśnie w tych dziedzinach jego odkrycia indukcji elektromagnetycznej, diamagnetyzmu, praw elektrolizy i inne spowodowały prawdziwą rewolucję w fizyce.

W 1820 roku duński fizyk Christian Oersted odkrył, że prąd elektryczny wytwarza pole magnetyczne, które można wykryć w prosty sposób przy użyciu igły magnetycznej. Było to odkrycie przełomowe, z którego wynikało, że elektryczność i magnetyzm traktowane przedtem oddzielnie, są przejawem tej samej części fizyki - elektromagnetyzmu.

Faraday znał oczywiście wyniki uzyskane przez Oersteda i od razu zastanawiał się, czy istnieje zjawisko odwrotne, to znaczy czy prąd elektryczny może być wytwarzany przez magnetyzm. W ciągu dziesięciu lat próbował przeprowadzać różne eksperymenty, ale kończyły się one niepowodzeniem. Przeszkodą było to, że sądził - zresztą podobnie jak inni fizycy - że skoro prąd elektryczny przechodząc przez przewodnik metaliczny działa silnie na magnes umieszczony w pobliżu, to magnes umieszczony w pobliżu przewodzącego przewodu powinien w nim wywołać jakąś reakcję. W celu jej wykrycia zbudował obwód z drutu miedzianego, którego część była zwinięta w spiralę. Przez drut przepuszczał prąd z baterii, a potem do spirali wstawiał magnes. Słaby prąd indukowany był oczywiście maskowany przez prąd wołtaiczny już płynący w obwodzie i Faraday mógłby go zauważyć, gdyby gwałtownie wrzucał, a nie delikatnie wsuwał magnes do spirali.

Wreszcie 29 sierpnia 1831 roku osiągnął sukces. Tym razem miał dwie osobne cewki, które nawinął na żelazny pierścień po przeciwnych jego stronach. Kiedy włączał prąd w pierwszej cewce, prąd pojawiał się na krótko w cewce drugiej. Faraday zrozumiał, że

jest to zjawisko dynamiczne, a nie statyczne, i że prąd elektryczny nie powstaje wskutek samej tylko obecności magnesu w pobliżu przewodnika, ale wskutek zmiany pola magnetycznego, którą powoduje włączenie prądu w sąsiednim przewodniku. Potwierdził to powtarzając swe wcześniejsze doświadczenia z magnesem wsuwanym do spirali, lecz tym razem wsuwał go bardzo szybko i obserwował oczekiwany efekt. Potem wykonał wiele innych doświadczeń w celu dokładnego opisu tego zjawiska, które nazywamy indukcją elektromanetyczną.

Po tych badaniach Faraday zainteresował się przepływem elektryczności przez ciecze i w latach 1833–1834 sformułował ilościowe prawa elektrolizy. Następnie przystąpił do badań oddziaływania ładunków elektrycznych w materii. W owym czasie panowało przekonanie, że ładunki elektryczne oddziałują na siebie według prawa odkrytego przez Coulomba i to niezależnie od ośrodka, który znajduje się między nimi. Faraday od samego początku uważał, że ten pogląd jest błędny, ponieważ wyobrażał sobie, że oddziaływanie elektryczne przenosi się za pośrednictwem cząsteczek ośrodka, które muszą mieć wpływ na jego siłę. Ośrodki nie przewodzące prądu elektrycznego nazwał „dielektrykami” i w serii doświadczeń wyznaczył wartości charakteryzującego je parametru, który dziś nazywamy przenikalnością dielektryczną. Pomiary wykonywał przy użyciu butelki lejdejskiej w postaci dwóch koncentrycznych kul; przestrzeń między nimi można było wypełniać różnymi dielektrykami. Procesy zachodzące w tych doświadczeniach opisywał za pomocą „linii sił”. To obrazowe podejście zastępowało mu analizę matematyczną oddziaływań, której nie był w stanie przeprowadzić ze względu na nieznajomość matematyki.

Faraday był również głęboko przekonany, że między światłem oraz elektrycznością i magnetyzmem istnieje jakiś związek. W 1845 roku po wielu nieudanych próbach udało mu się to potwierdzić doświadczalnie. Przepuścił promień światła spolaryzowanego przez szkło ołowiowe umieszczone w polu magnetycznym silnego elektromagnesu i stwierdził, że płaszczyzna polaryzacji światła uległa skręceniu o pewien kąt. Napisał z triumfem, że udało się w końcu „namagnetyzować i naelektryzować promień światła” oraz „oświecić magnetyczną linię siły”.

Faraday przeprowadził systematyczne badania właściwości magnetycznych różnych substancji. Płytkę ze szkła ołowiowego, zawieszona między biegunami elektromagnesu, po włączeniu pola była odpychana od biegunów i ustawiała się równolegle do linii pola. Faraday stwierdził, że także wiele innych ciał jest wypychanych z pola magnetycznego. Ciekawsze ciała z długiej listy, którą podał w swym raporcie to: woda, alkohol, eter, jod, fosfor, siarka, chleb, jabłka, cukier, mięso wołowe świeże i suszone, baranina suszona, krew świeża i skrzepła, kość słoniowa, skóra, drewno, oliwa, terpentyna, lak, kauczuk, kryształ górski, siarczany glinu, baru, sodu, potasu i magnezu, kwasy solny, siarkowy,

winowy i cytrynowy, metale: antymon, bizmut, miedź, złoto, srebro, ołów, cyna.

Właściwość ciał, polegającą na ich wypychaniu z pola magnetycznego, Faraday nazwał w 1845 roku „diamagnetyzmem”.

Okazało się, że już wcześniej niektórzy badacze zauważyli tę właściwość u niektórych substancji, ale te oderwane obserwacje nie przyciągnęły uwagi fizyków. Dopiero Faraday poświęcił dostatecznie wiele uwagi zagadnieniu magnetycznych właściwości ciał i systematycznie przebadał wielką ich liczbę. Ciałom, które wykazywały słabe właściwości magnetyczne i były wciągane w pole magnetyczne, nadał w 1850 roku nazwę „paramagnetyki”.

Polecenie 1

Podczas swej podróży po Europie, Faraday „...miał możliwość spotkania wielkich uczonych francuskich i włoskich.”. Wskaż tych uczonych, których Farady spotkać nie mógł::

☐ Alessandro Volta

☐ Antoine Lavoisier

☐ Luigi Galvani

☐ Augustin Fresnel

☐ Guglielmo Marconi

☐ Galileo Galilei

☐ André Ampère

Polecenie 2

Wśród dziedzin nauki wymienionych w audiobooku, którymi zajmował się Faraday, nie ma:

☐ zjawisk ciepłych (elementów termodynamiki)

☐ elektrostatyki

☐ budowy atomu

☐ właściwości magnetycznych materii.

☐ mechaniki nieba

☐ indukcji elektromagnetycznej

☐ przepływu prądu elektrycznego

☐ zjawisk świetlnych

☐ magnetyzmu

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



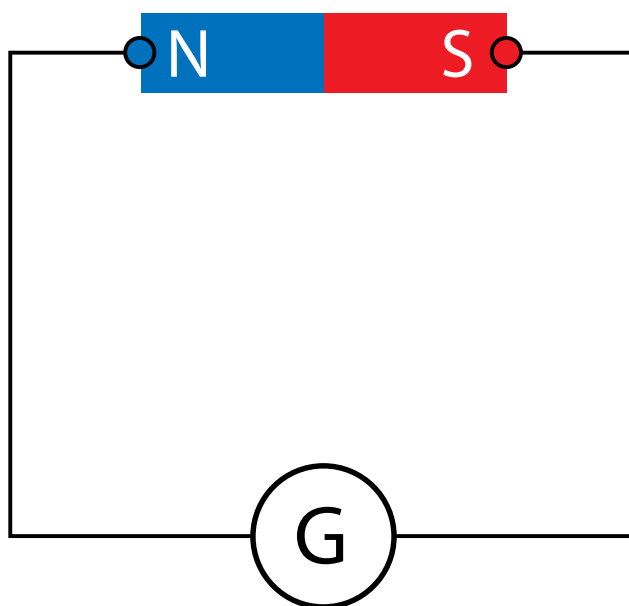
Gdyby Faraday interesował się wydarzeniami ważnymi dla Polski, które z poniższych mógłby komentować jako dorosły człowiek?

- ☐ powstanie Legionów Piłsudskiego
- ☐ Powstanie Styczniowe
- ☐ Powstanie Kościuszkowskie
- ☐ powstanie Królestwa Kongresowego
- ☐ Powstanie Wielkopolskie
- ☐ Powstanie Listopadowe
- ☐ Powstanie Warszawskie
- ☐ powstanie chłopskie pod wodzą Chmielnickiego

Ćwiczenie 2



Odsłuchaj ponownie fragment audiobooka, w którym jest mowa, że "Faraday (...) zastanawiał się, czy istnieje zjawisko odwrotne, to znaczy czy prąd elektryczny może być wytwarzany przez magnetyzm.". Przeanalizuj obwód elektryczny przedstawiony na schemacie. Składa się on z magnesu sztabkowego połączonych przewodami z galwanometrem. Wskaż najbardziej trafny opis przeznaczenia oraz spodziewanego działania takiego obwodu.



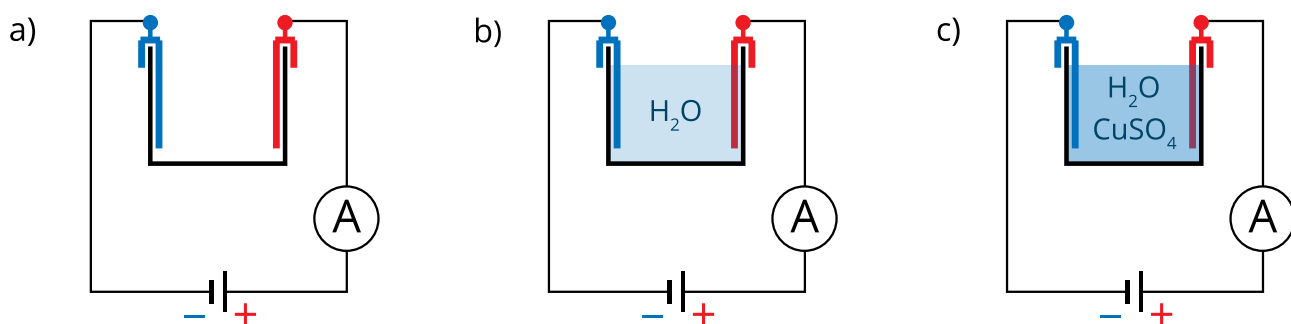
- ☐ Obwód służy do badania, czy magnes może być źródłem prądu elektrycznego. Rolę ogniwa ma pełnić w nim magnes. Galwanometr wskaże przepływ prądu, w kierunku od bieguna S do bieguna N.
- ☐ Obwód służy do badania, czy magnes może być źródłem prądu elektrycznego.. Rolę ogniwa ma pełnić w nim magnes. Galwanometr nie wskaże jednak przepływu prądu, gdyż użyto magnesu sztabkowego zamiast w kształcie podkowy.
- ☐ Obwód służy do badania, czy magnes może być źródłem prądu elektrycznego.. Rolę ogniwa ma pełnić w nim magnes. Galwanometr wskaże przepływ prądu, w kierunku od bieguna N do bieguna S.
- ☐ Obwód jest zestawiony błędnie, gdyż nie ma w nim opornika. Nie można więc

określić do czego mógłby służyć ten obwód, ani jego działania.

- ☐ Obwód służy do badania, czy magnes może być źródłem prądu elektrycznego. Rolę ogniwa ma pełnić w nim magnes. Galwanometr nie wskaże jednak przepływu prądu, gdyż nie występuje ruch magnesu względem obwodu.

Wspólna treść do wszystkich ćwiczeń od 3. do 9.

Farady badał zjawisko elektrolizy, czyli fizyko-chemiczne skutki przepływu prądu w elektrolicie. Sformułował dwa prawa elektrolizy. Najprostszy obwód elektryczny do badania tego zjawiska przedstawia schematycznie Rys. 1.a. Zawiera regulowany zasilacz napięcia stałego, amperomierz i szeregowo połączone dwie elektrody. Elektrody te mocujemy na przeciwległych ścianach prostopadłościennego naczynia szklanego lub plastikowego o pojemności około 300 ml. Amperomierz nastawiamy na pomiar natężenia prądu stałego.



Rys. 1. Schemat obwodu do badania zjawiska elektrolizy. Na niebiesko zaznaczono katodę, czyli elektrodę połączoną z ujemnym biegunem źródła napięcia. Na czerwono zaznaczono anodę, połączoną z biegunem dodatnim źródła.

Ćwiczenie 3



Przeprowadzamy trzykrotnie obserwację, polegającą na włączeniu zasilacza, nastawieniu maksymalnego napięcia i odczytaniu wskazań amperomierza. W przypadku 1a) amperomierz wskazywał zero, nawet na najbardziej czułym zakresie. Za drugim razem (rys. 1b.) wlaliśmy do naczynia około 200 ml wody destylowanej - wtedy amperomierz wskazywał przepływ prądu o natężeniu rzędu $10\ \mu\text{A}$. Za trzecim razem (rys. 1c.) dosypaliśmy do wody łyżkę siarczanu (VI) miedzi (II) CuSO_4 (tzw. siarczanu miedziowego) - wtedy amperomierz wskazał natężenie prądu rzędu 200 mA.

Objasnij wyniki kolejnych obserwacji wskazań amperomierza. Wpisz swoją wypowiedź w ramkę. Porównaj ją następnie z odpowiedzią wzorcową.

Wspólna treść do zadań 4, 5 i 6.

Pozostawiamy na kilka minut włączony przepływ prądu w sytuacji 1.c), opisanej w zad. 3. Po wyłączeniu napięcia stwierdziliśmy trzy ciekawe efekty:

- a) Temperatura naczynia, badana ręką, nieco wzrosła.
- b) W okolicach anody (elektrody połączonej z dodatnim biegunem źródła napięcia) pojawiły się pęcherzyki jakiegoś gazu.
- c) Katoda pokryła się miejscami bardzo cienką warstwą połyskliwego, czerwonego nalotu.

Ćwiczenie 4



Wyjaśnij przyczyny obserwacji a) czyli wzrostu temperatury naczynia z roztworem. Umieść swoją wypowiedź w przygotowanym do tego polu. Porównaj ją następnie z odpowiedzią wzorcową.

Ćwiczenie 5



Postaw hipotezę, jaki gaz może się wydzielać w opisanych warunkach. (spostrzeżenie b). Umieść swoją wypowiedź w przygotowanym do tego polu. Porównaj ją następnie z odpowiedzią wzorcową.

Ćwiczenie 6



Postaw hipotezę, dotyczącą natury zaobserwowanego nalotu w spostrzeżeniu c). Wymień czynniki, od których może zależeć ilość pojawiającego się nalotu. Umieść swoje wypowiedzi w przygotowanym do tego polu. Porównaj je następnie z odpowiedzią wzorcową.

Ćwiczenie 7



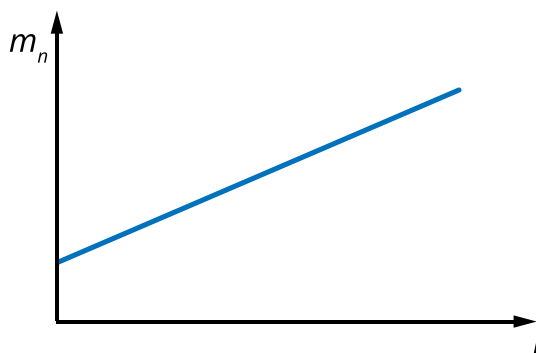
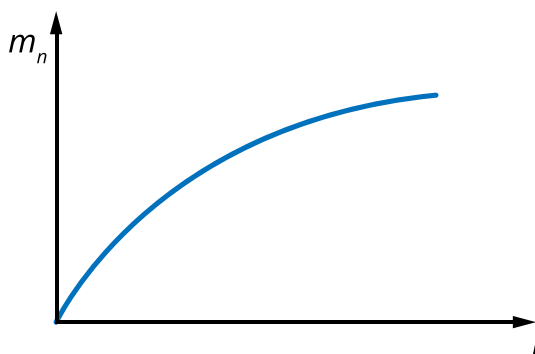
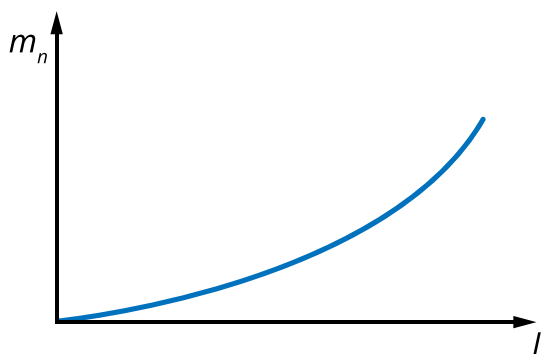
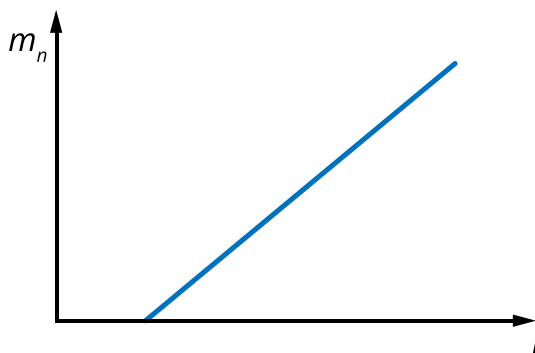
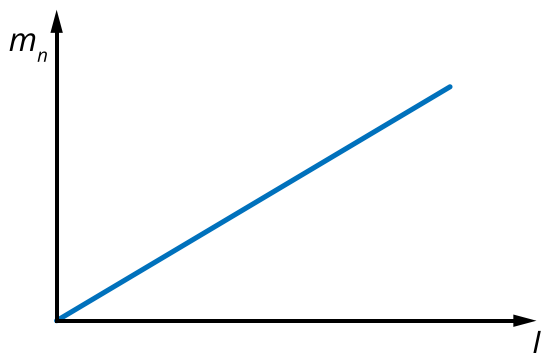
Zaproponuj eksperyment, w którym będzie można zmierzyć, jak zależy ilość pojawiającego się na katodzie nalotu od czasu trwania elektrolizy. Umieść swoją wypowiedź w przygotowanym do tego polu. Porównaj ją następnie z odpowiedzią wzorcową.

Ćwiczenie 8



Drugim istotnym czynnikiem, od którego zależy ilość pojawiającego się na katodzie nalotu, jest natężenie prądu elektrycznego pomiędzy elektrodami. Można wykazać, wykonując doświadczenie analogiczne do powyższego, że masa osadzonej miedzi m_n jest proporcjonalna do natężenia I tego prądu.

Wskaż wykres, który najlepiej oddaje oczekiwany wynik tego doświadczenia.



Ćwiczenie 9



W ćwiczeniu 7. pokazano, że zależność masy osadzonej miedzi od czasu ma postać

$$m_n(t) = k_1 \cdot t \quad (1)$$

zaś w ćwiczeniu 8 pokazano, że zależność masy osadzonej miedzi od natężenia prądu ma postać

$$m_n(I) = k_1 \cdot I \quad (2)$$

Podaj argument przemawiający za faktem, że zależność masy osadzonej miedzi od obu tych zmiennych ma postać

iloczynu:

$$m_n(I; t) = k \cdot I \cdot t, \text{ w którym } k \text{ jest wielkością stałą} \quad (3)$$

a nie

sumy:

$$m_n(I; t) = k_1 \cdot t + k_2 \cdot I, \text{ w której występują dwie stałe } k_1 \text{ i } k_2 \quad (4)$$

Wpisz swoje uzasadnienie w przygotowane pole a następnie porównaj je z odpowiedzią wzorcową.

Ćwiczenie 10



Michaelowi Faradayowi przypisuje się następującą myśl:

„Reagujemy przyjaźnie na teorie zgodne z naszymi, natomiast jesteśmy niechętni tym, które nam się sprzeciwiają, podczas gdy zdrowy rozsądek podpowiada nam, aby działać w sposób całkiem przeciwny.”

Zapisz, w kilku zdaniach, swój pogląd na ten temat. Podaj, w zwartej formie, swoje argumenty za lub przeciw temu pogładowi. Zainteresuj tą myślą oraz swoją opinią nauczyciela j. polskiego, filozofii, etyki, innego przedmiotu i spróbuj go namówić na przeprowadzenie debaty na ten temat.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Andrzej Kajetan Wróblewski Włodzimierz Natorf
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	W poszukiwaniu pierwszego prawa elektrolizy Faradaya
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony; rozszerzenie zapisów podstawy programowej
Podstawa programowa:	Cele kształcenia - wymagania ogólne: IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych. Zakres rozszerzony I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 8) rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu; 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji; 11) opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość; 12) przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń; 17) przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki; 18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii; 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu. VIII. Prąd elektryczny. Uczeń: 1) opisuje przewodnictwo w metalach, elektrolitach i gazach; wyjaśnia procesy jonizacji w gazach, wskazuje rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola; 2) posługuje się pojęciami natężenia prądu elektrycznego, napięcia elektrycznego oraz mocy wraz z ich jednostkami.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. dokona analizy warunków przepływu prądu przez elektrolit; 2. objaśni termiczne oraz wybrane chemiczne skutki przepływu prądu przez elektrolit; 3. zinterpretuje wyniki doświadczeń, w których mierzona jest zależność masy wydzielonej na elektrodzie substancji od czasu trwania elektrolizy oraz od natężenia prądu; 4. uogólni otrzymane wyniki i sformułuje 1. prawo elektrolizy Faradaya; 5. zinterpretuje równoważnik elektrochemiczny i jego jednostki.
Strategie nauczania:	IBSE, strategia eksperymentalno-obszerwacyjna
Metody nauczania:	eksperyment pokazowy, dociekanie heurystyczne, analiza wypowiedzi
Formy zajęć:	wspólna praca całego zespołu klasowego
Środki dydaktyczne:	szkolna tablica, komputer z rzutnikiem, zestaw doświadczalny zgodnie z opisem we wstępie do zadania 3. <i>Uwaga: jest bardzo pożądane, by nauczyciel przygotował zestaw doświadczalny w porozumieniu z nauczycielem chemii, w szczególności by skonsultował z nim dobór odpowiednich elektrod. Korzystne będzie także skonsultowanie z nauczycielem chemii celowości proponowania uczniom wykonania zadania 5.</i>
Materiały pomocnicze:	niniejszy e-materiał; tablice równoważników elektrochemicznych metali
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	

Nauczyciel zapowiada temat lekcji i prezentuje obwód elektryczny przygotowany zgodnie z ćwiczeniem 3.

Uczniowie przez cały czas lekcji mają wyświetlony na ekranie „zestaw ćwiczeń”.

Nauczyciel koncentruje uwagę uczniów na tym ćwiczeniu, które jest powiązane danym etapem lekcji, odpowiednio ujawniając, w wybranych momentach, podpowiedzi i odpowiedzi.

Nauczyciel przeprowadza kolejno czynności opisane jako 1a, 1b oraz 1c, prosząc każdorazowo uczniów o zinterpretowanie wskazań amperomierza.

Nauczyciel pozostawia obwód włączony, zapowiadając uczniom cel takiego postępowania.

Faza realizacyjna:

Etap I

Podczas trwania elektrolizy nauczyciel informuje uczniów, kolejno, o każdym z trzech spodziewanych efektów, opisanych w ćw. 4., 5. (wariantowo) oraz 6.

Uczniowie każdorazowo proponują, w formie dyskusji, właściwe uzasadnienia dla tych efektów. Nauczyciel podsumowuje wypowiedzi uczestników dyskusji, upewniając się, że są zrozumiałe dla pozostałych uczniów. Wymienione przez uczniów czynniki wpływające na „wydajność” elektrolizy (zad. 6.) nauczyciel zapisuje na tablicy (bez rozstrzygania o ich trafności).

Po wyłączeniu prądu w obwodzie nauczyciel zachęca uczniów, by przekonali się o występowaniu trzech efektów, o których uczniowie właśnie rozmawiali.

Etap II

Uczniowie wykonują ćwiczenie 7. Nauczyciel na bieżąco komentuje wypowiedzi uczniów. Zachęca ich do przewidzenia wyników zaprojektowanego doświadczenia.

Prosi o określenie matematycznego związku pomiędzy masą osadzonej miedzi a czasem trwania elektrolizy; zapisuje ten związek w postaci $m(t) = k_1 \cdot t$.

Uczniowie wykonują ćwiczenie 8. Nauczyciel na bieżąco komentuje propozycje uczniów. Prosi o określenie matematycznego związku pomiędzy masą osadzonej miedzi a natężeniem prądu, użytego podczas elektrolizy; zapisuje ten związek w postaci $m(I) = k_2 \cdot I$.

Faza podsumowująca:

Na bazie ćwiczenia 9. uczniowie uogólniają otrzymane dwie zależności do wspólnej postaci $m(I; t) = k \cdot I \cdot t$. Nauczyciel podaje nazwę stałej k (równoważnik elektrochemiczny miedzi), prosi uczniów o określenie jej jednostki.

Praca domowa:

Nauczyciel zaleca uczniom, by każdy z zapisanych na tablicy czynników wpływających na „wydajność” elektrolizy opatrzyli komentarzem „wpływa i zwiększa masę / wpływa i powoduje zmniejszenie masy / nie wpływa” z krótkim uzasadnieniem. Polecenie to nauczyciel formułuje na zakończenie etapu I lekcji.

Na koniec lekcji nauczyciel proponuje zapoznanie się z życiorysem i dokonaniami Faradaya i wykonanie ćwiczeń 1., 2. oraz 10.

Proponuje także – jako zadanie trudne, dla zainteresowanych – znalezienie związku wartości stałej k z masą molową miedzi, jej wartościowością, liczbą Avogadra N_A i ładunkiem elementarnym e lub stałą Faradaya F .

**Wskazówki
metodyczne
opisujące
różne
zastosowania
danego
multimedium**

Notkę biograficzną i/lub audiobook można wykorzystać jako kilkuminutowy wstęp (zainteresowanie tematem) do lekcji wprowadzającej do zagadnień związanych z indukcją elektromagnetyczną i prawem indukcji Faradaya.