

FIZYKA

**Biblioteka
Eksperymentu
Uczniowskiego**

Elektryzowanie ciał

Bożena Zgardzińska

Lublin, 2022

Scenariusze i komplety materiałów do lekcji wspieranej doświadczeniem i/lub obserwacją

Spis treści

Elektryzowanie ciał.....	4
Odbiorcy zajęć.....	4
Realizowane elementy podstawy programowej.....	4
Cele ogólne – intencje nauczyciela.....	4
Cele operacyjne – osiągnięcia ucznia:	5
Metody pracy	5
Formy pracy.....	5
Czas realizacji zajęć.....	6
Środki i materiały dydaktyczne.....	6
Lista doświadczeń/obserwacji.....	7
Przebieg zajęć.....	8
Lekcja.....	8
1. Czynności organizacyjne:.....	8
2. Wprowadzenie do tematyki zajęć:	9
3. Zasadnicza część zajęć.....	10
4. Podsumowanie zajęć.....	12
5. Czynności organizacyjne końcowe	12
Materiały wsparcia dla uczniów	13
Podstawowe informacje o polu elektrycznym	14
SAM eksperymentuje	16
Infografiki	18
Elektryzowanie	19
Oddziaływanie ładunków jedno- i różnoimiennych	20
Przykłady izolatorów i przewodników.....	21
Karta pracy ucznia	22
Karta pracy ucznia – Elektryzowanie ciał.....	23
Zadanie 1. Dokończ zdania	23
Doświadczenie 1. Elektryzowanie ciał przez pocieranie	23
Zadanie 2. Wybierz właściwe dokończenia zdań.....	24
Doświadczenie 2. Elektryzowanie elektroskopu przez wpływ	24
Doświadczenie 3. Elektryzowanie elektroskopu przez dotyk.....	25
Doświadczenie 4. Sprawdzanie, jakim ładunkiem naelektryzowane jest ciało.....	26

Doświadczenie 5. Maszyna elektrostatyczna	27
Doświadczenie 6. Linie sił pola elektrycznego.....	28
Materiały wsparcia dla nauczycieli.....	29
Wypełniona karta pracy ucznia – Elektryzowanie ciał	30
Zadanie 1. Dokończ zdania	30
Doświadczenie 1. Elektryzowanie ciał przez pocieranie	30
Zadanie 2. Wybierz właściwe dokończenia zdań.....	31
Doświadczenie 2. Elektryzowanie elektroskopu przez wpływ	31
Doświadczenie 3. Elektryzowanie elektroskopu przez dotyk.....	32
Doświadczenie 4. Sprawdzanie, jakim ładunkiem naelektryzowane jest ciało.....	33
Doświadczenie 4. Sprawdzanie, jakim ładunkiem naelektryzowane jest ciało.....	34
Doświadczenie 5. Maszyna elektrostatyczna	35
Doświadczenie 6. Linie pola elektrostatycznego.....	36
Materiały wsparcia dla nauczycieli.....	37
Elektroskop, elektrometr.....	38
Budowa i zasada działania	38
Maszyna elektrostatyczna	40
Budowa maszyny elektrostatycznej	41
Doświadczenie 1 – pole centralne.....	42
Doświadczenie 2 – Linie sił pola elektrycznego dla układu dwóch ładunków jednoimiennych....	42
Doświadczenie 3 – Linie sił pola elektrycznego dla układu dwóch ładunków różnoimiennych....	43
Dodatkowe ciekawe doświadczenia.....	44
Doświadczenie 4 – Iskra i jej własności	44
Doświadczenie 5 – Działanie cieplne iskry	44
Doświadczenie 6 – Jonizacyjne działanie płomienia	44
Doświadczenie 7 – Efekty świetlne w ciemności.....	44
Ogólna instrukcja BHP	46
PRZEPISY OGÓLNE	47
OBSŁUGA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH.....	48
PRACA Z SUBSTANCJAMI TOKSYCZNYMI I SZKODLIWYMI	48
PRACA ZE ŹRÓDŁAMI CIEPŁA.....	48
PRACA ZE ŹRÓDŁAMI ŚWIATŁA	49
UWAGI KOŃCOWE.....	49

Elektryzowanie ciał

Odbiorcy zajęć

Fizyka, uczniowie kl. 7 lub 8 szkoły podstawowej.

Realizowane elementy podstawy programowej

Materiały służą do przeprowadzenia lekcji z działu Elektryczność, w szczególności uczeń:

- opisuje sposoby elektryzowania ciał przez potarcie i dotyk; wskazuje, że zjawiska te polegają na przemieszczaniu elektronów,
- opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych,
- opisuje budowę oraz zasadę działania elektroskopu oraz maszyny elektrostatycznej,
- opisuje linie sił pola elektrostatycznego między ładunkami,
- posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elementarnego; stosuje jednostkę ładunku.

Doświadczalnie:

- demonstruje zjawiska elektryzowania przez potarcie lub dotyk,
- demonstruje wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych,
- według podanego schematu łączy elementy obwodów doświadczalnych.

Cele ogólne – intencje nauczyciela

- teoretyczne omówienie oraz doświadczalne zapoznanie ze sposobami elektryzowania ciał przez potarcie i dotyk,
- wyjaśnienie zjawiska elektryzowania ciał jako konsekwencji przepływu elektronów,
- wskazanie powiązania rodzaju materiału elektryzowanego z kierunkiem przepływu elektronów,
- zapoznaje uczniów z urządzeniami wykorzystywanymi w elektrostatyce do pomiarów jakościowych,

- kształtowanie umiejętności wnioskowania na podstawie obserwacji,
- kształtowanie postawy odpowiedzialnego pełnienia ról w pracy wymagającej realizacji doświadczeń,
- nabywanie umiejętności współpracy i pracy samodzielnej.

Cele operacyjne – osiągnięcia ucznia:

Uczeń:

- wyjaśnia na czym polega elektryzowanie ciał,
- podaje przykłady sposobów elektryzowania ciał,
- potrafi naelektryzować ciała,
- potrafi przeprowadzić samodzielnie doświadczenie przedstawiające elektryzowanie ciał,
- wie, od czego zależy przyciąganie i odpychanie się ładunków,
- potrafi zastosować elektroskop w badaniach ciał naelektryzowanych,
- prawidłowo posługuje się elektroskopem,
- prawidłowo posługuje się maszyną elektrostatyczną,
- nabywa umiejętności samodzielnej pracy, obserwacji zjawisk fizycznych, stawiania pytań i poszukiwania odpowiedzi,
- jest gotów do pełnienia różnych ról w pracy zespołowej

5

F

Metody pracy

Rozmowa dydaktyczna: metoda asymilacji wiedzy – rozmowa z uczniem, samodzielne dochodzenia do wiedzy.

Metoda praktyczna – realizacji doświadczalnych zadań odtwórczych i twórczych, obserwacja demonstracji, samodzielne wykonywanie doświadczeń.

Formy pracy

Praca indywidualna – samodzielne wykonywanie wybranych etapów doświadczenia, samodzielne wypełnianie kart pracy.

Praca grupowa – wspólne wykonywanie zadań doświadczalnych, współpraca przy realizacji doświadczeń.

Praca zbiorowa – obserwacja demonstracji wykonywanych przez nauczyciela powiązana ze wspólnym dochodzeniem do wniosków.

Czas realizacji zajęć

Planowany czas realizacji zajęć: 2 godziny lekcyjne.

Środki i materiały dydaktyczne

Do realizacji zajęć w klasie liczącej L uczniów, z których utworzono K grup przygotowuj zasoby wg katalogu i w ilości wskazanej w Tabeli 1.

Tabela 1. Katalog zasobów do przeprowadzenia lekcji ze wskazaniem ilości zasobów oraz użytkownika zasobów.

Lp.	Nazwa	Ilość	Użytkownik zasobów
1	Materiały wsparcia dla nauczyciela	1	Nauczyciel
2	Instrukcja BHP	1	Nauczyciel/uczeń
3	Laska szklana	K	Uczeń
4	Laska ebonitowa	K	Uczeń
5	Laska winidurowa lub akrylowa	K	Uczeń
6	Linijka plastikowa	K	Uczeń
7	Futro lub tkanina wełniana do elektryzowania	K	Uczeń
8	Folia, sprawki kartek papieru, sól	K	Uczeń
9	Elektroskop lub elektrometr Browna	K	Uczeń
10	Maszyna elektrostatyczna	1	Uczeń/nauczyciel
11	Pióropusze do maszyny elektrostatycznej	2	Uczeń/nauczyciel
12	Przewody łączeniowe do maszyny elektrostatycznej	2	Uczeń/nauczyciel
13	Komplet materiałów wsparcia dla uczniów (materiały opisowe, infografiki, SAM eksperymentuje)	K	Uczeń
14	Tablica	1	Nauczyciel
15	Film instruktażowy https://youtu.be/P_Z6SLexEj4	1	Uczeń/nauczyciel
16	Karty pracy uczniów	L	Uczeń

Lista doświadczeń/obserwacji

Doświadczenie 1. Elektryzowanie ciał przez pocieranie.

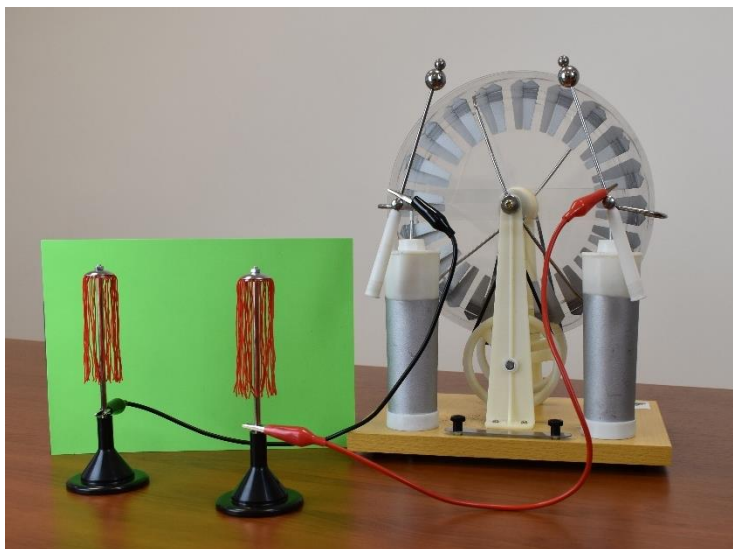


Doświadczenie 2. Elektryzowanie elektroskopu przez wpływ.

Doświadczenie 3. Elektryzowanie elektroskopu przez dotyk.

Doświadczenie 4. Sprawdzanie, jakim ładunkiem naelektryzowane jest ciało.

Doświadczenie 5. Ładowanie maszyny elektrostatycznej.



Doświadczenie 6. Linie sił pola elektrycznego:

- a) pojedynczego ładunku,
- b) dwóch ładunków jednoimiennych
- c) dwóch ładunków różnoimiennych.

Przebieg zajęć

Zajęcia będą realizowane w sali lekcyjnej w K grupach z wykorzystaniem podstawowego zestawu zasobów wykorzystywanego na lekcjach z elektrostatyki. Zajęcia wymagają przygotowania się nauczyciela. Zajęcia rozpoczyna przygotowanie zestawów doświadczalnych i poinstruowanie uczniów o obsłudze urządzeń oraz sposobie użytkowania zasobów i narzędzi. Następnie nauczyciel dokonuje wprowadzenia do tematyki zajęć (warto zapoznać się z materiałami wsparcia, gdzie można znaleźć dodatkowe informacje). W zasadniczej części zajęć uczniowie przystępują do samodzielnego wykonywania doświadczeń oraz prowadzą obserwacje doświadczeń prezentowanych przez nauczyciela. Na tym etapie pracy wypełniają też karty pracy. Wyciągają wnioski. Na zakończenie zajęć nauczyciel podsumowuje lekcje. Lekcje kończy uprzątnięcie sali.

Przed przystąpieniem do realizacji zajęć:

- Sprawdź, czy dysponujesz odpowiednią, wymaganą liczbą urządzeń i ustal ile grup będzie pracować na zajęciach.
- Ustal iluosobowe zespoły stworzysz.
- Wydrukuj odpowiednią liczbę kart pracy i pozostałych materiałów wsparcia dla uczniów.
- Obejrzyj film instruktażowy.
- Przetestuj pracę urządzeń. Sprawdź wykonalność doświadczeń zaproponowanych w scenariuszu na urządzeniach, którymi dysponujesz.
- Poinformuj uczniów, że lekcja z elektrostatyki jest wspierana doświadczeniem i/lub obserwacją i będzie realizowana w K grupach.

Lekcja

Oznaczenia w opisie:

N – nauczyciel

U – uczeń

1. Czynności organizacyjne:

N i U: Zorganizowanie przestrzeni sali lekcyjnej:

- rozstawienie stolików, jeśli trzeba;
- podzielenie zasobów między K grup i porozstawianie ich na ławkach (są to wszystkie zasoby wskazane w Tabeli 1 w ilości K);

- przygotowanie stanowiska pokazowego nauczyciela (są to wszystkie zasoby wskazane w **Tabeli 1** w ilości 1).

N: Sprawdzenie listy obecności;

N i U: Podział uczniów na K grup i wskazanie ich miejsc pracy;

N: Rozdanie uczniom materiałów do pracy samodzielnej (są to zasoby wskazane w **Tabeli 1** w ilości L),

N: Poinstruowanie uczniów o środkach ostrożności w pracy z urządzeniami i narzędziami oraz zasadach ich bezpiecznego użytkowania. Na lekcji z elektrostatyki może się zdarzyć w szczególności stłuczenie szklanych elementów zestawów.

Użytkowanie maszyny elektrostatycznej odbywa się przy asyście nauczyciela!

U: Zapoznanie się z **kartą Bezpieczny Badacz**.

N: Przypomnienie uczniom, że lekcja wymaga od nich zaangażowania w samodzielne wykonywanie doświadczeń oraz obserwacje doświadczeń prezentowanych przez nauczyciela. Istotne jest wykonywanie doświadczeń według instrukcji nauczyciela. Na aktywność na lekcji składać się będzie indywidualne wypełnianie kart pracy.

Szacowany czas niezbędny na powyższe czynności: 5-7 min.

2. Wprowadzenie do tematyki zajęć:

N: Wprowadzenie/przypomnienie pojęcia ładunku elektrycznego. Omówienie rodzajów oddziaływań ładunków, przyciągania i odpychania się ładunków.

U: Korzysta z dołączonej **infografiki „Oddziaływanie ładunków jedno- i różnoimiennych”**.

U: Wypełnia **zadanie 1 z Karty pracy**

N: Opowiada czego dotyczy elektrostatyka.

U: Korzysta z dołączonych **materiałów wsparcia „Podstawowe informacje o polu elektrycznym”**.

N: Prezentuje przykłady ilustrujące temat główny lekcji: podaje przykłady zjawisk z życia codziennego, gdzie uczniowie mogą zaobserwować elektryzowanie się ciał.

U: Dyskutuje na temat przykładów podanych przez nauczyciela. Wskazuje własne.

N: Komentuje przykłady elektryzowania ciał podawane przez uczniów. Odpowiada na pytania.

N: Wprowadza uczniów w tematykę przedstawiając jej cel: poznanie sposobów elektryzowania ciał oraz badania procesu elektryzowania ciał.

Szacowany czas niezbędny na powyższe czynności: 10 min.

3. Zasadnicza część zajęć

N: Wprowadzenie do wykonywania **Doświadczenia 1. Elektryzowanie ciał przez pocieranie.**

Omówienie przyrządów i czynności niezbędnych do przeprowadzenia eksperymentu. Poinstruowanie uczniów, by naelektryzowali ciała pocierając różnymi materiałami dostępne im laski. Wykorzystując folię, skrawki kartek papieru lub sól sprawdzają, jak zachowują się te materiały w sytuacji zbliżania lub dotykania ich laskami.

U: Wykonują doświadczenie zgodnie z poleceniami i komentarzami nauczyciela oraz wypełniają kartę pracy – **Doświadczenie 1.**

N: Stymuluje aktywność uczniów. Moderuje wyciąganie przez uczniów wniosków z doświadczenia.

N: Przedstawia powiązanie przebiegu procesu elektryzowania z rodzajem materiału, jaki jest elektryzowany, wprowadza pojęcie izolatora i przewodnika, wyjaśnia do jakiej grupy materiałów zaliczane są badane laski, wyjaśnia rozkład ładunków w elektryzowanych ciałach.

U: Zapoznaje się z informacjami zawartymi w materiałach dla uczniów: **Podstawowe informacje o polu elektrycznym oraz infografiką Przykłady izolatorów i przewodników.**

U: Rozwiązuje **Zadanie 2 z Karty pracy** ucznia.

N: Wprowadzenie do wykonywania **Doświadczenia 2. Elektryzowanie elektroskopu przez wpływ.**

Poinstruowanie uczniów, by powtórzyli czynności z poprzedniego doświadczenia, ale teraz naelektryzowane ciała zbliżali do elektroskopu i obserwowali zachowanie się listków/wskazówki elektroskopu.

U: Wykonują doświadczenie zgodnie z poleceniami i komentarzami nauczyciela oraz wypełniają kartę pracy – **Doświadczenie 2.**

N: Stymuluje aktywność uczniów. Moderuje wyciąganie przez uczniów wniosków z doświadczenia.

N: Wprowadzenie do wykonywania **Doświadczenia 3. Elektryzowanie elektroskopu przez dotyk.**

Poinstruowanie uczniów, by powtórzyli czynności z poprzedniego doświadczenia, tym razem dotykając naelektryzowanymi ciałami do elektroskopu i obserwując zachowanie się listków/wskazówki elektroskopu.

U: Wykonują doświadczenie zgodnie z poleceniami i komentarzami nauczyciela oraz wypełniają kartę pracy – **Doświadczenie 3.**

N: Stymuluje aktywność uczniów. Proponuje rozszerzenie doświadczenia i sprawdzenie co się stanie ze wskazówką elektroskopu, jeśli ponownie naniósł ładunek z tej samej laski co pierwotnie na już naładowany elektroskop. Proponuje sprawdzenie co się stanie, jeśli elektroskop naładowany laską szklaną dotkniemy naładowaną laską z innego materiału. Moderuje wyciąganie przez uczniów wniosków z doświadczenia.

N: Wprowadzenie do wykonywania **Doświadczenia 4. Sprawdzanie, jakim ładunkiem naelektryzowane jest ciało.**

Poinstruowanie uczniów, wskazanie kolejności czynności.

U: Wykonują doświadczenie zgodnie z poleceniami i komentarzami nauczyciela oraz wypełniają kartę pracy – **Doświadczenie 4.**

N: Stymuluje aktywność uczniów. Moderuje wyciąganie przez uczniów wniosków z doświadczenia.

N: Przeprowadza doświadczenie pokazowe **Doświadczenie 5. Ładowanie maszyny elektrostatycznej.**

Ładuje maszynę elektrostatyczną, a następnie rozładowuje ją przez wyładowanie iskrowe zbliżając do siebie kule. Opowiada uczniom jak produkowany jest ładunek, jaki ładunek gromadzony jest na kulach.

U: Obserwuje **Doświadczenie 5** wykonywane przez nauczyciela. Wysłuchuje komentarzy nauczyciela i wypełnia kartę pracy.

N: Stymuluje aktywność uczniów. Moderuje wyciąganie przez uczniów wniosków z doświadczenia.

N: Przeprowadza doświadczenie pokazowe **Doświadczenie 6. Linie sił pola elektrycznego** z wykorzystaniem maszyny elektrostatycznej i pióropuszy.

W pierwszej części doświadczenia łączy przewodem jedną z kul z pióropuszem. Ładuje maszynę elektrostatyczną, a tym samym doprowadza do naładowania pióropusza.

Następnie łączy przewodem każdą z kul z innym pióropuszem. Ładuje maszynę elektrostatyczną, a tym samym doprowadza do naładowania pióropuszy ładunkami różnoimiennymi.

Łączy przewodem jedną z kul z oboma pióropuszymi. Ładuje maszynę elektrostatyczną, a tym samym doprowadza do naładowania pióropuszy ładunkami jednoimiennymi.

U: Obserwuje **Doświadczenie 6** wykonywane przez nauczyciela. Wysłuchuje komentarzy nauczyciela i wypełnia **kartę pracy** rysując rozkład linii pola elektrostatycznego wokół ładunków.

Szacowany czas niezbędny na powyższe czynności: 60 min.

4. Podsumowanie zajęć

N: Podsumowuje lekcję formułując główne wnioski dotyczące wiedzy i umiejętności, jakie uczniowie zdobyli w trakcie zajęć:

- Ładunki jednoimienne się odpychają, a różnoimienne przyciągają.
- Ładunek elementarny to ładunek elektronu. Na ciałach gromadzony jest ładunek będący wielokrotnością tego ładunku elementarnego.
- Elektryzowania ciał odbywać się może poprzez kontakt, czyli przez potarcie i dotyk lub poprzez indukcję elektrostatyczną.
- Elektryzowanie to zjawisko polegające na przemieszczaniu elektronów.
- Elektroskop można wykorzystać do określenia: czy ciało jest naelektryzowane, jakim ładunkiem, co do znaku oraz co do wartości, ciało zostało naelektryzowane.
- Między ładunkami wytwarzane jest pole elektrostatyczne, a kształt linii tego pola można obserwować doświadczalnie z wykorzystaniem pióropuszy podpiętych do maszyny elektrostatycznej.

N: Komentuje pracę uczniów na lekcji i uczciwie dzieląc się z uczniami swoją opinią o ich pracy – docenia prawidłowo zrealizowane zadania i zwraca uwagę, co następnym razem mogłoby zostać zrobione lepiej.

N: zachęca uczniów do samodzielnego wykonania doświadczeń, np. zaproponowanych w sekcji „**SAM eksperymentuje**”.

Szacowany czas niezbędny na powyższe czynności: 10 min.

5. Czynności organizacyjne końcowe

N i U: demontaż i złożenie zestawów, sprawdzenie kompletności zasobów, uprzątnięcie sali lekcyjnej.

Szacowany czas niezbędny na powyższe czynności: 5 min.

Materiały wsparcia dla uczniów

Elektryzowanie ciał, kl. 7 lub 8 SP

13

F

Podstawowe informacje o polu elektrycznym

SAM eksperymentuje

Infografiki:

Elektryzowanie

Oddziaływanie ładunków jedno- i różnoimiennych

Przykłady izolatorów i przewodników

Podstawowe informacje o polu elektrycznym

Większość przedmiotów, z którymi spotykamy się na co dzień jest elektrycznie obojętna, z uwagi na to, że posiadają taką samą liczbę ładunków elektrycznych dodatnich i ujemnych (w atomie jest tyle samo ujemnych elektronów co dodatnio naładowanych protonów).

Elektryzowanie ciał polega na zaburzeniu tej równowagi ładunkowej. Elektryzowanie to zjawisko fizyczne polegające na wytworzeniu w ciele nadmiaru ładunków elektrycznych danego znaku (ujemnych lub dodatnich).



Przedmioty zmieniają swój ładunek elektryczny przez przyjęcie lub oddanie elektronów.

Przedmioty, które przyjmują elektrony zyskują ładunek ujemny, podczas gdy przedmioty, które oddają elektrony – zyskują ładunek dodatni.

Każdy **elektrycznie naładowany przedmiot wytwarza pole elektryczne**, w którym przyciąga przeciwnie naładowane przedmioty tj. dodatnio naładowane ciało przyciąga ujemnie naładowane. Dodatnio naładowany obiekt odpycha dodatnio naładowany przedmiot.



IZOLATORY – to ciała, w których elektrony nie mogą się swobodnie przemieszczać, np. włosy, balony, plastikowa linijka, plastikowe słomki do napojów, grzebień, szkło, ceramika, drewno. Ładunki lokalizują się na ich powierzchni.

PRZEWODNIKI – to ciała, w tym metale (np. złoto, srebro, miedź, glin), w których elektrony mogą się przemieszczać swobodnie w całej objętości ciała. Aby naelektryzować metal należałoby go odizolować, a zatem uniemożliwić odpływ nadmiarowych ładunków z takiego ciała.

Elektryzowanie odbywa się przez:

kontakt bezpośredni ciał, np. przez pocieranie, dotyk;
indukcję elektrostatyczną, czyli zbliżanie ciał
naelektryzowanych.



Przykład elektryzowania przez pocieranie

Pocierając włosy np. balonem (lub plastikowym grzebieniem, plastikową słomką) przenosisz elektrony ze swoich włosów na przedmiot, którym je pocierasz. Balon zyskuje ładunek ujemny, a Twoje włosy – ładunek dodatni.

Przykład elektryzowania przez dotyk

Kiedy naelektryzowanym balonem dotykasz drugi nienaelektryzowany balon, przekazujesz temu drugiemu ładunek.

Przykład elektryzowania przez indukcję elektrostatyczną

Kiedy naelektryzowaną plastikową słomką na napojów zbliżysz do pustej aluminiowej puszki, zmienisz rozkład ładunków w puszcze, a w konsekwencji zacznie się ona toczyć przybliżając się do słomki.



Zasada zachowania ładunku:

W układzie izolowanym łączna
wartość ładunku ciał pozostaje stała.

SAM eksperymentuje



Elektryzowanie przez pocieranie można zademonstrować przy użyciu balona. Doświadczenie najlepiej wykonywać w suchym pomieszczeniu.

Doświadczenie 1.

Jeśli pocierasz balon o włosy, to balon przyciąga elektrony z twoich włosów i staje się ujemnie naładowany. W tym samym czasie, włosy stają się dodatnio naładowane.

Jeśli teraz przytrzymasz balon w odległości kilku cm od włosów, to zaobserwujesz, że włosy są przyciągane w kierunku balona. Ujemnie naładowany balon przyciąga dodatnio naładowane włosy.



16

F

Doświadczenie 2.

Naelektryzuj balon, np. pocierając go o włosy. Teraz zbliż go do ściany lub sufitu.

Naelektryzowany balon przylgnie do sufitu, a odpadnie dopiero po kilku/kilkunastu minutach.

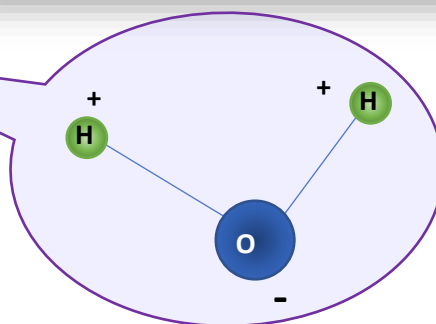


Doświadczenie 3.

Elektryzowanie przez pocieranie można zademonstrować przy użyciu balona i strumienia wody wypływającej z kranu.

Naelektryzuj balon, np. pocierając go o włosy. Wypuszczaj wodę z kranu małym strumieniem. Zbliż balon do strumienia wody i obserwuj jego zachowanie.

Ładunek elektryczny zgromadzony na balonie w trakcie jego elektryzowania przez pocieranie jest na tyle duży, że odchyła strumień wody, której molekuly są dipolami.



Doświadczenie 4.

Naelektryzuj balon, np. pocierając go o włosy. Teraz zbliż go rozsypanej na blacie soli.

Naelektryzowany balon może „zbierać” obojętne elektrycznie drobiny, np. konfetti lub sól. Drobiny te przyciągane są przez balon i przylegają do niego.



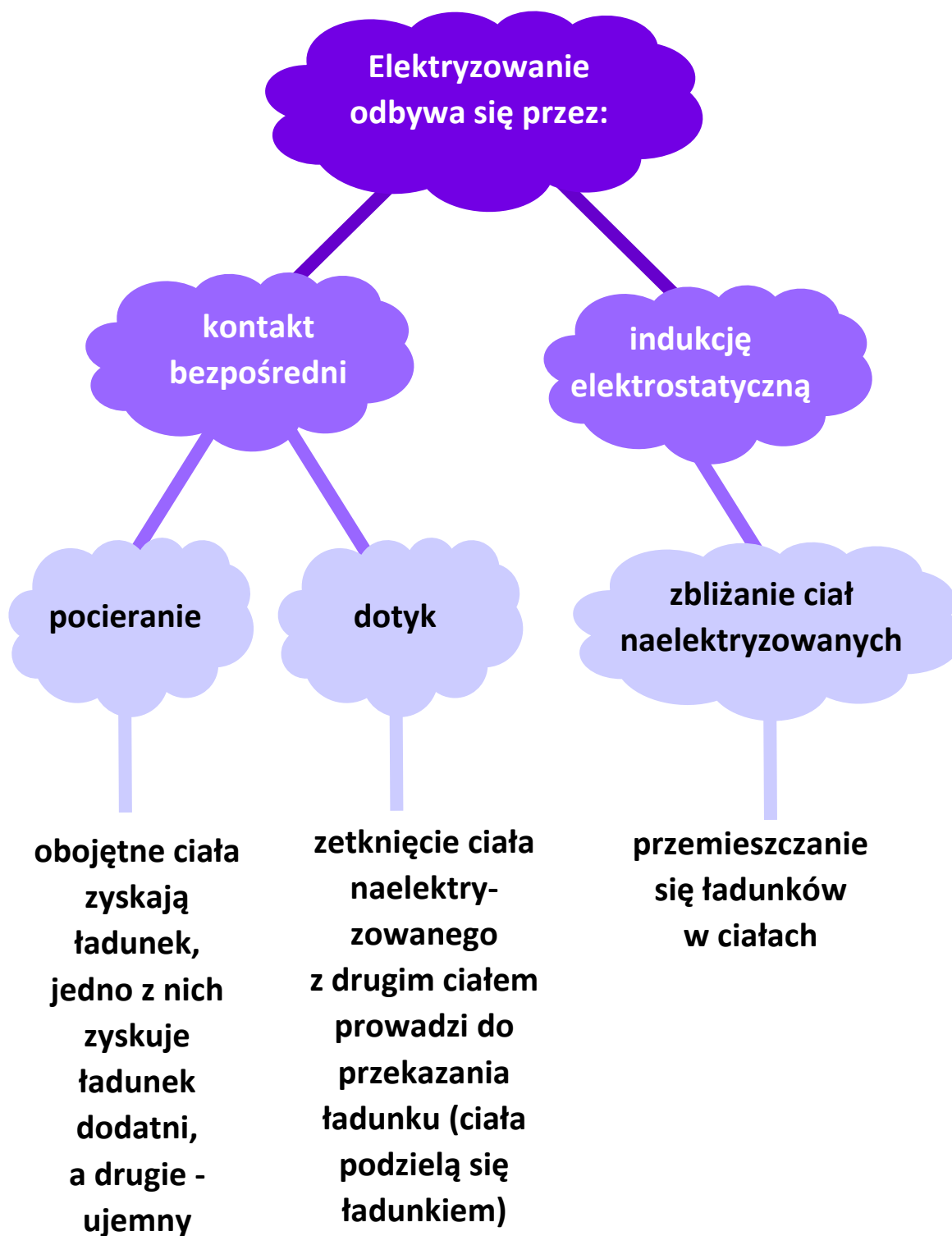
Infografiki

Elektryzowanie

Oddziaływanie ładunków jedno- i różnoimiennych

Przykłady izolatorów i przewodników

Elektryzowanie



Oddziaływanie ładunków jedno- i różnoimiennych



dodatnio naładowane ciało przyciąga
 ujemnie naładowane ciało

dodatnio
 naładowane ciało
 odpycha dodatnio
 naładowane ciało



20



Ujemnie
 naładowane ciało
 odpycha ujemnie
 naładowane ciało

Przykłady izolatorów i przewodników



Karta pracy ucznia

Elektryzowanie ciał, kl. 7 lub 8 SP

22

F

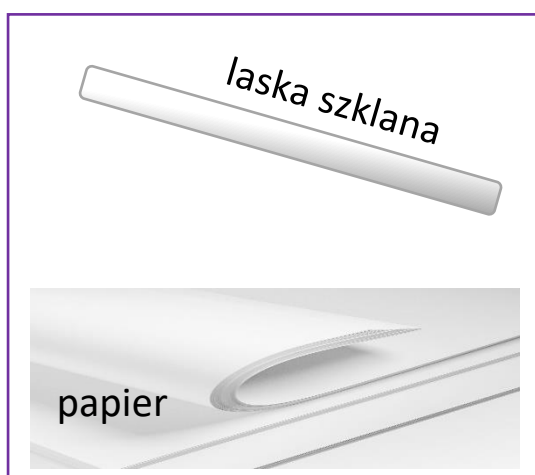
Karta pracy ucznia – Elektryzowanie ciał

Zadanie 1. Dokończ zdania

1. Gdy ładunki dwóch ciał są tego samego znaku (jednoimienne) to ciała się _____
2. Gdy ładunki dwóch ciał są przeciwnego znaku (różnoimienne), to ciała się _____
3. Najmniejsza porcja ładunku, jaką można przenieść z jednego ciała na drugie, oznaczana literą „e” to _____

Doświadczenie 1. Elektryzowanie ciał przez pocieranie

Wykorzystaj różne typy lasek oraz materiałów do pocierania i naelektryzuj laski. Następnie na rysunku poniżej oznacz zapisując „+” lub „-” jakim ładunkiem (dodatnim czy ujemnym) naelektryzują się ciała pokazane na obrazkach w trakcie pocierania ich o siebie.

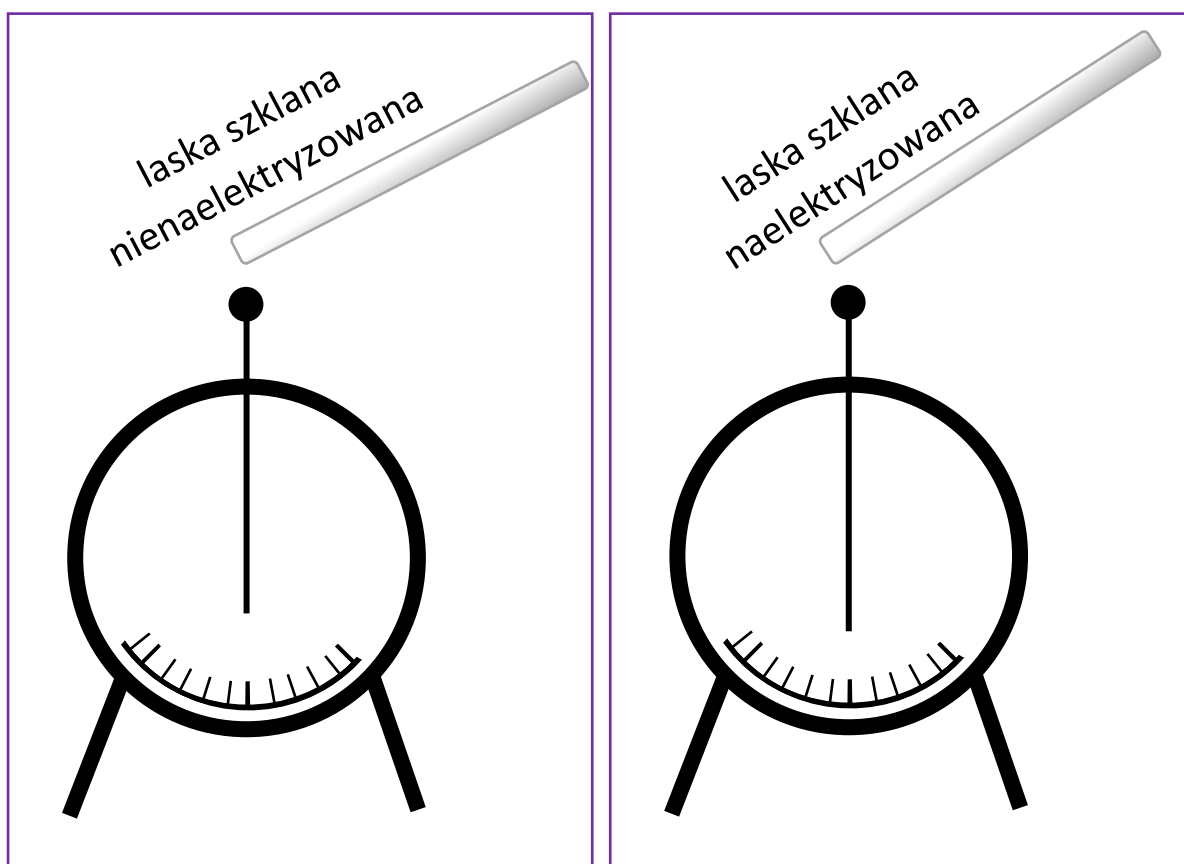


Zadanie 2. Wybierz właściwe dokończenia zdań

1. Plastikowa linijka potarta o wełnianą tkaninę naelektryzowała się (dodatnio/ujemnie).
2. Między linijką a szalikiem przemieszczają się cząstki elementarne (dodatnie protony/ujemne elektrony).
3. Ładunki te zostały przeniesione (z szalika na linijkę/z linijki na szalik).
4. W trakcie pocierania linijka naelektryzowała się, a szalik (też się naelektryzował/nie naelektryzował się).

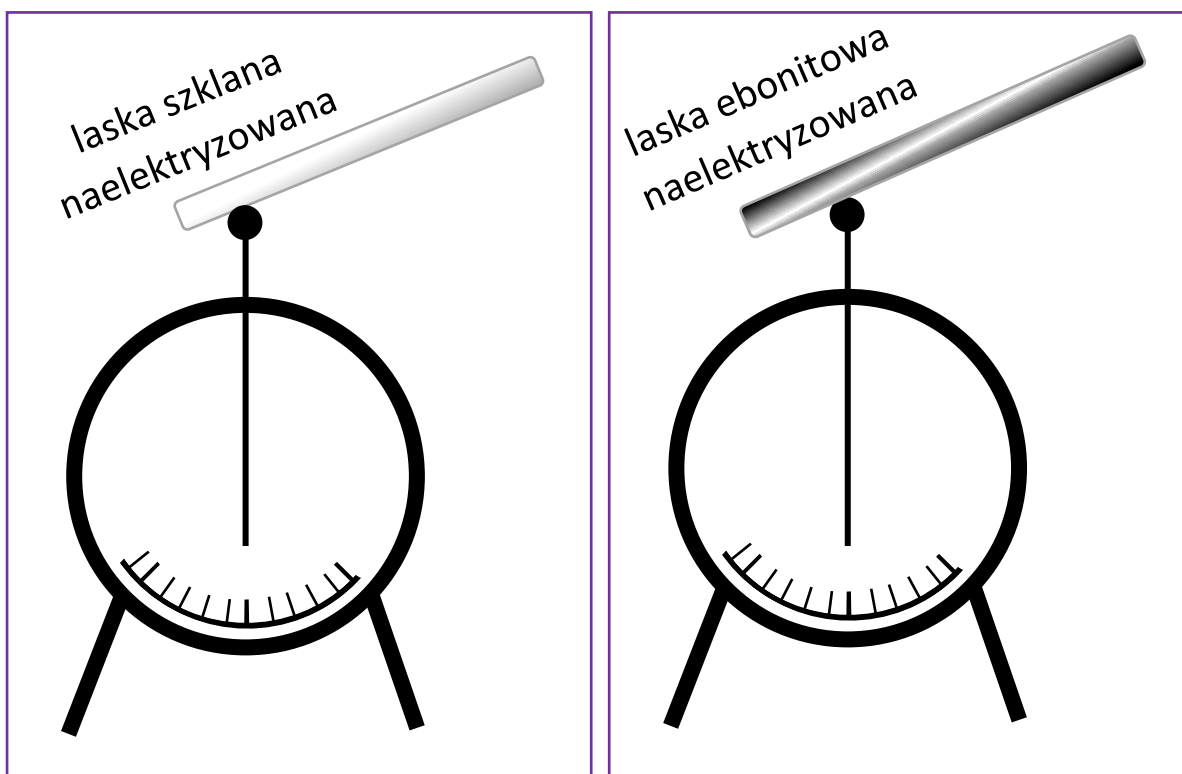
Doświadczenie 2. Elektryzowanie elektroskopu przez wpływ

W doświadczeniu będziesz elektryzował łaskę szklaną przez pocieranie o kartkę lub włosy, a następnie zbliżał ją do elektroskopu. Na rysunku poniżej narysuj ułożenie wskazówki elektroskopu w sytuacji zbliżenia do niego nienaelektryzowanej i naelektryzowanej łaski szklanej. Na rysunku zaznacz też rozkład ładunków na lasce oraz w poszczególnych częściach elektroskopu, np. kulka, pręt, listek/wskazówka.



Doświadczenie 3. Elektryzowanie elektroskopu przez dotyk

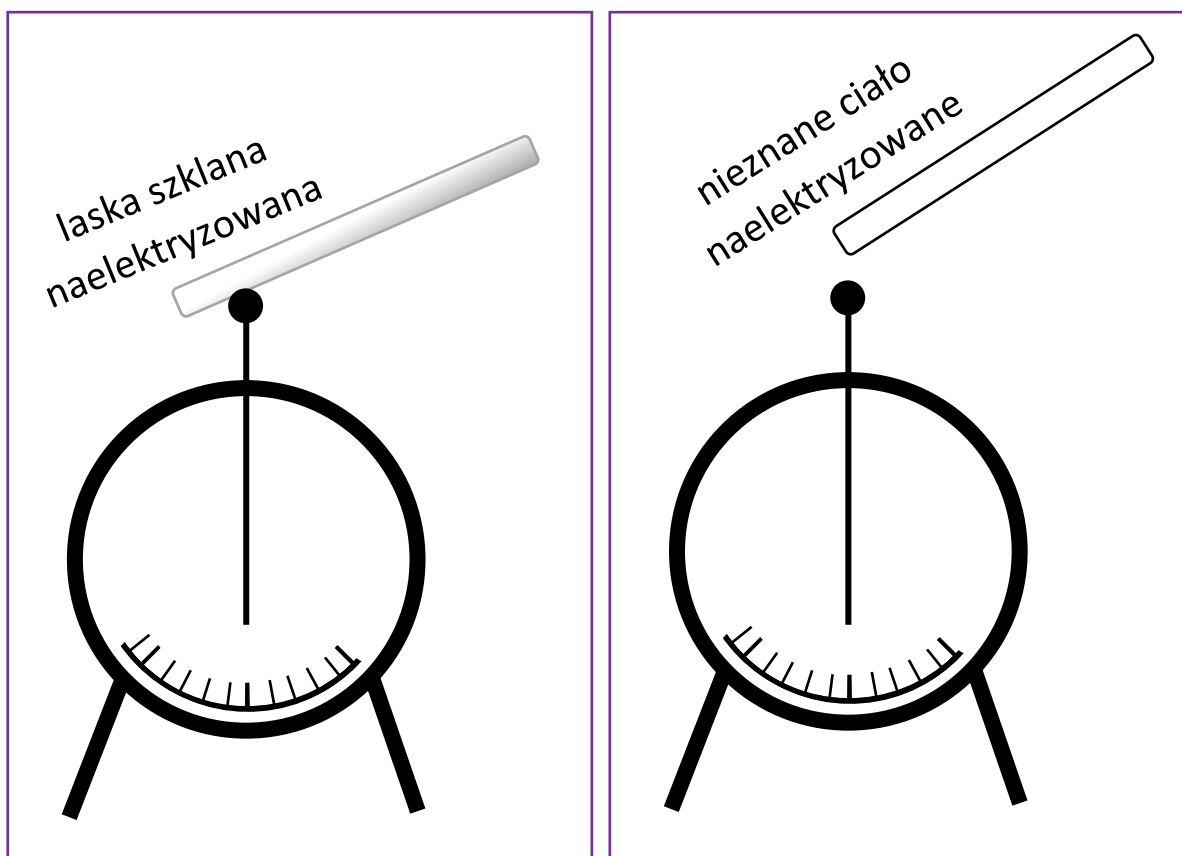
W doświadczeniu będziesz elektryzował łaskę szklaną i ebonitową przez pocieranie o tkaninę, papier, folię lub włosy, a następnie dotykał nimi kulkę elektroskopu. Na rysunku poniżej narysuj ułożenie wskazówki elektroskopu po dotknięciu kuli elektroskopu naelektryzowaną łaską wykonaną z określonego materiału.



Four horizontal lines for writing conclusions.

Doświadczenie 4. Sprawdzanie, jakim ładunkiem naelektryzowane jest ciało

W doświadczeniu będziesz elektryzował przez pocieranie o papier łaskę szklaną a następnie elektryzował elektroskop. Następnie naelektryzujesz nieznane ciało i będziesz je zbliżał do elektroskopu. Na rysunku poniżej narysuj ułożenie wskazówki elektroskopu w obu sytuacjach.



Doświadczenie 5. Maszyna elektrostatyczna

Obserwuj demonstrację pracy maszyny elektrostatycznej. Zapisz własnymi słowami:

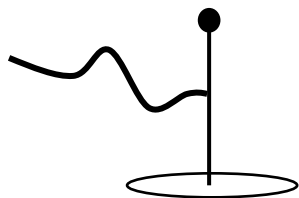
Jak produkowany jest ładunek elektryczny w maszynie elektrostatycznej?

Jaki ładunek gromadzony jest na kulach maszyny elektrostatycznej?

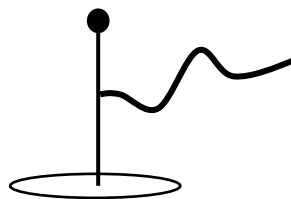
Co się dzieje w chwili zbliżenia do siebie kul maszyny elektrostatycznej?

Doświadczenie 6. Linie sił pola elektrycznego

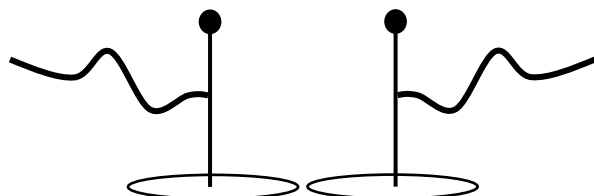
Obserwuj demonstrację pracy maszyny elektrostatycznej z podpinanymi pióropuszami. Na poniższych rysunkach dorysuj ułożenie nitki pióropuszy w przedstawionych sytuacjach.



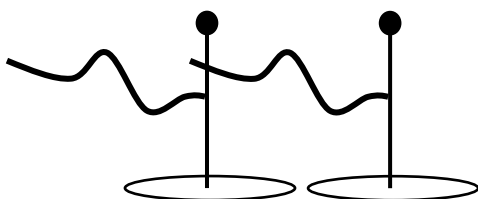
Sytuacja 1: Jeden pióropusz podpięty do kuli iskiernika maszyny elektrostatycznej.



Sytuacja 2: Ten sam pióropusz podpięty do drugiej kuli iskiernika maszyny elektrostatycznej.



Sytuacja 3: Narysuj, jak układają się nitki pióropuszy, gdy pióropusze podpięte są każdy do swojej kuli iskiernika.



Sytuacja 4. Narysuj, jak układają się nitki pióropuszy, gdy pióropusze podpięte są do tej samej kuli iskiernika.

Materiały wsparcia dla nauczycieli

Elektryzowanie ciał, kl. 7 lub 8 SP

29

F

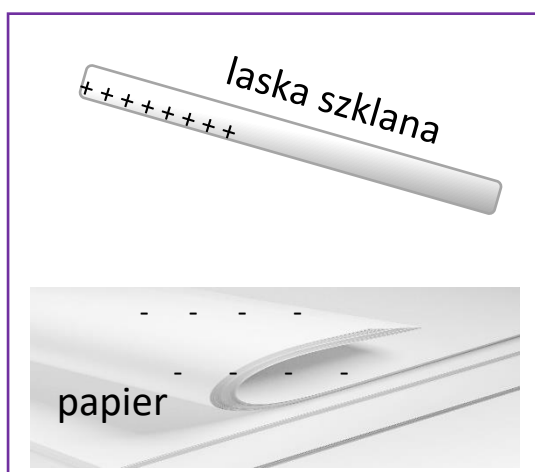
Wypełniona karta pracy ucznia – Elektryzowanie ciał

Zadanie 1. Dokończ zdania

1. Gdy ładunki dwóch ciał są tego samego znaku (jednoimienne) to ciała się **odpychają**.
2. Gdy ładunki dwóch ciał są przeciwnego znaku (różnoimienne), to ciała się **przyciągają**.
3. Najmniejsza porcja ładunku, jaką można przenieść z jednego ciała na drugie, oznaczana literą „e” to **ładunek elementarny**.

Doświadczenie 1. Elektryzowanie ciał przez pocieranie

Wykorzystaj różne typy lasek oraz materiałów do pocierania i naelektryzuj laski. Następnie na rysunku poniżej oznacz zapisując „+” lub „-” jakim ładunkiem (dodatnim czy ujemnym) naelektryzują się ciała pokazane na obrazkach w trakcie pocierania ich o siebie.

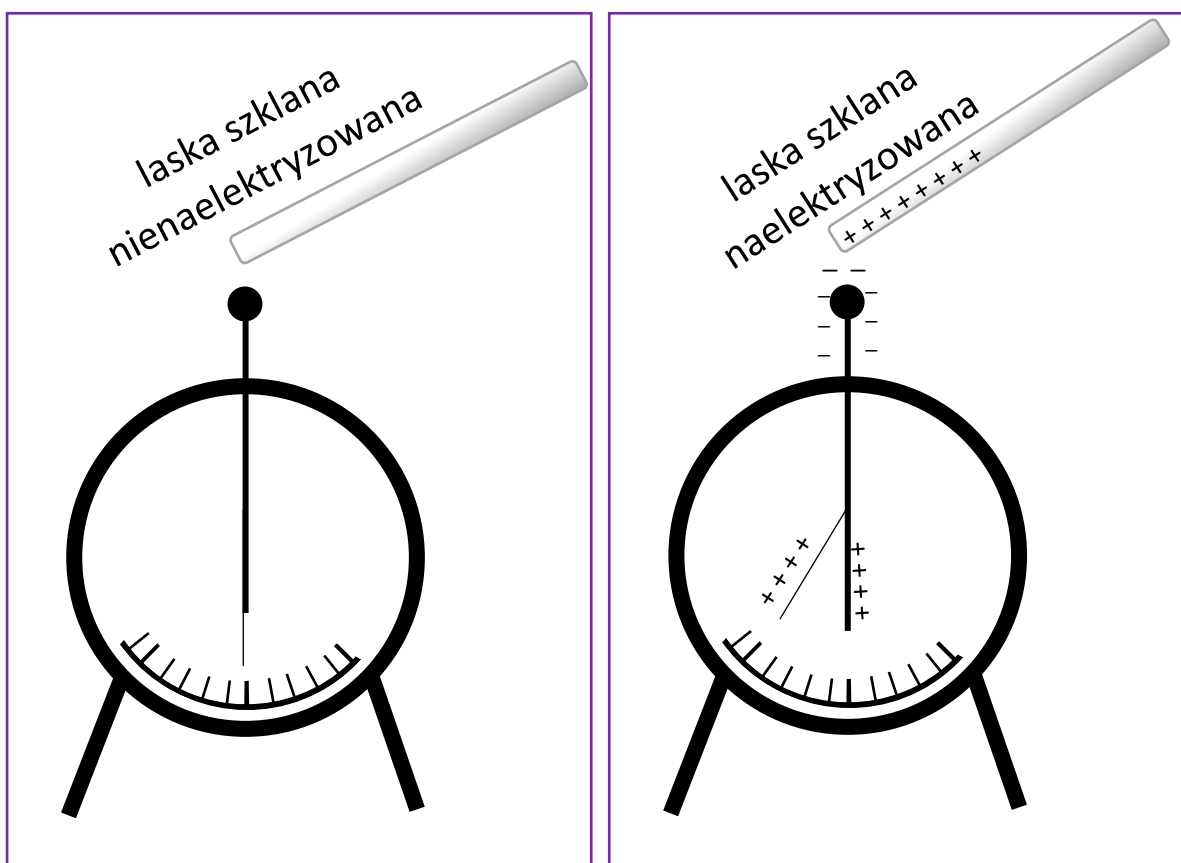


Zadanie 2. Wybierz właściwe dokończenia zdań

4. Plastikowa linijka potarta o wełnianą tkaninę naelektryzowała się **ujemnie**.
5. Między linijką a szalikiem przemieszczają się cząstki elementarne **ujemne elektrony**.
6. Ładunki te zostały przeniesione **z szalika na linijkę**.
7. W trakcie pocierania linijka naelektryzowała się a szalik **też się naelektryzował**.

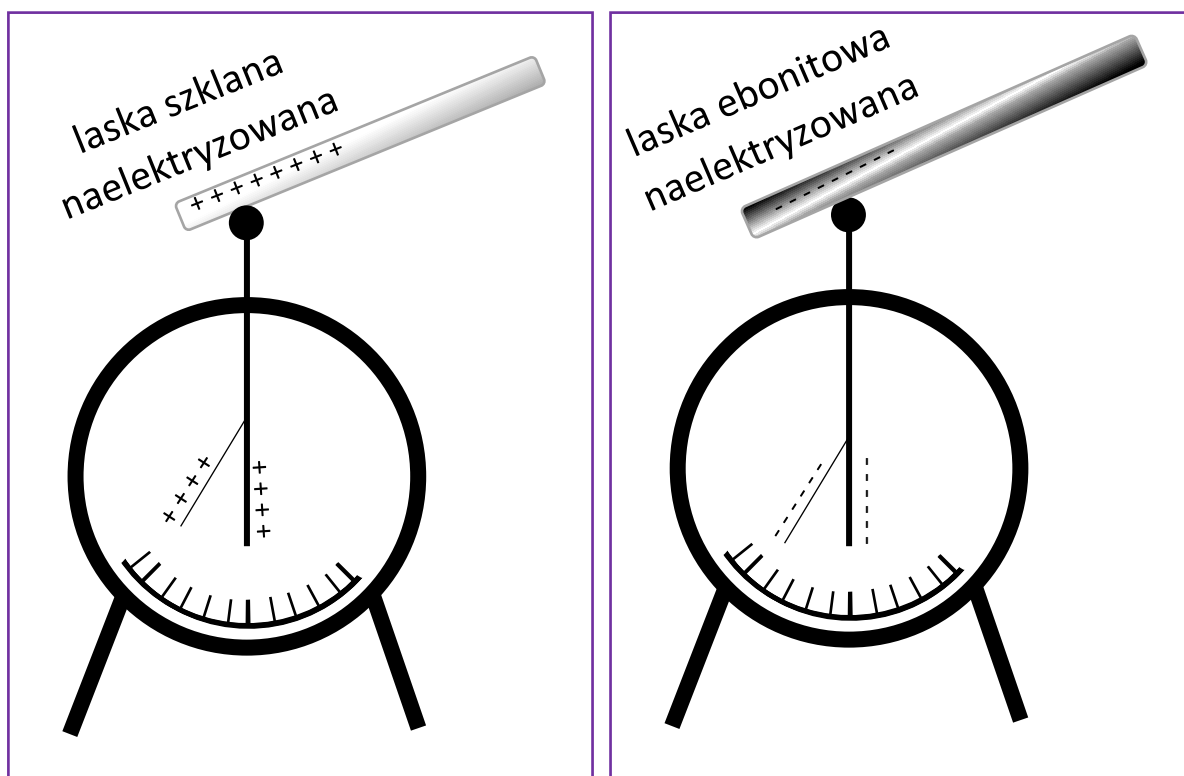
Doświadczenie 2. Elektryzowanie elektroskopu przez wpływ

W doświadczeniu będziesz elektryzował łaskę szklaną przez pocieranie o kartkę lub włosy, a następnie zbliżał ją do elektroskopu. Na rysunku poniżej narysuj ułożenie wskazówki elektroskopu w sytuacji zbliżenia do niego nienaelektryzowanej i naelektryzowanej łaski szklanej. Na rysunku zaznacz też rozkład ładunków na łasce oraz w poszczególnych częściach elektroskopu, np. kulka, pręt, listek/wskazówka.



Doświadczenie 3. Elektryzowanie elektroskopu przez dotyk

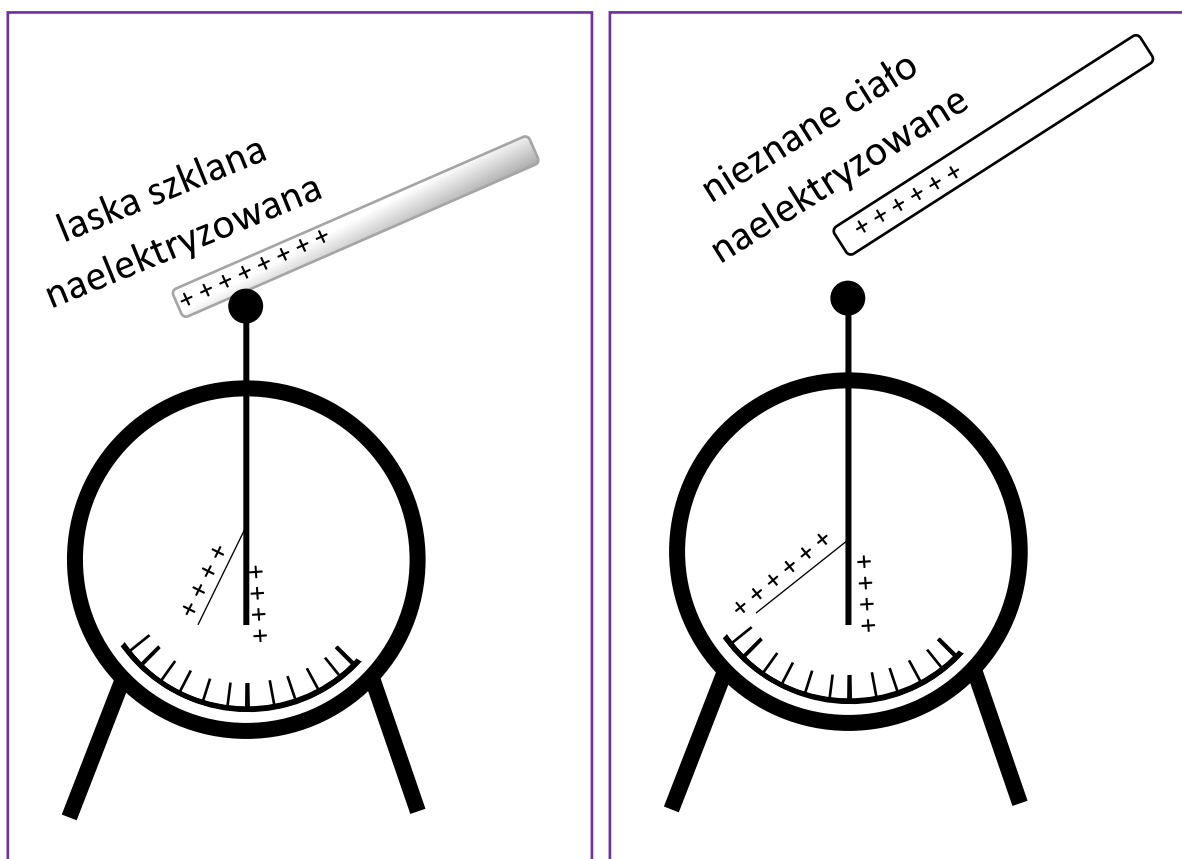
W doświadczeniu będziesz elektryzował łaskę szklaną i ebonitową przez pocieranie o tkaninę, papier, folię lub włosy, a następnie dotykał nimi kulkę elektroskopu. Na rysunku poniżej narysuj ułożenie wskazówki elektroskopu po dotknięciu kuli elektroskopu naelektryzowaną łaską wykonaną z określonego materiału.



Doświadczenie 4. Sprawdzanie, jakim ładunkiem naelektryzowane jest ciało

W doświadczeniu będziesz elektryzował przez pocieranie o papier łaskę szklaną a następnie elektryzował elektroskop. Następnie naelektryzujesz nieznane ciało i będziesz je zbliżał do elektroskopu. Na rysunku poniżej narysuj ułożenie wskazówki elektroskopu w obu sytuacjach.

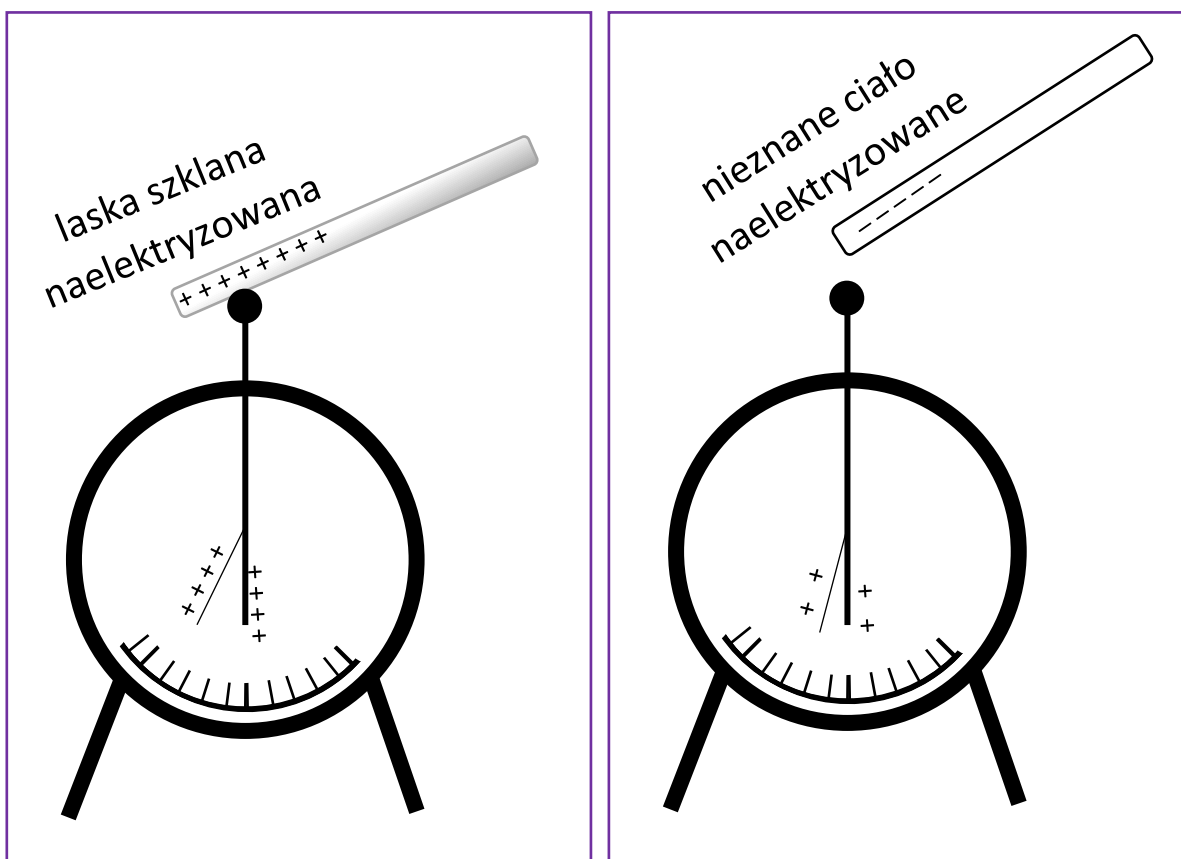
W sytuacji, gdy ciało nieznane elektryzuje się dodatnio



Doświadczenie 4. Sprawdzanie, jakim ładunkiem naelektryzowane jest ciało

W doświadczeniu będziesz elektryzował przez pocieranie o papier łaskę szklaną a następnie elektryzował elektroskop. Następnie naelektryzujesz nieznane ciało i będziesz je zbliżał do elektroskopu. Na rysunku poniżej narysuj ułożenie wskazówki elektroskopu w obu sytuacjach.

W sytuacji, gdy ciało nieznane elektryzuje się ujemnie



Doświadczenie 5. Maszyna elektrostatyczna

Obserwuj demonstrację pracy maszyny elektrostatycznej. Zapisz własnymi słowami:

Jak produkowany jest ładunek elektryczny w maszynie elektrostatycznej?

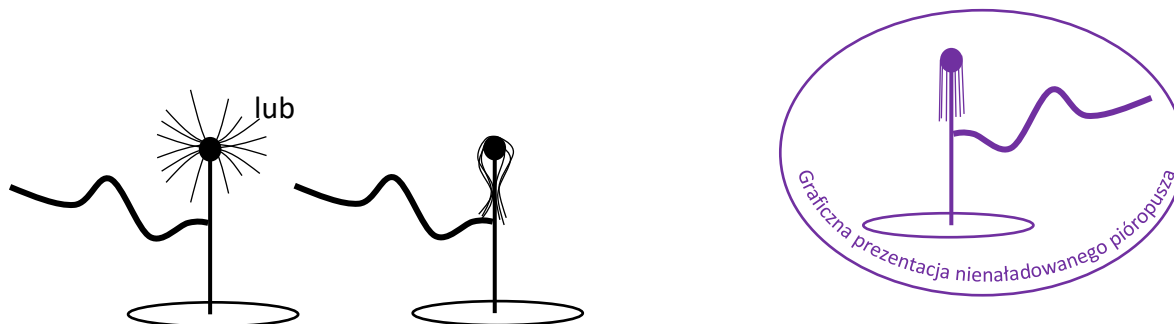
opis z odpowiedziami zawarto w materiałach dla nauczyciela

Jaki ładunek gromadzony jest na kulach maszyny elektrostatycznej?

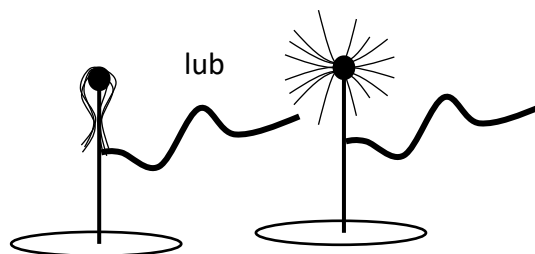
Co się dzieje w chwili zbliżenia do siebie kul maszyny elektrostatycznej?

Doświadczenie 6. Linie pola elektrostatycznego

Obserwuj demonstrację pracy maszyny elektrostatycznej z podpinanymi pióropuszami. Na poniższych rysunkach dorysuj ułożenie nitki pióropuszy w przedstawionych sytuacjach.



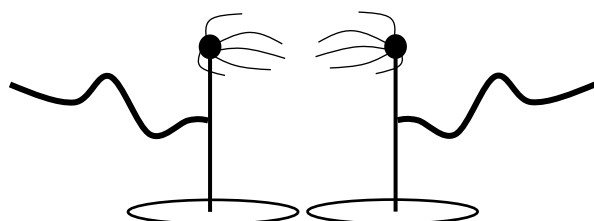
Sytuacja 1: Jeden pióropusz podpięty do kuli iskiernika maszyny elektrostatycznej.



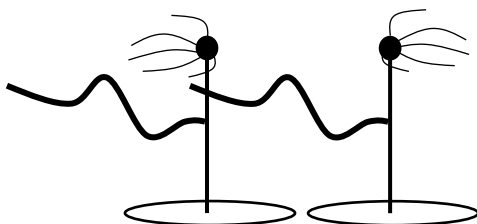
Sytuacja 2: Ten sam pióropusz podpięty do drugiej kuli iskiernika maszyny elektrostatycznej.

36

F



Sytuacja 3: Narysuj, jak układają się nitki pióropuszy, gdy pióropusze podpięte są każdy do swojej kuli iskiernika.



Sytuacja 4. Narysuj, jak układają się nitki pióropuszy, gdy pióropusze podpięte są do tej samej kuli iskiernika.

Materiały wsparcia dla nauczycieli

Poniżej zawarto informacje dodatkowe o narzędziach i urządzeniach, ogólnie określanych mianem zasobów, których wykorzystanie jest zaplanowane w trakcie lekcji.

Dodano informacje eksploatacyjne, a w szczególności instrukcje ich użytkowego oraz wytyczne dotyczące szczególnych środków ostrożności.

Dla wybranych zasobów opisano sposób ich wykorzystania przy realizacji kilku różnych wariantów doświadczenia.

ładunek elementarny to najmniejsza porcja ładunku, jaką można przenieść z jednego ciała na drugie. Oznaczamy go literą „e”. Ładunek elementarny jest równy wartości ładunku, jaki posiadają elektron lub proton, i wynosi $1.602 \cdot 10^{-19}\text{C}$.

Wartość każdego ładunku elektrycznego jest wielokrotnością ładunku elementarnego.

Elektroskop, elektrometr

Elektroskop to proste urządzenie do wykrywania ładunku elektrycznego, a właściwie napięcia elektrycznego między prętem i listkami, a obudową. Elektroskop składa się z pionowego, metalowego pręta, na którego końcu są przymocowane przegubowo dwa prostokątne listki z cienkiej i lekkiej folii przewodzącej prąd lub listek metalowy. W elektroskopie wykorzystuje się zjawisko odpychania się jednoimiennych ładunków elektrycznych. Przy zetknięciu pręta z obiektem naładowanym elektrycznie część ładunku przepływa z tego obiektu do elektroskopu, listki folii odpychają się, wielkość odchylenia listków zależy od zgromadzonego na nich ładunku. Dokładnie skonstruowany oraz wycechowany taki przyrząd nazywa się elektrometrem.

Za pomocą elektroskopu można zademonstrować m.in. zjawisko elektryzowania ciał, zjawisko indukcji elektrostatycznej, istnienie różnoimiennych ładunków elektrycznych, stan naelektryzowania.

Budowa i zasada działania

Zjawisko wzajemnego oddziaływania ciał leży u podstaw budowy przyrządu zwanego elektroskopem (elektrometrem). Zasadniczymi elementami jego budowy są (rysunek 1):

- pręcik metalowy,
- wskazówka– lub lekki paseczek blaszki (folii metalowej) zamocowany na pręciku tak, że może obracać się wokół osi poziomej w płaszczyźnie pionowej,
- obudowa składająca się z części metalowej dobrze odizolowanej od pręcika
- dwóch szybek, które mogą być prześwietlone strumieniem światła, gdy demonstrujemy wskazania elektroskopu w doświadczeniach pokazowych,
- na obudowie znajduje się gniazdko lub otwór służące do jej uziemienia.

Zachowanie się wskazówki podczas badania stanu naelektryzowania ciała może dostarczać informacji o tym:

- że ciało jest naelektryzowane,
- jaki jest stopień jego naelektryzowania,
- jakim ładunkiem co do znaku jest naelektryzowane.



Rysunek 1. Zdjęcie elektroskopu z zaznaczonymi elementami budowy elektroskopu (powyżej) oraz naelektryzowany elektroskop (obok).

Aby to stwierdzić, dotykamy badanym ciałem pręcika elektroskopu lub tylko je zbliżamy do niego na niewielką odległość. Gdy ciało jest naelektryzowane w obydwu tych przypadkach następuje wychylenie się wskazówki odpychanej przez pręcik. Pręcik i wskazówka elektryzują się jednoimiennie. W pierwszej sytuacji przez kontakt, w drugiej – przez wpływ.

Jeżeli badane ciało jest naelektryzowane np. dodatnio naładowana laska szklana, to pręcik i wskazówka też elektryzują się dodatnio, tyle że elektryzowanie przez wpływ jest nietrwałe, zanika bowiem po usunięciu laski.

Gdy nie znamy znaku ładunku naelektryzowanego ciała, to wówczas elektryzujemy nim najpierw elektroskop przez kontakt. Wskazówka wychyli się o określony kąt. Należy teraz

do pręcika zbliżyć ciało naelektryzowane ładunkiem o znanym znaku. Jeżeli wychylenie wskazówki rośnie, to obydwa ciała naelektryzowane są jednoimiennie, jeżeli maleje - różnoimiennie. W tym sposobie identyfikacji znaku ładunku wykorzystujemy zjawisko indukcji elektrostatycznej.

Elektrometry Brauna posiadają podziałkę ułatwiającą porównywanie wielkości kątów wychylenia się wskazówki informujących o stopniu naelektryzowania badanych ciał. Im kąt wychylenia jest większy, tym większa jest siła odpychania działająca pomiędzy wskazówką i pręcikiem. Oznacza to, że został im udzielony większy ładunek. Ponieważ potencjał naelektryzowanego przewodnika jest proporcjonalny do jego ładunku, to wielkość kąta wychylenia może informować o wielkości potencjału pręcika względem uziemionej obudowy. Skala elektroskopu może być więc wycechowana w woltach. Takie elektroskopy nazywamy elektrometrami. Elektrometr Brauna posiada jeszcze aretaż zabezpieczający wskazówkę przed uszkodzeniem podczas przenoszenia i przechowywania przyrządu.

Maszyna elektrostatyczna

Klasyczna maszyna elektrostatyczna służy do wytwarzania wysokiego napięcia. Średnica jej tarcz wynosi 27 cm. Maszyna umożliwia wykonanie wielu bardzo ciekawych doświadczeń, takich jak:

- demonstracja kształtu linii pola elektrostatycznego,
- badanie właściwości wyładowań iskrowych,
- pokaz emisji elektronów z przewodników zakończonych ostrzem,
- pokaz jonizacyjnego działania płomienia,
- badanie wyładowania w gazach.

Pierwszą maszynę produkującą elektryczność zbudowano w XVII wieku. Około 1663 roku, Niemiec Otto von Guericke, zbudował urządzenie, w którym kładąc dłoń na dużej, obracającej się kuli wykonanej z siarki powodował jej ładowanie się przez tarcie. Do początku XIX wieku zbudowano wiele podobnych maszyn – niektóre z nich służyły również do rozrywki. Znaną obecnie maszynę elektrostatyczną skonstruował James Wimshurst, jest ona obecnie głównie urządzeniem dydaktycznym i historycznym do wytwarzania wysokiego napięcia w pokazach z elektrostatyki i przepływu prądu elektrycznego w gazach.

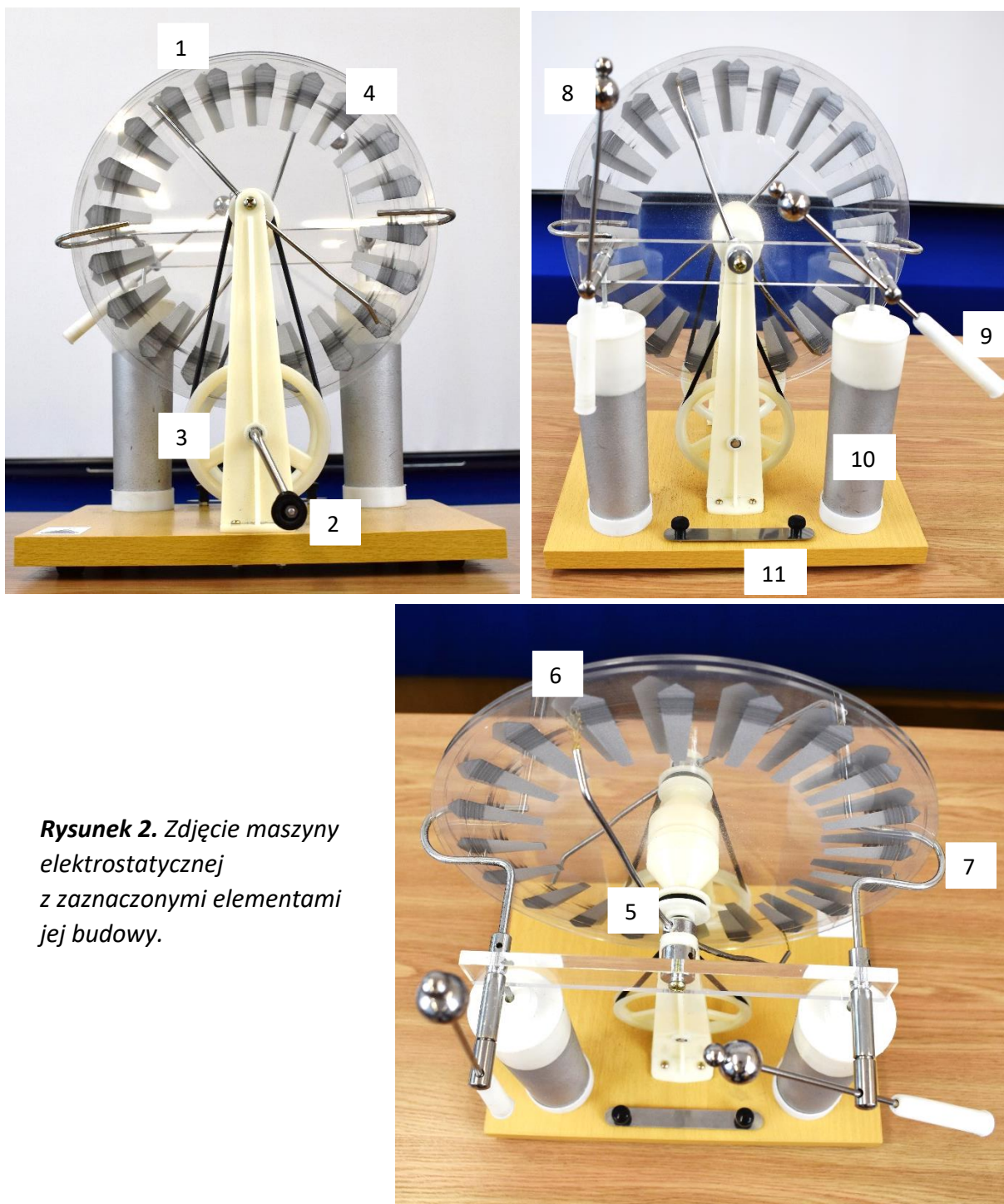
Ze szczegółową zasadą działania maszyny elektrostatycznej można się zapoznać zaglądając do artykułu: *Stara, poczciwa maszyna elektrostatyczna.*

http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2011/Maszyna_el_2011.pdf

Budowa maszyny elektrostatycznej

Maszyna elektrostatyczna (rys. 2) składa się z dwóch tarcz izolacyjnych (1), które za pomocą korbki (2) i odpowiedniej przekładni (3) obracają się w przeciwnych kierunkach.

Na zewnętrznej stronie każdej tarczy są nałożone aluminiowe segmenty (4). Na osi obrotu tarcz z obu stron są umocowane metalowe pręty (5) zaopatrzone na końcach w szczotki (6), które dotykają metalowych segmentów umieszczonych na tarczach. Pręty należy odchylić od pionu w strony przeciwne do kierunku wirowania odpowiedniej tarczy. Na wysokości poziomej średnicy tarcz są umocowane pręty zgięte (7), opatrzone ostrzami (tzw.



Rysunek 2. Zdjęcie maszyny elektrostatycznej z zaznaczonymi elementami jej budowy.

grzebień), które są zwrócone do obu tarcz, ale nie dotykają ich. Ostrza te zbierają ładunki, które są doprowadzone do iskiernika. Iskiernik stanowią dwie kulki (8) na prętach metalowych opatrzonych ebonitowymi uchwytami (9). Obracając pręty z kulkami za pomocą uchwytów ebonitowych, zmniejszamy lub zwiększamy odległość kul iskiernika, a więc i długość iskry. Kulki iskiernika są połączone z dwiema butelkami lejdejskimi (10). Okładki zewnętrzne tych butelek są połączone prętem poziomym (11). Jeżeli maszyna elektrostatyczna nie działa poprawnie, mimo że dyski wirują, zazwyczaj wystarcza poprawić szczotki i oczyścić (alkoholem) płyty i grzebień.

Pióropusze (rys. 3.) służą do atrakcyjnej wizualizacji oddziaływania ładunków o przeciwnych lub takich samych znakach. Po podłączeniu do maszyny elektrostatycznej, sznureczki zamocowane na statywie elektryzują się wskazując rozkład pola elektrycznego.



Rysunek 3. Zdjęcie pióropuszy.

Doświadczenie 1 – pole centralne

Do demonstracji rozkładu linii pola elektrycznego posłużymy się maszyną elektrostatyczną i pióropuszem. Jeden z iskierników łączymy z pióropuszem za pomocą przewodu z końcówką zakończoną krokodylkiem. Uruchamiamy maszynę elektrostatyczną i obserwujemy wznoszenie się nitki pióropusza. Nitki te ładują się ładunkiem elektrycznym jednego znaku i rozchylają się we wszystkie strony. Obserwujemy rozkład linii pola centralnego. Po zetknięciu za sobą iskierników, nitki pióropusza opadają.

Doświadczenie 2 – Linie sił pola elektrycznego dla układu dwóch ładunków jednoimiennych

Do demonstracji rozkładu linii pola elektrycznego posłużymy się maszyną elektrostatyczną i dwoma pióropuszami. Jeden z iskierników łączymy z pióropuszem za pomocą przewodu z końcówką zakończoną krokodylkiem. Pióropusze łączymy ze sobą lub oba pióropusze z tym samym iskiernikiem i rozsuwamy ma odległość kilku centymetrów (mogą stykać się podstawkami). Uruchamiamy maszynę elektrostatyczną i obserwujemy wznoszenie się nitki pióropusza. Tym razem nitki nie rozchylają się we wszystkie strony, a starają się odpychać pomiędzy pióropuszami. Obserwujemy rozkład linii dla układu dwóch ładunków jednoimiennych.

Doświadczenie 3 – Linie sił pola elektrycznego dla układu dwóch ładunków różnoimiennych

Do demonstracji rozkładu linii pola elektrycznego posłużymy się podobnie jak w poprzednim doświadczeniu maszyną elektrostatyczną i dwoma pióropuszcami. Jeden z iskierników łączymy z jednym pióropuszem za pomocą przewodu z końcówką zakończoną krokodylkiem, a drugi iskiernik z drugim pióropuszem. Pióropusze rozsuwamy na odległość około podwójnej długości nici pióropusza. Uruchamiamy maszynę elektrostatyczną i obserwujemy wznoszenie się nitki pióropusza. Tym razem nitki z obu pióropuszy będą się starały przyciągać. Obserwujemy rozkład linii dla układu dwóch ładunków różnoimiennych. Pióropusze możemy zbliżać i oddalać od siebie obserwując ich zachowanie.

Dodatkowe ciekawe doświadczenia

Doświadczenie 4 – Iskra i jej własności

Kręcimy korbką i rozsuwając coraz dalej iskiernik otrzymujemy iskrę coraz dłuższą, ale przeskakującą z mniejszą częstotliwością. Nie zmieniając odległości kulek iskiernika, wyłączamy działanie kondensatorów (butelki lejdejskie) usuwając pręt łączący. Otrzymujemy iskry strzelające znacznie częściej, ale słabo widoczne. Włączamy powtórnie butelki lejdejskie. Umieszczamy kartkę papieru między biegunami iskiernika. Iskra przebija papier. Pod światło widać dobrze otwory wybite przez iskrę.

Doświadczenie 5 – Działanie ciepłe iskry

Uruchamiamy maszynę elektrostatyczną przy odchylonych iskiernikach na odległość ok kilku, kilkunastu cm tak, aby wytworzona iskra była stosunkowo długa. Między iskierniki wprowadzamy na wykałacze lub innym drewnianym wysuszoną watę.

Doświadczenie 6 – Jonizacyjne działanie płomienia

Rozsuwamy iskiernik tak, by iskra nie mogła przeskoczyć. Kręcimy korbką. Wstawiamy pomiędzy konduktory iskiernika zapaloną świecę. Iskra przeskakuje przez płomień świecy.

Doświadczenie 7 – Efekty świetlne w ciemności

W zaciemnionym pomieszczeniu wprawiamy w ruch maszynę, której bieguny rozsuwamy tak daleko, aby iskry były rzadko. Na końcach zaostzonych, np. grzebieniach występuje świecenie. Na ostrzach części naładowanych ujemnie ma ono postać jasnych punktów, na końcach dodatnich wygląda jak wiotkie mioteczki fiołkowego światła.

Bezpieczny Badacz



nie jedz



**zachowaj
ostrożność**



**trzymaj się
instrukcji**



nie pij



**zachowaj
porządek**



współpracuj

Ogólna instrukcja BHP

Praca doświadczalna wymaga korzystania z urządzeń i substancji, które potencjalnie mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia oraz życia ludzkiego. Celem zapewnienia ich bezpieczeństwa użytkownika zobowiązuje się wszystkie osoby wykonujące, jak i nadzorujące korzystanie z urządzeń i substancji do ścisłego przestrzegania niżej podanych zasad.

PRZEPISY OGÓLNE

1. Zabrania się wykonywania doświadczeń bez nadzoru Nauczyciela. Przy wykonywaniu doświadczeń należy ściśle stosować się do poleceń w zakresie BHP.
2. Uczniowie w trakcie zajęć bezwzględnie zobowiązani są do stosowania się do poleceń i wskazówek Nauczyciela.
3. Przed rozpoczęciem zajęć należy sprawdzić wizualnie stan urządzeń i elementów. W przypadku stwierdzenia uszkodzeń, urządzenia i elementy wadliwe należy wyłączyć z eksploatacji. W przypadku budowy zestawów eksperymentalnych z podzespołów, Nauczyciel zobowiązany jest sprawować nadzór nad łączeniem poszczególnych elementów oraz dokonać sprawdzenia, czy przyrządy i elementy podłączone są zgodnie z ich instrukcją użycia.
4. Zabrania się:
 - samowolnego regulowania, naprawy i wprowadzania zmian w konstrukcji przyrządów,
 - używania ich do innych celów niż to przewidziano w instrukcjach.
5. W wypadku zaistnienia awarii lub uszkodzenia urządzeń należy natychmiast zaprzestać ich użytkowania, odłączyć je od źródła zasilania, a o zaistniałym fakcie powiadomić Nauczyciela.
6. Należy ściśle przestrzegać instrukcji przeciwpożarowej obowiązującej w szkole lub innej placówce. W razie wybuchu pożaru należy odłączyć źródło energii od urządzenia powodującego go, ostrzec osoby znajdujące się w najbliższym sąsiedztwie, a następnie przystąpić do gaszenia. W wypadku gdy nie można stłumić ognia we własnym zakresie, należy –nie przerywając akcji, wezwać Straż Pożarną.
7. Szczególną ostrożność należy zachować przy posługiwaniu się elementami szklanymi (np. soczewki, szkiełka mikroskopowe, menzurki, termometry).
8. Wszelkie skaleczenia, oparzenia lub inne nieszczęśliwe wypadki należy natychmiast zgłaszać Nauczycielowi.
9. Zabrania się dekompletowania zestawów.
10. W trakcie pracy z doświadczeniami nie wolno spożywać pokarmów i napojów.

OBSŁUGA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH

1. Urządzenia elektryczne wykorzystywane do zajęć mogą być włączane do sieci elektroenergetycznej wyłącznie za zgodą nadzorującego Nauczyciela. Po zakończeniu zajęć należy układ elektryczny odłączyć od sieci elektroenergetycznej.
2. Do montażu elektrycznych układów pomiarowych wolno używać tylko przewodów izolowanych, zakończonych odpowiednimi końcówkami. Montowanie układów elektrycznych może odbywać się tylko przy odłączonym źródle prądu.

PRACA Z SUBSTANCJAMI TOKSYCZNYMI I SZKODLIWYMI

1. Należy bezwzględnie przestrzegać zasad postępowania z niebezpiecznymi substancjami chemicznymi zamieszczonymi w ich kartach charakterystyk.
2. Substancje mogące stanowić potencjalne zagrożenie dla zdrowia lub powodować inne szkody mogą być stosowane przy wykonywaniu doświadczeń wyłącznie pod stałą kontrolą Nauczyciela nadzorującego zajęcia.
3. Podczas pracy z substancjami szkodliwymi i niebezpiecznymi należy zachować ostrożność, a w szczególności starać się niczego nie stłuc ani nie rozlać, nie pipetować ustami, nie wdychać par bezpośrednio. Nie wolno dopuścić do dostania się cieczy do wnętrza urządzeń elektrycznych. W przypadku zaistnienia takiej sytuacji należy natychmiast odłączyć urządzenie od sieci elektroenergetycznej.
4. W przypadku rozlania lub rozsypania substancji toksycznej lub szkodliwej należy o zaistniałym wydarzeniu zawiadomić Nauczyciela oraz ostrzec osoby znajdujące się w pobliżu.
5. Zabrania się używania substancji chemicznych nie przewidzianych instrukcją. Zabrania się używania substancji chemicznych do innych celów niż przewidziane programem zajęć.

PRACA ZE ŹRÓDŁAMI CIEPŁA

1. Źródła ciepła mogą być uruchamiane wyłącznie za zgodą nadzorującego Nauczyciela i tylko na czas niezbędny do wykonania pomiaru.
2. Podczas pracy ze źródłami ciepła, w tym otwartymi źródłami ognia, należy zachować szczególne środki ostrożności: nie dotykać części gorących oraz nie dopuszczać do rozlania gorących cieczy.
3. Zabrania się nadmiernego nagrzewania do temperatur przekraczających wartości określone w instrukcjach użytkowania urządzeń i narzędzi.

PRACA ZE ŹRÓDŁAMI ŚWIATŁA

1. Źródła światła mogą być uruchamiane wyłącznie za zgodą nadzorującego Nauczyciela i tylko na czas niezbędny do wykonania pomiaru.
2. Podczas pracy ze źródłami światła, należy zachować szczególne środki ostrożności: należy unikać bezpośredniego kierowania wiązki światła na oczy, nie dotykać gorących części źródeł światła oraz ich nagrzaną obudowę, w szczególności zabrania się dotykania żarówek, których powierzchnia może osiągać bardzo wysoką temperaturę.
3. Kategorycznie zabrania się nawet krótkotrwałego patrzenia bezpośrednio w wiązkę laserową emitowaną z otworu wyjściowego źródła światła lub odbitą od przedmiotów o gładkich powierzchniach oraz kierowania wiązki laserowej w kierunku innych użytkowników zwłaszcza w stronę twarzy i oczu.
4. W przypadku pracy ze źródłami światła wymagającymi manipulacji i demontażu należy zachować szczególną ostrożność i przed przystąpieniem do wykonywania jakichkolwiek dalszych czynności odczekać do wystygnięcia elementów nagrzaných.

UWAGI KOŃCOWE

Od Uczniów wymagane jest zapoznania się z ogólnymi przepisami oraz normami i zasadami BHP obowiązującymi w szkole lub innej placówce. Warunkiem bezpiecznej i efektywnej pracy przy realizacji doświadczeń jest zachowanie przez użytkowników ładu, czystości i porządku w trakcie przeprowadzania eksperymentów.