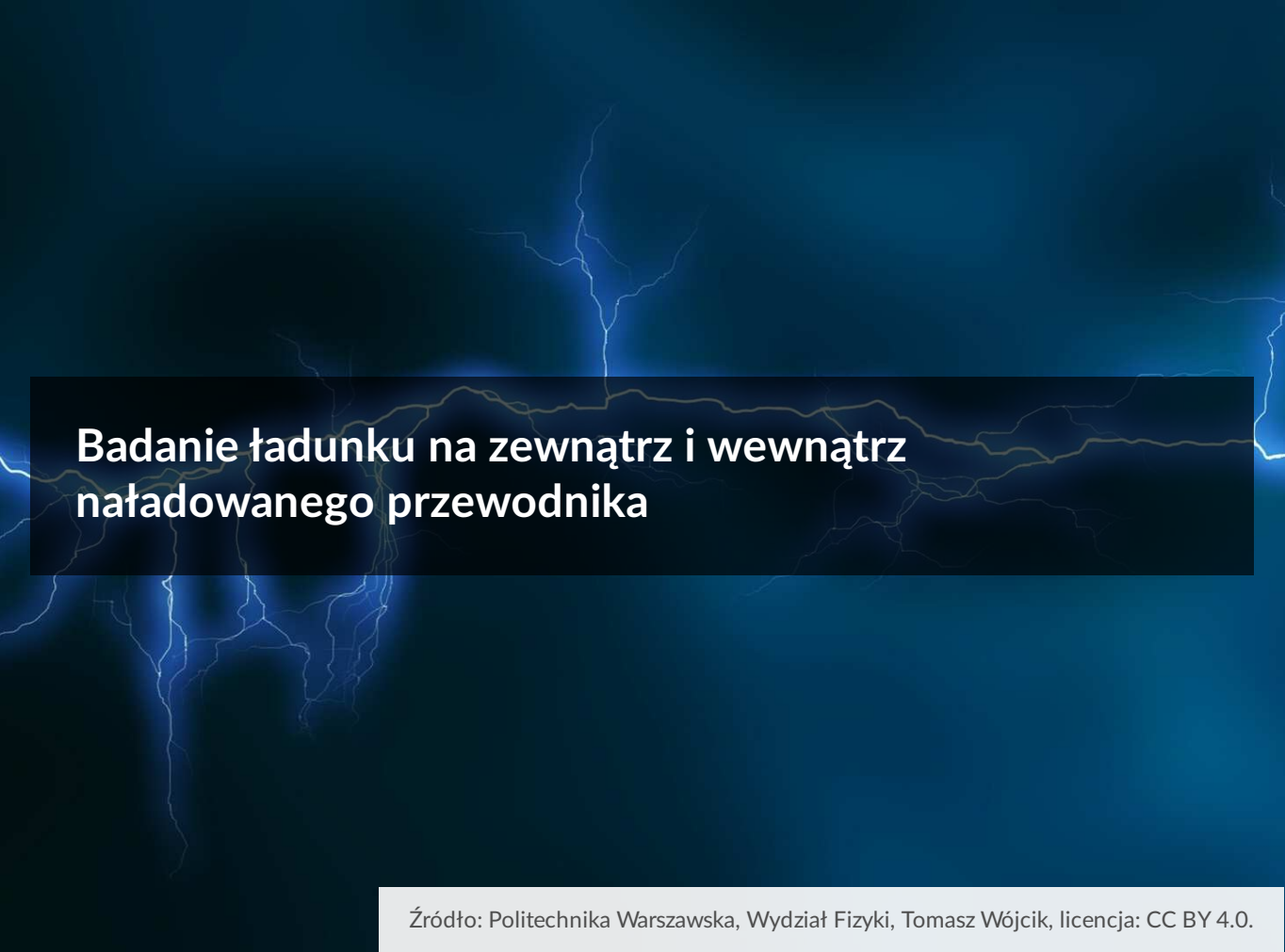




Badanie ładunku na zewnątrz i wewnątrz naładowanego przewodnika

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium WL-I](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Badanie ładunku na zewnątrz i wewnątrz naładowanego przewodnika

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, Tomasz Wójcik, licencja: CC BY 4.0.

Czy to nie ciekawe?

Przewodniki to materiały, które są jednym z podstawowych budulców współczesnych urządzeń elektronicznych i elektrycznych. Posiadają wiele ciekawych właściwości - na przykład ładunki gromadzą się na ich powierzchni a pole elektryczne w ich wnętrzu zanika. Jeżeli chcesz dowiedzieć się czegoś więcej na temat właściwości przewodników, to zapraszamy do lektury tego e-materiału.



Rys. a. Generatory wykorzystują własności przewodników.

Źródło: dostępny w internecie:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:President_Jimmy_Carter_in_Oak_Ridge_\(7071648945\)_2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:President_Jimmy_Carter_in_Oak_Ridge_(7071648945)_2.jpg) [dostęp 18.01.2023],
domena publiczna.

Twoje cele

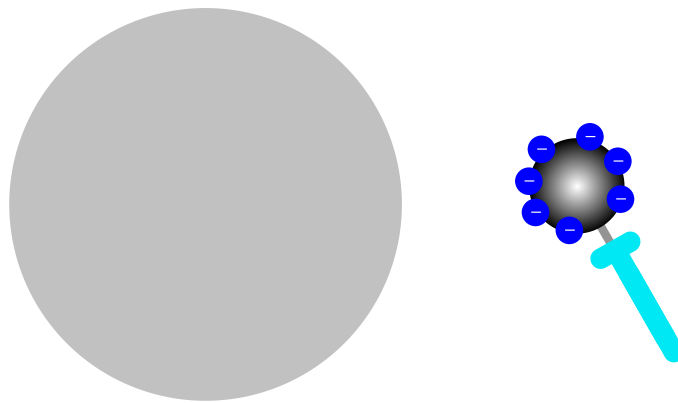
- przeanalizujesz elektryzowanie przewodników przez kontakt,
- dowiesz się, gdzie w przewodniku gromadzą się ładunki,
- zbadasz własności przewodników w laboratorium wirtualnym.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Przewodniki to materiały, które mogą przewodzić prąd elektryczny. Dzieje się tak dlatego, gdyż znajdują się w nich niezwiązane z atomami, mogące się poruszać swobodne elektrony. To właśnie one odpowiedzialne są za przepływ prądu. Więcej o przewodnikach dowiesz się w e-materiale „Przewodnik w polu elektrycznym”.

Zastanówmy się nad tym, co się stanie, gdy ujemnie naładowaną, przewodzącą kulę, zetkniemy z przewodzącą, neutralną elektrycznie kulą o znacznie większym promieniu (Rys. 1.).



Rys. 1. Ładowanie neutralnego elektrycznie przewodnika przez dotyk.

Przewodniki posiadają kilka bardzo ciekawych własności. Przede wszystkim, nieskompensowany ładunek zawsze rozkłada się na powierzchni przewodnika, a nie w jego objętości. Można ten fakt wytłumaczyć dążeniem natury do minimalizacji energii – energia ładunków zgromadzonych jedynie na powierzchni będzie mniejsza, niż energia tych samych ładunków rozłożonych w objętości.

Do tego ładunki na powierzchni przewodnika układają się w taki sposób, aby pole elektryczne wewnątrz przewodnika było zerowe. To natomiast sprawia, że potencjał wewnątrz przewodnika jest stały, równy potencjałowi na jego powierzchni.

Uzbrojeni w tę wiedzę jesteśmy już w stanie odpowiedzieć na postawione wcześniej pytanie. Jeżeli tylko zetkniemy dwie przewodzące kule przedstawione na Rys. 1., to dojdzie do przepływu ładunku między nimi – czyli elektronów o ujemnym ładunku – i do rozłożenia tego ładunku na powierzchni obu połączonych przewodników. W którą stronę jednak ładunek przepłynie i gdzie w wyniku tego przepływu się znajdzie – na większej kulce, czy na mniejszej?

Powiedzieliśmy wcześniej, że potencjał w przewodniku jest stały. Ładunek więc między kulkami będzie przepływał do momentu, w którym ich potencjały się zrównają. Potencjał na powierzchni naładowanej jednorodnie ładunkiem Q kulki o promieniu R wynosi

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R},$$

przy czym ϵ_0 to przenikalność elektryczna próżni. Jeżeli założymy, że obie kulki ze sobą nie oddziałują (czyli kiedy pominiemy to, że pole elektryczne wytworzone przez jedną z nich może, między innymi, zmienić rozkład ładunku na drugiej), to warunek na równość potencjałów obu kulek możemy zapisać jako

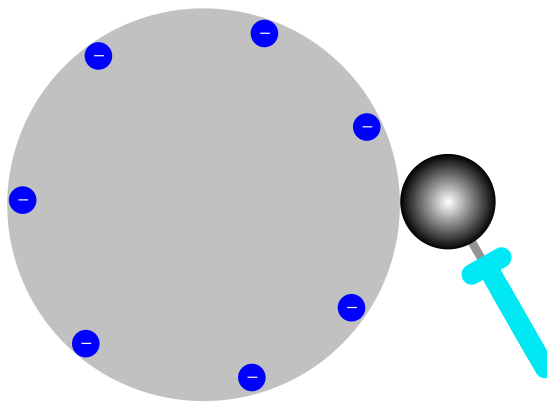
$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r},$$

gdzie Q , R , q , r - to ładunki i promienie, odpowiednio, większej i mniejszej kulki. Oznaczmy jeszcze przez Q_t sumaryczny ładunek w układzie obu kulek:

$$Q_t = q + Q.$$

Możemy rozwiązać układ tych dwóch równań i sprawdzić, jaki ładunek zgromadzi się w większej kulce:

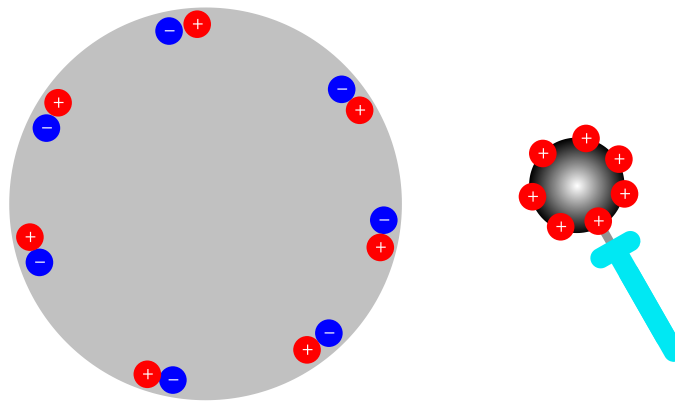
$$Q = \frac{Q_t \frac{r}{R}}{1 + \frac{r}{R}}.$$



Rys. 2. Ładunek przepływa na większą kulkę.

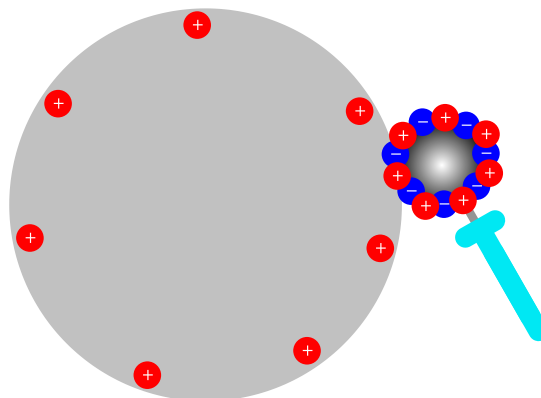
Jeżeli założymy, że promień większej kulki jest znacznie większy od promienia mniejszej kulki, to mianownik będzie w przybliżeniu równy 1. Oznacza to, że cały ładunek zgromadzi się w większej kulce - oczywiście na jej powierzchni. W taki sposób właśnie przebiega tak zwane elektryzowanie przewodników przez dotyk.

W poprzednim przykładzie mniejsza kulka naładowana była ujemnie. Co jednak by się stało, gdybyśmy naładowali ją zamiast tego dodatnio, jak na Rys. 3.?



Rys. 3. Ładowanie większej kulki ładunkiem dodatnim. Większa kulka jest elektrycznie neutralna, ale pamiętajmy, że to nie oznacza, że nie ma w niej żadnego ładunku!

Jeżeli odpowiedzieliście, że te dwie sytuacje się niczym nie różnią, mechanizm zjawiska jest taki sam i też by w tym przypadku doszło do przepływu ładunku, to oczywiście macie rację. Jest jednak pewien niuans, o którym należy pamiętać – jedynie ujemny ładunek może przepływać między przewodnikami! Jeżeli więc neutralną elektrycznie kulkę zetkniemy z kulką naładowaną dodatnio, to ujemny ładunek przepłynie do kulki naładowanej dodatnio. Na większej kulce wciąż zgromadzi się cały ładunek nieskompensowany w układzie (równy dodatniemu ładunkowi mniejszej kulki przed zetknięciem z większą), a to oznacza, że mniejsza kulka stanie się neutralna elektrycznie, a większa będzie naładowana dodatnio (Rys. 4.).



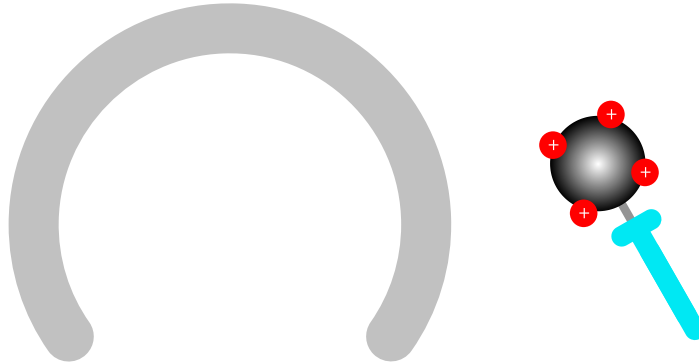
Rys. 4. Większa kulka zostaje naładowana dodatnio, a mniejsza staje się elektrycznie neutralna.

Wprawdzie między przewodnikami może przepływać jedynie ładunek ujemny, czyli elektrony, ale często dla uproszczenia mówi się również o przepływie ładunku dodatniego. Trzeba jednak pamiętać, że jest to skrót myślowy. Jeżeli mówimy, że pewien ładunek dodatni $+Q$ przepłynął między przewodnikami, to w rzeczywistości oznacza to, że ładunek ujemny $-Q$ przepłynął w kierunku przeciwnym. Będziemy tej konwencji używać w kolejnym przykładzie.

Zastanówmy się teraz nad trochę bardziej skomplikowanym problemem. Zarówno w nauce, jak i technice, czasem potrzebujemy zgromadzić na powierzchni przewodnika dużą wartość ładunku, by osiągnąć napięcie elektryczne rzędu setek tysięcy woltów. Nie jest to

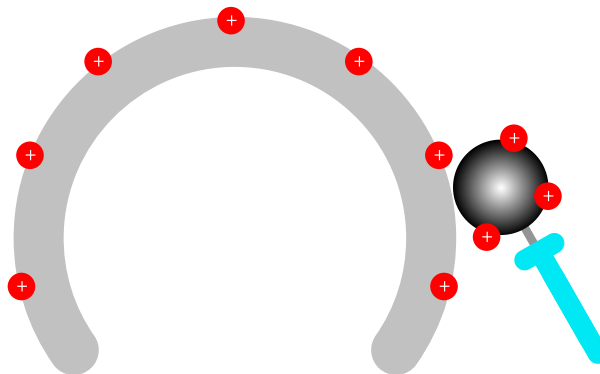
łatwe i niekiedy musimy skorzystać z paru sprytnych sztuczek, jednak zawsze w zgodzie z prawami fizyki.

Rozważmy eksperyment polegający na przekazywaniu ładunku na powierzchnię przewodzącej czaszy.



Rys. 5. Przenoszenie ładunku za pomocą metalowej kulki z izolowaną rączką.

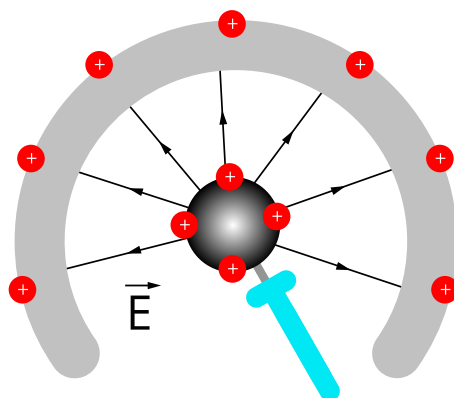
Jeżeli naładowaną kulką dotkniemy zewnętrznej powierzchni czaszy, zgromadzone na kulce ładunki przepłyną na czaszę.



Rys. 6. Przepływ ładunków na czaszę.

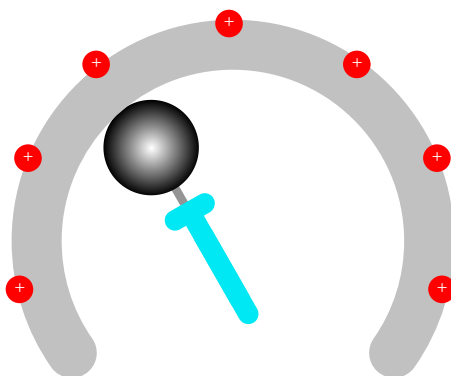
Jednak w ten sposób nie możemy ładować czaszy w nieskończoność. W pewnym momencie podczas ładowania czasza osiągnie taki sam potencjał, jak naładowana kulka i ładunek nie będzie już mógł przepływać.

Jest jednak inny sposób, by przenieść ładunek na czaszę i uzyskać na jej powierzchni o wiele większy potencjał, niż na kulce. Otóż przewodząca czasza jest komorą, w której natężenie pola elektrycznego jest zerowe, a więc jest [klatką Faradaya](#). Jeśli wprowadzimy naładowaną kulkę do środka czaszy, między kulką a wewnętrzną powierzchnią czaszy pojawi się pole elektryczne.



Rys. 7. Pole elektryczne między naładowaną kulą a czaszą.

A to oznacza, że między powierzchnią kulki i powierzchnią wewnętrzną czaszy będzie napięcie elektryczne (różnica potencjałów). Po dotknięciu kulki do wewnętrznej powierzchni czaszy dojdzie do przepływu ładunku z kulki na czaszę.



Rys. 8. Przenoszenie ładunków na czaszę.

Zwróćmy jeszcze uwagę na dwie kwestie:

1. Ładując czaszę zwiększamy jej energię. Dzieje się to kosztem dodatniej pracy, jaką wykonujemy za każdym razem, gdy zbliżamy do czaszy naładowaną kulkę.
2. W rzeczywistych warunkach nie jest możliwe ładowanie czaszy w nieskończoność, nawet przedstawionym powyżej sposobem. Duża gęstość ładunku na czaszy, szczególnie na ostrzach, które mogą być wynikiem niedoskonałej budowy układu, powodować będzie jonizację otaczającego czaszę powietrza i tzw. wyładowania koronowe.

Słowniczek

Klatka Faradaya

(ang.: *Faraday cage*) – przewodząca wnęka, w której następuje zanik pola elektrycznego. Klatki Faradaya stosuje się m.in. do osłony układów elektronicznych przed zewnętrznym polem elektrycznym.

Wirtualne laboratorium WL-I

Badanie ładunku na zewnątrz i wewnątrz naładowanego przewodnika

Przeprowadź dwuczęściowy eksperyment w wirtualnym laboratorium. Wykonaj ćwiczenia i polecenia związane z wyposażeniem laboratorium, przeprowadzeniem eksperymentu i podsumowaniem jego wyników.

Doświadczenie 1

Badanie rozkładu ładunków elektrycznych wewnątrz i na zewnątrz przewodnika

Problem badawczy

Gdzie na przewodnikach gromadzi się ładunek elektryczny?

Hipoteza

Ładunek elektryczny gromadzi się na zewnątrz przewodnika.

Co będzie potrzebne

Ćwiczenie 1

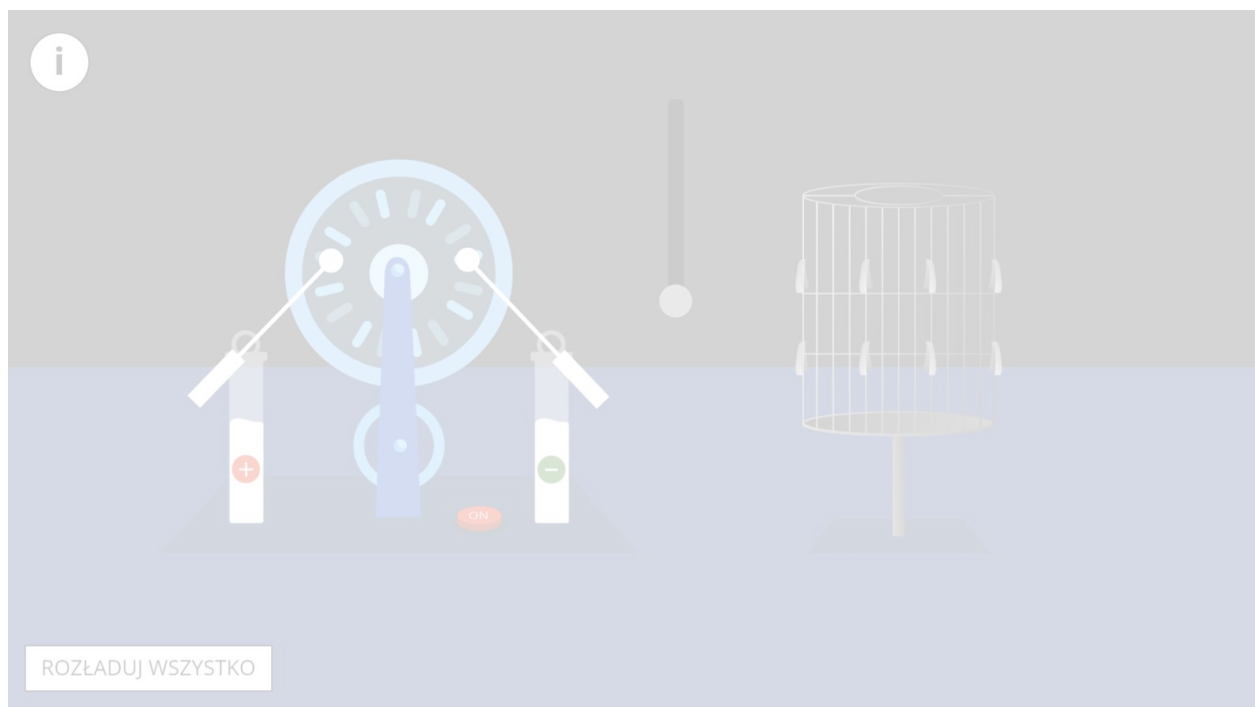
Zaznacz, które przyrządy są NIEZBĘDNE do sprawdzenia hipotezy badawczej w tym doświadczeniu?

- ☐ Przyrząd do pomiaru wartości zgromadzonego ładunku.
- ☐ Dowolny przyrząd do wytwarzania ładunku elektrycznego (separowania ładunków elektrycznych).
- ☐ Przyrząd do przenoszenia ładunku elektrycznego na badany przewodnik.
- ☐ Paski z folii aluminiowej przymocowane do wewnętrznej i zewnętrznej strony badanego przewodnika.
- ☐ Przewodnik w kształcie kuli.
- ☐ Przewodnik wydrążony w środku.

Instrukcja

1. Zapoznaj się z obsługą wirtualnego laboratorium.
2. Przystępując do doświadczenia upewnij się, że klatka Faradaya jest rozładowana.

3. Naelektryzuj dodatnio małą elektrodę w kształcie kulki przy pomocy maszyny elektrostatycznej. Następnie nanieś ładunek na klatkę Faradaya od zewnątrz. Powtórz tę czynność 6 lub 7 razy i obserwuj, jak zachowują się paski z folii aluminiowej.
4. Zapisz w dzienniku obserwacji liczbę ładowań i zaobserwowane efekty. Zwróć uwagę na to, jak bardzo wychylały się od pionu części pasków znajdujące się na zewnątrz klatki Faradaya, a jak bardzo te znajdujące się wewnątrz.
5. Rozładuj wszystko i powtórz doświadczenie, tym razem nanosząc ładunek od wewnątrz klatki Faradaya. Po naelektryzowaniu małej elektrody w kształcie kulki przełóż ją przez otwór znajdujący się u góry klatki Faradaya. Dotknij kulką boku klatki Faradaya od środka i kliknij lewy przycisk myszy. Wyjmij elektrodę przez otwór i powtórz tę czynność tyle samo razy, co poprzednio. Obserwuj, jak zachowują się paski z folii aluminiowej.
6. Zapisz w dzienniku obserwacji liczbę ładowań i zaobserwowane efekty. Zwróć uwagę na to, jaka była różnica między zachowaniem pasków, kiedy klatka Faradaya była elektryzowana od zewnątrz i kiedy klatka Faradaya była elektryzowana od wewnątrz.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DKghgvnn0>

Dziennik obserwacji – elektryzowanie przewodnika z zewnątrz

Liczba ładowań przewodnika:

Obserwacje

Dziennik obserwacji – elektryzowanie przewodnika od wewnątrz

Liczba ładowań przewodnika:

Obserwacje

Podsumowanie

Ćwiczenie 2

Wpisz do formularza krótkie podsumowanie wyników doświadczenia. Zawrzyj w nim co najmniej następujące elementy:

1. Jak wychylały się od pionu części pasków znajdujące się na zewnątrz, a jak od wewnątrz klatki Faradaya?
2. Jaki wyływa z tego wniosek dotyczący rozkładu ładunku w naelektryzowanym przewodniku? W których jego miejscach gromadzi się ładunek?
3. Skomentuj, czy hipoteza badawcza potwierdziła się.

Zwróć uwagę, że doświadczenie ma charakter jakościowy, a nie ilościowy.

Doświadczenie 2

Badanie procesu nanoszenia ładunku na klatkę Faradaya

Problem badawczy

Czy na klatkę Faradaya można nanieść dowolną ilość ładunku, bez ograniczeń?

Hipoteza

Ćwiczenie 3

Postaw swoją hipotezę badawczą poprzez wybranie jednej z odpowiedzi:

☐

Tak, nie ma powodu, by istniały jakieś ograniczenia.

☐

Istnieje ograniczenie ilości nanoszonego ładunku od zewnątrz, ale gdy nanosimy ładunek od wewnątrz – ograniczeń nie ma.

☐

Istnieje ograniczenie ilości nanoszonego ładunku od wewnątrz, ale gdy nanosimy ładunek od zewnątrz – ograniczeń nie ma.

☐

Istnieje ograniczenie ilości nanoszonego ładunku zarówno od zewnątrz, jak i od wewnątrz.

Co będzie potrzebne

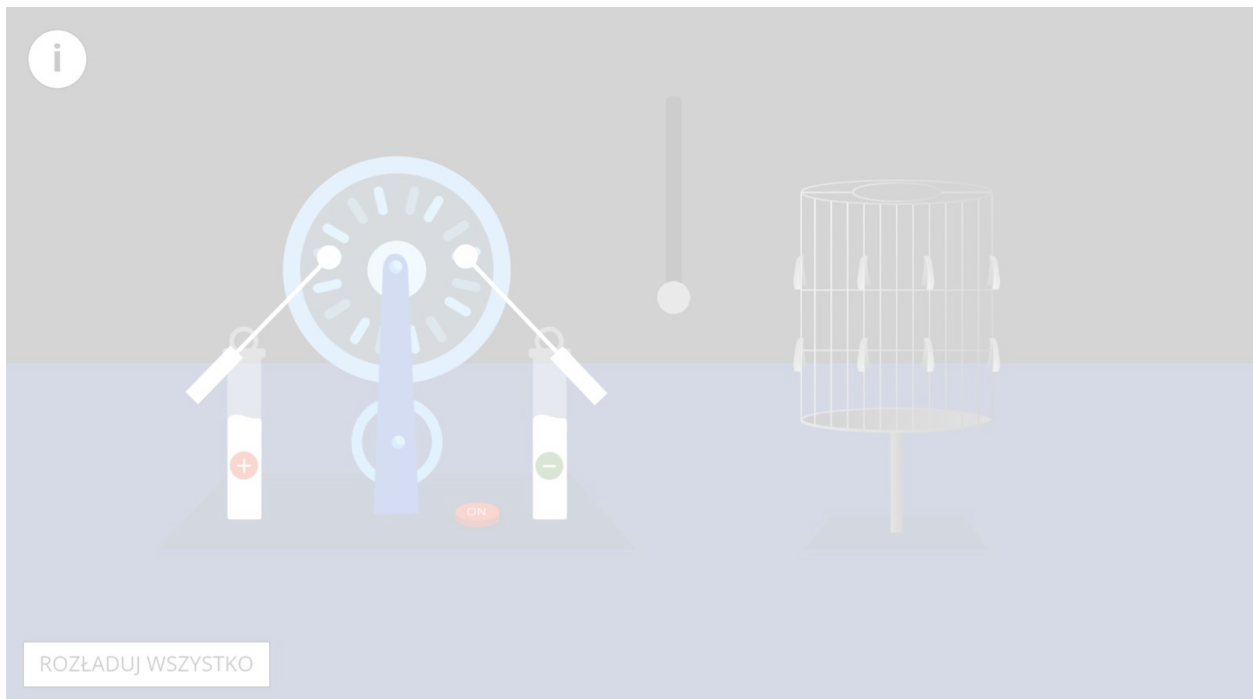
Ćwiczenie 4

Co należy zmienić w wyposażeniu laboratorium, by wykonać **Doświadczenie 2**?

- ☐ Należy zmienić sposób nanoszenia ładunku na klatkę Faradaya.
- ☐ Należy dołączyć do wyposażenia urządzenie do pomiaru ładunku elektrycznego.
- ☐ Nic nie trzeba zmieniać w wyposażeniu laboratorium.

Instrukcja

1. Upewnij się, że klatka Faradaya jest rozładowana.
2. Naelektryzuj małą elektrodę w kształcie kulki dodatnio przy pomocy maszyny elektrostatycznej. Następnie nanieś ładunek na klatkę Faradaya od zewnątrz. Powtarzaj tę czynność (licząc liczbę ładowań) aż do momentu, kiedy wychylenie pasków (i co za tym idzie – wartość ładunku na klatce Faradaya) przestanie rosnąć.
3. Zapisz w dzienniku, ile ładowań powodowało wzrost wartości ładunku elektrycznego zgromadzonego na klatce.
4. Nie rozładowuj niczego.
5. Naelektryzuj małą elektrodę w kształcie kulki dodatnio i nanieś ładunek na klatkę Faradaya od wewnątrz. Powtarzaj tę czynność (licząc liczbę ładowań) i obserwuj, czy wychylenie pasków (i co za tym idzie – wartość ładunku na klatce Faradaya) rośnie i przekracza osiągnięty wcześniej limit.
6. Kontynuuj nanoszenie ładunku dodatniego na klatkę Faradaya od wewnątrz. Czy możesz robić to w nieskończoność, czy i tym razem osiągniesz pewien nowy limit?
7. Zapisz w dzienniku, ile dalszych ładowań powodowało wzrost wartości ładunku elektrycznego zgromadzonego na klatce.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DKghgvnn0>

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Dziennik obserwacji – badanie, czy istnieją limity ładowania klatki Faradaya

Liczba ładowań przewodnika od zewnątrz do osiągnięcia limitu:

Liczba ładowań przewodnika od wewnątrz do osiągnięcia nowego limitu:

Podsumowanie

Dokonaj podsumowania doświadczenia odpowiadając na pytania zawarte w poniższych ćwiczeniach.

Ćwiczenie 5

Co jest przyczyną faktu, że nie można zwiększać ładunku klatki Faradaya ponad pewną wartość, ładując ją od zewnątrz?

Ćwiczenie 6

Dlaczego ładując klatkę Faradaya od wewnątrz możemy nanieść na nią więcej ładunku?

Ćwiczenie 7

Co jest przyczyną faktu, że również ładując klatkę Faradaya od wewnątrz nie można zwiększać jej ładunku ponad pewną wartość?

Podsumuj całe doświadczenie wpisując je do formularza poniżej.

Ćwiczenie 8

W podsumowaniu skomentuj, czy Twoja hipoteza badawcza potwierdziła się.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przekazywanie ładunku za pomocą naładowanej kulki na powierzchnię przewodzącej czaszy to elektryzowanie:

- ☐ przez indukcję.
- ☐ przez kontakt z ciałem naelektryzowanym.

Ćwiczenie 2



Naładowana elektrycznie kulka zostaje zbliżona do rozładowanego elektroskopu, lecz nie dochodzi do kontaktu między kulką a elektroskopem. Wyjaśnij zachowanie elektroskopu.

Ćwiczenie 3



Komora wykonana z przewodnika naładowana jest elektrycznie. Gdzie rozłoży się ładunek swobodny?

- ☐ w całej objętości
- ☐ na całej powierzchni
- ☐ tylko na powierzchni zewnętrznej

Ćwiczenie 4



Naładowana elektrycznie metalowa kulka została otoczona elektrycznie obojętną metalową sferą (klatką Faradaya). Kulka nie dotyka sfery, a sfera nie jest uziemiona. Jakie jest pole elektryczne na zewnątrz sfery.

- ☐ Natężenie pola elektrycznego jest zerowe.
- ☐ Natężenie pola elektrycznego jest takie samo, jak od samej naładowanej kulki.

Ćwiczenie 5



Naładowana elektrycznie metalowa kulka została otoczona elektrycznie obojętną metalową sferą (klatką Faradaya), która jest uziemiona. Kulka nie dotyka sfery. Jakie jest pole elektryczne na zewnątrz sfery.

- ☐ Natężenie pola elektrycznego jest zerowe.
- ☐ Natężenie pola elektrycznego jest takie samo, jak od samej naładowanej kulki.

Ćwiczenie 6



Przez otwory w klatce Faradaya przewleczone są do połowy długości paski z folii aluminiowej. Klatka zostaje naładowana elektrycznie. Jak zachowują się paski?

- ☐ Paski odchylają się od ścianek klatki po stronie wewnętrznej i zewnętrznej.
- ☐ Paski odchylają się od ścianek klatki tylko po stronie wewnętrznej.
- ☐ Paski odchylają się od ścianek klatki tylko po stronie zewnętrznej.

Ćwiczenie 7



Naładowana powierzchniowo kula wytwarza pole centralne. Dlaczego nie jest możliwe, żeby wektory natężenia pola na powierzchni kuli nie były do niej prostopadłe?

Ćwiczenie 8



Elektron porusza się w atomie wodoru w centralnym polu elektrycznym wytworzonym przez proton. Uzasadnij, że praca elektronu w tym polu jest równa zeru.

Ćwiczenie 9



Które z wymienionych materiałów są przewodnikami, a które izolatorami?

przewodniki

papier

drewno

miedź

złoto

żelazo

porcelana

srebro

szkło

izolatory

Ćwiczenie 10



Jak można elektryzować przewodniki?

☐

Przez indukcję.

☐

Przez tarcie.

☐

Przez kontakt z ciałem naelektryzowanym.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji:

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Gradowski
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Badanie ładunku na zewnątrz i wewnątrz naładowanego przewodnika
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

**Podstawa
programowa:**

Cele kształcenia – wymagania ogólne

II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.

III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość;
15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.

VI. Elektrostatyka. Uczeń:

4) opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach i znikanie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya).

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

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;
19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.

VII. Elektrostatyka. Uczeń:

6) opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach, zerowe natężenie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya), duże natężenie pola wokół ostrzy na powierzchni przewodnika.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. wymienia własności przewodników, 2. bada rozkład ładunków w przewodniku, 3. przeprowadza eksperyment w laboratorium wirtualnym z klatką Faradaya, 4. rozwiązuje zadania problemowe dotyczące rozłożenia ładunku na przewodniku.
Strategie nauczania:	IBSE
Metody nauczania:	wykład informacyjny, eksperyment
Formy zajęć:	praca w parach, praca indywidualna
Środki dydaktyczne:	elektroskop, pałeczka ebonitowa z tkaniną, naczynie metalowe na izolowanej nóżce, metalowa kulka na izolowanym uchwycie
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Na poprzedniej lekcji, nauczyciel zadał uczniom wykonanie eksperymentu w wirtualnym laboratorium. Uczniowie opisują przebieg doświadczenia i wspólnie z nauczycielem podają podstawowe własności przewodników w polu elektrycznym.	
Faza realizacyjna:	
Na lekcji nauczyciel przeprowadza rzeczywisty eksperyment polegający na ładowaniu przewodzącego naczynia za pomocą naelektryzowanej pałeczki ebonitowej, a następnie zbieraniu ładunku za pomocą przewodzącej kulki z poszczególnych części naczynia i mierzeniu go elektroskopem. Uczniowie próbują w sposób jakościowy opisać obserwowane zjawisko. Inspirowani przez nauczyciel wyjaśniają działanie klatki Faradaya, zwracając uwagę na rozkład ładunku, potencjał na powierzchni oraz zanikanie pola wewnątrz.	

Faza podsumowująca:	
Uczniowie weryfikują zdobytą wiedzę rozwiązując w parach zadania 1-4 z zestawu ćwiczeń.	
Praca domowa:	
Uczniowie utrwalają wiedzę i zdobyte umiejętności przez rozwiązanie w domu zadań, których nie rozwiązyali na lekcji: 5-8 z zestawu ćwiczeń.	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium	Uczniowie mogą wykonać eksperyment w wirtualnym laboratorium na lekcji.