

Program kursu e-learningowego z działu elektrostatyka

Realizowane treści podstawy programowej

Przedmiot	Realizowana treść podstawy programowej
Fizyka	<p>Uczeń:</p> <p>4.1. opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk; wyjaśnia, że zjawisko to polega na przepływie elektronów, analizuje kierunek przepływu elektronów,</p> <p>9.6. demonstruje zjawisko elektryzowania ciał przez tarcie oraz wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych,</p> <p>4.2. opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych,</p> <p>3.2. Omawia budowę kryształów na przykładzie soli kuchennej,</p> <p>4.3. odróżnia przewodniki od izolatorów oraz podaje przykłady obu rodzajów ciał,</p> <p>4.4. stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego,</p> <p>4.5. posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotność ładunku elektronu (elementarnego),</p> <p>8.4. przelicza wielokrotności i podwielokrotności.</p>
Matematyka	<p>3.5. zapisuje liczby w notacji wykładniczej, tzn. w postaci $a \cdot 10^k$, gdzie $1 \leq a < 10$ oraz k jest liczbą całkowitą.</p> <p>9.3. przedstawia dane w tabeli, za pomocą diagramu słupkowego lub kołowego</p> <p>7.1. zapisuje związki między wielkościami za pomocą równania pierwszego stopnia z jedną niewiadomą, w tym związki między wielkościami wprost proporcjonalnymi i odwrotnie proporcjonalnymi;</p>

Cele zajęć:

Po zakończonych zajęciach uczeń:

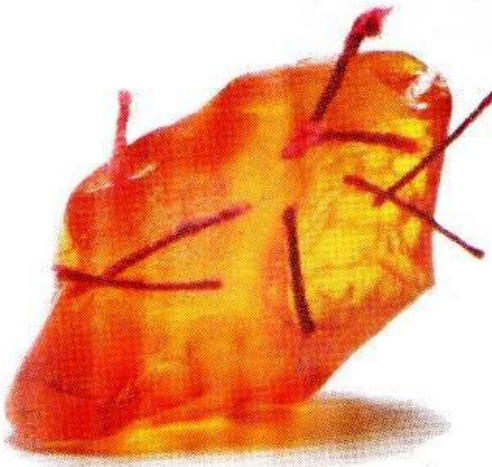
- Wyjaśnia, na czym polega wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych
- Posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego
- Rozróżnia znaki ładunków elektrycznych
- Zna jednostkę ładunku elektrycznego
- Rozróżnia przewodniki od izolatorów
- Rozpoznaje źródło pola elektrostatycznego
- Zna przeznaczenie elektroskopu i maszyny elektrostatycznej
- Określa znak ładunku elektrycznego ciał w wyniku elektryzowania
- Zna sposoby elektryzowania ciał
- Wskazuje skutki elektryzowania ciał
- Wyjaśnia na czym polega elektryzowanie ciał przez dotyk, pocieranie i indukcję
- Zna różnice w elektryzowaniu przewodników i izolatorów
- Opisuje zjawisko przepływu elektronów w naelektryzowanym metalu
- Rozpoznaje skutek pocierania szkła i ebonitu
- Określa warunki występowania siły elektrostatycznej
- Oblicza wartość siły elektrostatycznej, także przy zmianie ładunku i odległości między ładunkami

- Stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego, oblicza wielokrotność ładunku elementarnego
- Przelicza jednostki ładunku elektrycznego

Temat 1: Sposoby elektryzowania ciał.

1. Elektryzowanie ciał.

Ze zjawiskiem elektryzowania ciał spotykasz się na co dzień. Szczotkując energicznie włosy plastikowym grzebieniem sprawiasz, że zaczynają one podążać za nim. Czasami zdejmując szybko sweter słyszysz charakterystyczne „trzaski”. Takimi właśnie zjawiskami zajmuje się [elektrostatyka](#). Zjawisko elektryzowania ciał znane było już w starożytności. W VI w p. n. e. [Tales z Miletu](#) odkrył, że potarty suknom bursztyn przyciąga niektóre lekkie ciała.



Rys. Potarty suknom bursztyn przyciąga skrawki nitki.

Źródło: Spotkania z fizyką 3 podręcznik dla gimnazjum.

Doświadczenie: Wykonaj samodzielnie doświadczenie z dziedziny elektrostatyki. Potrzebne Ci będą: drobne kawałki papieru, plastikowa linijka, pałeczka szklana i pałeczka [ebonitowa](#). Potrzymaj każdą z pałeczek kawałkiem sukna lub suchego papieru i zbliż do skrawków papieru. Co obserwujesz?

Możesz powtórzyć to doświadczenie pocierając pręt metalowy np. aluminiowy. Co wtedy zauważasz?

Wykonując doświadczenie można zauważyć, że linijka przed potarciem w żaden sposób nie oddziałuje ze skrawkami papieru, natomiast po potarciu (naelektryzowaniu) skrawki papieru zostały przez linijkę „przyciągnięte” z pewnej odległości.



Rys 2: Linijka i skrawki papieru przed potarciem.



Rys 3. Linijka i skrawki papieru po naelektryzowaniu

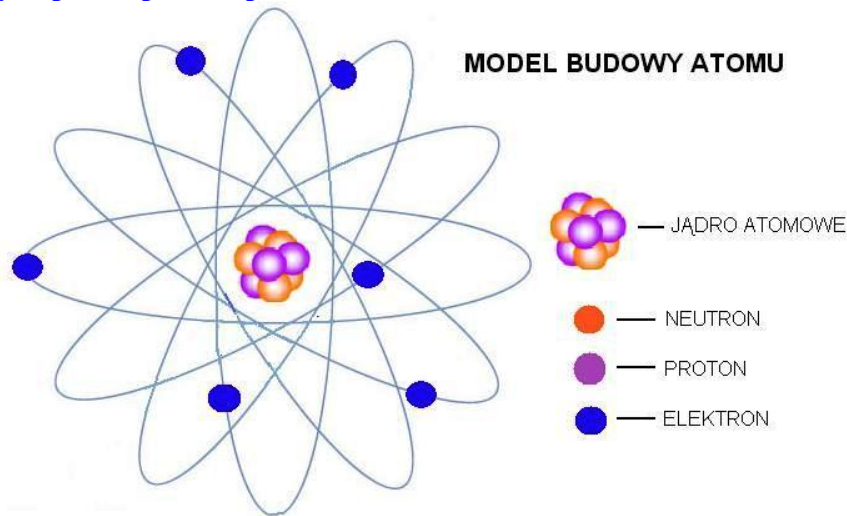
2. Ładunek elektryczny

Na podstawie doświadczeń można wysnuć wniosek, że u niektórych pocieranych ciał następują pewne zmiany – pojawiają się oddziaływania – przyciąganie lub odpychanie. W XVIII w fizyk [Benjamin Franklin](#) naelektryzowanie ciał takich jak bursztyn czy ebonit nazwał elektrycznością ujemną, a naelektryzowanie szkła elektrycznością dodatnią. Terminy te stosowane są do dziś.

Wszystkim naelektryzowanym ciałom przypisano cechę nazywaną **ładunkiem elektrycznym**, a oddziaływania elektryczne są oddziaływaniami między ładunkami elektrycznymi.

Nośnikami ładunków elektrycznych są cząstki, które odkryte zostały w XIX i XX wieku. Wszystkie ciała zbudowane są z [atomów](#).

<http://elektrostatykaiprad.republika.pl/materia.html> (Budowa atomu)



Rys.4 Model budowy atomu.

Źródło: www.google.pl

Każdy atom zawiera jądro atomowe które składa się z protonów i neutronów . Obydwie cząstki posiadają jednostkowe masy. proton jest obdarzony jednostkowym ładunkiem dodatnim, natomiast neutron jest elektrycznie obojętny. Wokół dodatnio naładowanego jądra krążą elektrony. Masa elektronu jest 1840 razy mniejsza od masy protonu. Każdy elektron jest obdarzony elementarnym ładunkiem elektrycznym ujemnym. Liczba protonów w jądrze jest równa liczbie elektronów, krążących wokół jądra, dlatego każdy atom jest elektrycznie obojętny.

Proton – posiada elementarny ładunek dodatni (oznaczany +e)

Elektron - posiada elementarny ładunek ujemny (oznaczany -e)

Neutron – nie posiada ładunku elektrycznego

3. Jednostka ładunku elektrycznego.

Jednostką ładunku elektrycznego jest kulomb (1C). Nazwa jednostki pochodzi od nazwiska francuskiego fizyka [Charlesa Augustina de Coulomba](#) (czyt. Szarla ogistena de kulomba).

Ładunek elektronu wynosi: $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

Ładunek elektronu wynosi: $+1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

W przyrodzie nie istnieją cząstki, które miałyby wartość mniejszą niż wartość bezwzględna $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, dlatego wartość ta nosi nazwę **ładunku elementarnego**.

$1\text{C} = 6,24 \cdot 10^{18}$ ładunków elementarnych

Ciekawostka!

Protony i neutrony zbudowane są z jeszcze mniejszych cząstek nazywanych kwarkami. Ładunek elektryczny kwarków ma wartość ułamkową. Wyróżnia się sześć rodzajów kwarków. Trzy z nich mają wartość $+\frac{2}{3}e$, a pozostałe $-\frac{1}{3}e$.



Rys. 5. Rodzaje kwarków. Źródło: <http://efizyka.win.pl/przygoda/frameless/quarks.html>

4. Ciała naelektryzowane.

Każdy atom zawiera tę samą liczbę elektronów i protonów w jądrze. Ciała fizyczne zbudowane z atomów zawierają tę samą liczbę ładunków dodatnich i ładunków ujemnych – są wtedy **elektrycznie obojętne**.



Rys 6. Dwa balony przed naelektryzowaniem – elektrycznie obojętne

Jeżeli ta równowaga elektryczna zostanie zachwiana (pojawi się nadmiar lub niedobór elektronów), to mówimy o **ciele naelektryzowanym**.

Ciało zostaje **naelektryzowane ujemnie**, wtedy gdy ma **nadmiar elektronów** (więcej elektronów niż protonów).

Ciało zostaje **naelektryzowane dodatnio**, wtedy gdy ma **niedobór elektronów** (więcej protonów niż elektronów).

Podczas elektryzowania ciał stałych przemieszczają się tylko elektrony.

Dwa ciała naelektryzowane jednoimiennie (ładunkami o tym samym znaku) odpychają się.



Rys 7. Dwa balony naelektryzowane jednoimiennie – odpychają się.

Dwa ciała naelektryzowane różnoimiennie (ładunkami o przeciwnych znakach) przyciągają się.



Rys 8. Dwa balony naelektryzowane różnoimiennie - przyciągają się.

<http://elektrostatykaiprad.republika.pl/ladunkielektryczne.html> (animacja rodzaje ładunków elektrycznych, oddziaływania między ciałami naelektryzowanymi)

5. Elektryzowanie ciał przez pocieranie

Pocierając plastikową linijkę wełną powodujemy, że część elektronów przechodzi z wełny na linijkę. Linijka elektryzuje się ujemnie (ma nadmiar elektronów), a wełna elektryzuje się dodatnio (ma niedobór elektronów).

Elektryzowanie przez pocieranie powoduje, że część elektronów przechodzi z jednego ciała na drugie, w wyniku czego oba ciała elektryzują się różnoimiennie.



Rys 9. Elektryzowanie przez pocieranie

6. Elektryzowanie ciał przez dotyk.

Ciało, które jest elektrycznie obojętne można także naelektryzować poprzez dotknięcie ciałem naelektryzowanym.



Rys 10. Elektroskop domowej konstrukcji przed naelektryzowaniem.



Rys 11. Elektroskop po naelektryzowaniu przez dotknięcie ciałem naelektryzowanym.

Fotografia przedstawia przyrząd – [elektroskop](#) – który służy do badania stopnia naelektryzowania ciał.

Dotykając naelektryzowaną ujemnie linijką aluminiowej kulki elektroskopu, powodujesz rozchylanie się pasków folii. Zgromadzone na linijce elektrony przy dotyku przepływają przez drut do pasków folii. Oba paski otrzymują ładunek ujemny (elektryzują się ujemnie), dlatego końce folii się odpychają.

7. Elektryzowanie ciał przez indukcję elektrostatyczną (wpływ).

Ten sposób elektryzowania polega na zbliżaniu ciałem naelektryzowanym (patrz foto poniżej). Ujemnie naelektryzowaną linijkę zbliżamy do kulki elektroskopu. Ładunki ujemne z linijki oddziałują na [elektrony swobodne](#) pręta elektroskopu i odepchnęły je na listki, które rozchyliły się. Po odsunięciu linijki ładunki ujemne z powrotem rozłożyły się równomiernie w całym pręcie.



Rys 12. Elektryzowanie przez indukcję elektrostatyczną.

http://nauczyciel.wsipnet.pl/oip/fizyka_2/animacje/elektr_cial.html (animacja nt. sposobów elektryzowania ciał)

<http://elektrostatykaiprad.republika.pl/elektryzowaniecial.html> (animacja sposobów elektryzowania ciał)

Podsumowanie:

<http://edudu.pl/video-sposoby-elektryzowania-cial,08964bf9f24b15f0e490> (elektryzowanie ciał, rozkład ładunków)

Test sprawdzający 1

1. Połącz litery z cyframi tak, aby powstały zdania prawdziwe

1. Elektrostatyka to (E)
2. Pałeczka ebonitowa elektryzuje się (A)
3. Pałeczka szklana elektryzuje się (G)
4. Pomiędzy dwoma naelektryzowanymi ciałami istnieje (D)
5. Dwa ciała naelektryzowane różnoimiennie (F)
6. Dwa ciała naelektryzowane jednoimiennie (C)
7. Gromadzenie się ładunku elektrycznego na powierzchni ciała to (B)

- A. ujemnie
- B. zjawisko elektryzowania
- C. odpychają się
- D. oddziaływanie elektrostatyczne
- E. dział fizyki zajmujący się oddziaływaniami i właściwościami ładunków elektrycznych będących w spoczynku
- F. przyciągają się
- G. dodatnio
- H. wykazują właściwości magnetyczne.

2. Zaznacz, które zjawiska przedstawione na fotografiach są związane z elektryzowaniem ciał.
(A, B)

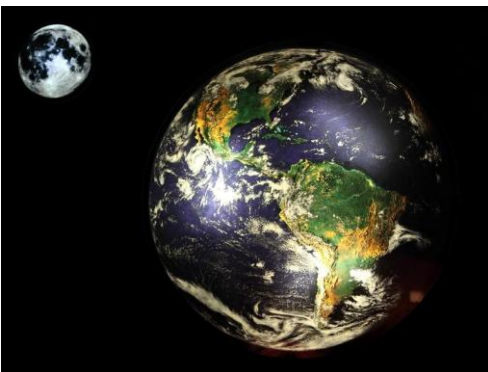
A.



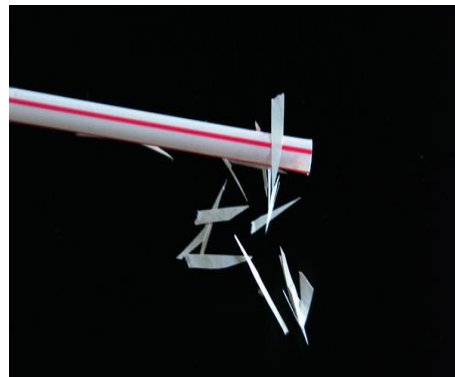
B.



C.



D.



Źródło: www.google.pl.

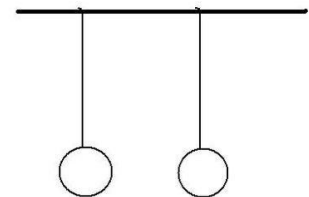
3. Przez pocieranie ciało elektryzuje się:
 A. różnymi ładunkami, co do znaku, ale o tych samych wartościach
 B. tylko jedno ciało - elektryzuje ujemnie się
 C. tylko jedno ciało - elektryzuje dodatnio się
 D. tymi samymi ładunkami co do znaku i co do wartości
4. Elektrony przechodzą z jednego ciała do drugiego w wyniku elektryzowania przez:
 A. indukcję elektrostatyczną
 B. pocieranie
 C. dotknięcie ciałem naelektryzowanym

neutron	A	2	ujemny
proton	B	3	obojętny
elektron	C	1	dodatni

6. Uzupełnij zdania.
- A. Jednostką ładunku elektrycznego jest (Coulomb / kulomb).
- B. Przyrządem służącym do wykrywania ciał naelektryzowanych jest
(elektroskop / elektron).
- C. Podczas pocierania pałeczki ebonitowej sukrem ebonit elektryzuje się ujemnie, a sukno
(nie elektryzuje się / dodatnio).
- D. Metalowa kulka jest naelektryzowana dodatnio. Oznacz to, że.....
(z kulki odpłynęła pewna liczba elektronów / do kuli dopłynęły protony)
- E. Atom składa się z jądra i krążących wokół niego(protonów / elektronów)

7. Na rysunku przedstawiono dwie kulki elektrycznie obojętne.

Co się stanie z kulkami, jeżeli:



- A. Każdą kulkę naelektryzujemy dodatnio
 odepchną się / przyciągną się / nic się nie stanie
- B. Każdą kulkę naelektryzujemy ujemnie
 odepchną się / przyciągną się / nic się nie stanie
- C. Jedną z nich naelektryzujemy dodatnio, a drugą ujemnie
 odepchną się / przyciągną się / nic się nie stanie



8. Wiedząc, że:

$$1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$$

$$1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C}$$

$$1 \text{ kC} = 10^3 \text{ C}$$

$$1 \text{ MC} = 10^6 \text{ C}$$

przelicz jednostki:

$$30 \text{ C} = \dots\dots\dots \mu\text{C} \quad (0,00003)$$

$$410 \text{ mC} = \dots\dots\dots \text{C} \quad (0,41)$$

$$2640 \text{ C} = \dots\dots\dots \text{kC} \quad (2,64)$$

$$0,0034 \text{ kC} = \dots\dots\dots \text{MC} \quad (0,0000034)$$

$$32 \cdot 10^{-6} \text{ C} = \dots\dots\dots \mu\text{C} \quad (32)$$

9. W czasie pocierania pałeczki ebonitowej tkaniną, z tkaniny na pałeczkę przemieściło się $3 \cdot 10^7$ elektronów. Podaj znak i wartość ładunku (w kulombach) jaki uzyskała pałeczka.

Odp. – $4,8 \cdot 10^{-12} \text{ C}$

10. Dwie jednakowe metalowe kulki naelektryzowano ładunkami: jedną $+ 100 \mu\text{C}$, a drugą $- 200 \mu\text{C}$. Kulki zetknięto ze sobą, a następnie rozdzielono. Na każdej kulce po rozdzieleniu pozostał ładunek:

A. $50 \mu\text{C}$

b. $100 \mu\text{C}$

C. $-50 \mu\text{C}$

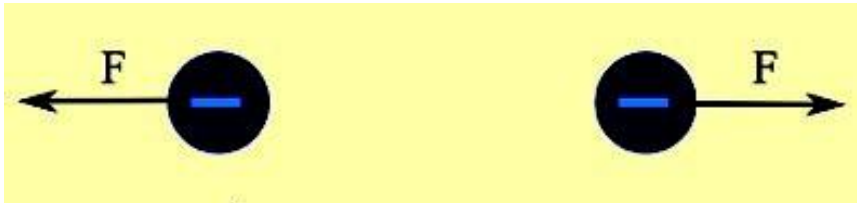
D. $-100 \mu\text{C}$

Temat 2: Oddziaływania elektrostatyczne. Prawo Coulomba.

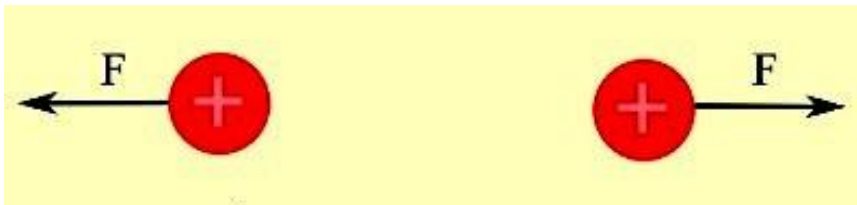
Przyciąganie skrawków papieru przez naelektryzowaną linijkę świadczy o tym, że ciała naelektryzowane mogą oddziaływać z innymi ciałami.

Wszystkie ciała obdarzone ładunkiem elektrycznym oddziałują na siebie siłami. Oddziaływania te nazywamy **oddziaływaniami elektrostatycznymi**.

Ładunki tego samego rodzaju odpychają się

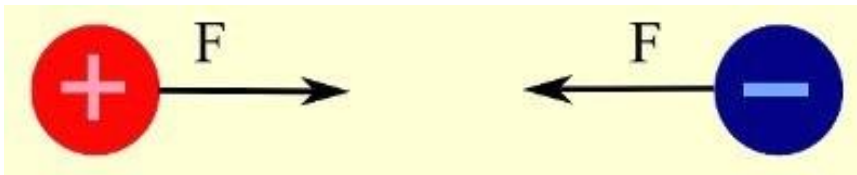


Rys 13. Dwa ładunki ujemne odpychają się



Rys 14. Dwa ładunki dodatnie odpychają się

Ładunki o różnych znakach przyciągają się



Rys 15. Dwa ładunki różnoimienne przyciągają się

Źródło. www.pienkowski.cba.pl

Siła wzajemnego oddziaływania (przyciągania lub odpychania) zależy od ilości zgromadzonego ładunku oraz od odległości między nimi. Badania Coulomba doprowadziły do stwierdzenia, że siła wzajemnego oddziaływania między ładunkami punktowymi jest wprost proporcjonalna do iloczynu tych ładunków, a odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między nimi. Jest to treść [prawa Coulomba](#), które zapisać można za pomocą wzoru:

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Gdzie:

F – siła wzajemnego oddziaływania dwóch ładunków elektrycznych q_1 i q_2 ,

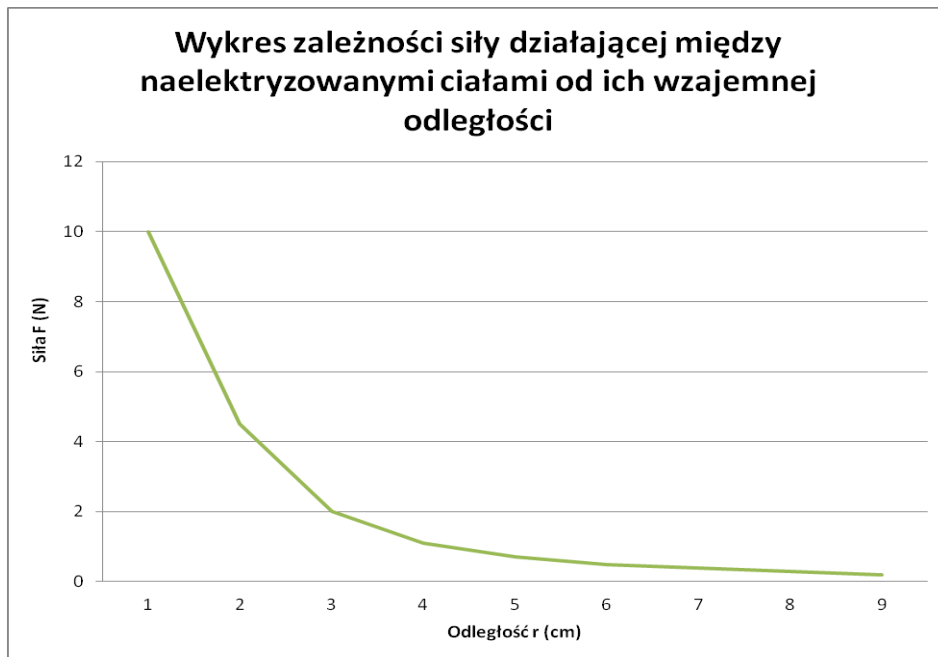
q_1 i q_2 , - wartości ładunków elektrycznych,

r – odległość między ładunkami elektrycznymi,

k – współczynnik proporcjonalności.

Test sprawdzający 2

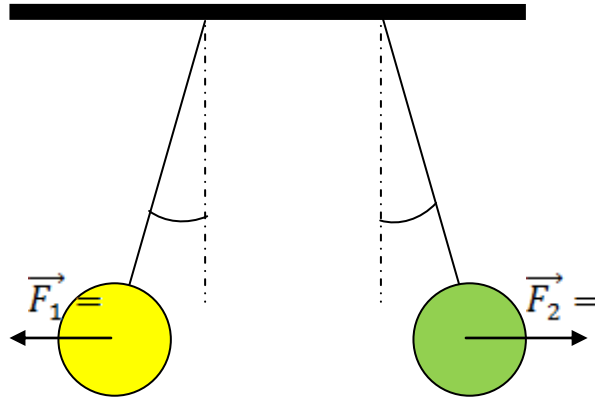
- Jak zmieni się siła wzajemnego oddziaływania dwóch ładunków punktowych jeżeli wartość jednego z nich zwiększy się dwukrotnie, a drugiego czterokrotnie.
 - wzrośnie sześciokrotnie
 - wzrośnie ośmiokrotnie
 - zmaleje sześciokrotnie
 - zmaleje ośmiokrotnie
- Jeżeli odległość między dwoma ładunkami punktowymi zwiększymy trzykrotnie, to siła wzajemnego oddziaływania (wzrośnie / zmaleje) (trzykrotnie / dziewięciokrotnie).
- Oblicz siłę oddziaływania elektrostatycznego między dwiema naładowanymi kulkami, jeżeli jedna ma ładunek + 0,2 mC, a druga +0,4 MC, a umieszczone są one w odległości 1m od siebie. Wartość współczynnika $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ (Odp. $F = 7,2 \cdot 10^{12} N$)
- Na podstawie wykresu zależności siły działającej między naelektryzowanymi ciałami od ich wzajemnej odległości uzupełnij tabelkę.



Siła $F(N)$									
Odległość $r (cm)$									

Czy otrzymany wykres ilustruje zależność wprost proporcjonalną?
(tak / nie).

5. Na rysunku przedstawiono dwie kulki naelektryzowane oraz siły ich wzajemnego oddziaływania.
Na podstawie rysunku można stwierdzić, że:



- A. na kulkach znajdują się ładunki różnoimienne o różnych wartościach
B. na kulkach znajdują się ładunki o tych samych wartościach
C. na kulkach znajdują się ładunki elektryczne o tych samych znakach
D. na kulkach znajdują się ładunki różnoimienne o tych samych wartościach

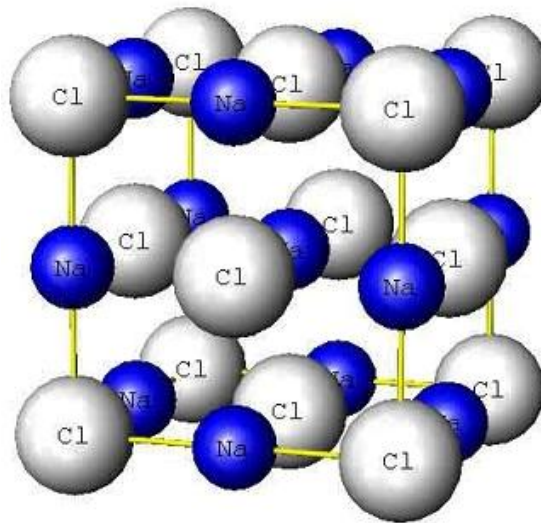
Temat 3: Przewodniki i izolatory.

Ciała stałe różnią się właściwościami elektrycznymi.

Przewodniki

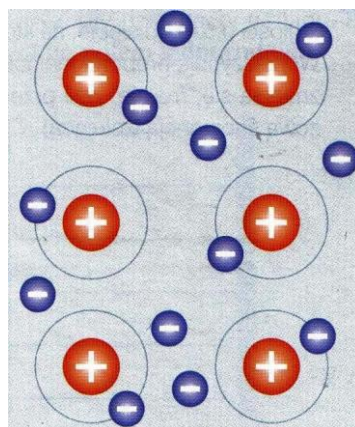
Do grupy przewodników zaliczamy przede wszystkim metale. Posiadają one regularną budowę wewnętrzną tworząc tzw. sieć krystaliczną. Poniższy schemat przedstawia model budowy wewnętrznej kryształów na przykładzie soli kuchennej.

Ciała krystaliczne to takie ciała, w których atomy (cząsteczki) tworzą regularną sieć krystaliczną



Rys 16 Budowa wewnętrzna kryształu NaCl. Źródło: www.google.pl

W uporządkowanej [strukturze wewnętrznej metali](#), pojawiają się swobodne elektrony walencyjne obdarzone ładunkiem elektrycznym, które nie są związane z atomami i tworzą wewnątrz metalu tzw. [gaz elektronowy](#), swobodnie poruszający się pomiędzy dodatnimi jonami. W wodnych roztworach kwasów, zasad, czy soli nośnikami ładunku elektrycznego są jony. Ciała, które posiadają takie właściwości to **przewodniki**.

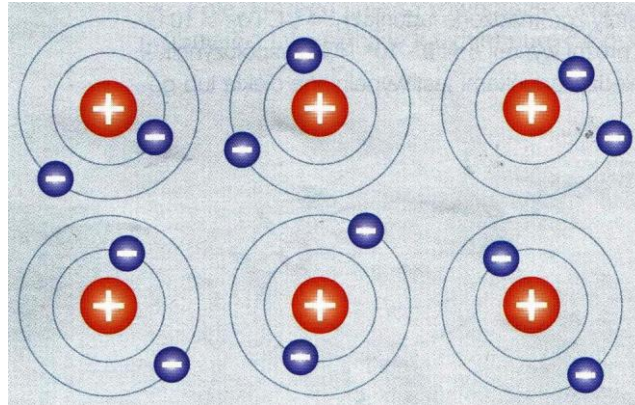


Rys 17. Schemat budowy wewnętrznej przewodnika. Źródło: *Spotkania z fizyką 3*

Przewodnik można naelektryzować (np. przy pomocy [maszyny elektrostatycznej](#)) tylko wtedy, gdy jest on odizolowany od ziemi. Po dotknięciu ręką naładowanego przewodnika zgromadzony na nim ładunek zostaje odprowadzony do ziemi, nastąpi rozładowanie przez [uziemienie](#).

Izolatory

Ciała, które w swojej wewnętrznej budowie nie posiadają swobodnie przemieszczających się elektronów nazywamy izolatorami. W izolatorach elektrony są mocno związane z atomami i nie mają możliwości swobodnego ruchu w obrębie całego ciała.

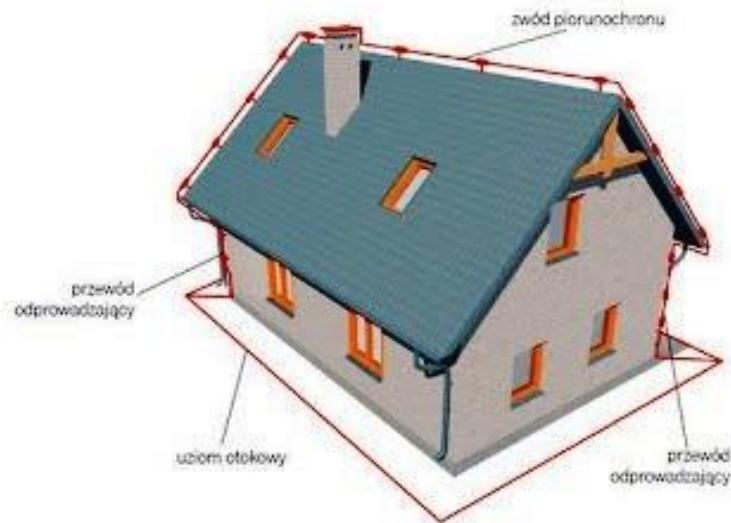


Rys 18. Schemat budowy wewnętrznej izolatora. Źródło: Spotkania z fizyką 3

Podczas pocierania (elektryzowania) odrywają się jedynie te elektrony, które są związane z atomami znajdującymi się na powierzchni izolatora i przechodzą na powierzchnię drugiego ciała. Elektrony przemieszczają się między dwoma ciałami tylko przy bezpośrednim kontakcie tych ciał. Izolatorami są: czysta chemicznie woda, powietrze, drewno, szkło, ceramika, tworzywa sztuczne, guma.

Ciekawostka

Wyładowania atmosferyczne powstają na skutek elektryzowania się chmur min. dlatego, że znajdują się w nich małe kryształki lodu oraz cząsteczki wody. Chmury przemieszczają się i wzajemnie pocierają, a kiedy są silnie naładowane elektrony mogą przemieścić się między nimi, albo między chmurą a ziemią. Powstaje przy tym ogromna iskra – błyskawica. Szczególnie zagrożone uderzeniami pioruna są wysokie maszty, drzewa, wolno stojące domy. Budynek chroni się przed uderzeniami piorunów zakładając piorunochrony. Są to grube pręty połączone z ziemią, które odprowadzają do niej ładunki, jest to tzw. uziemienie. Dobrze przed piorunem chroni także samochód, gdyż rolę piorunochronu pełni karoseria samochodu.



Rys 19. Schemat instalacji odprowadzania wyładowań atmosferycznych. Źródło: www.google.pl.

Pamiętaj zatem, aby w czasie burzy nie przebywać na wolnej przestrzeni, nie chowaj się pod drzewo, unikaj wzniesień terenu, zbiorników wodnych, czy metalowych ogrodzeń!

Test sprawdzający 3

1. Która z wymienionych substancji jest dobrym przewodnikiem?
 - A. powietrze
 - B. stal
 - C. szkło
 - D. guma
2. Dodatkowo naładowaną kulę uziemiono. Nastąpi wtedy zjawisko przepływu elektronów:
 - A. z kuli do ziemi i kula będzie obojętna elektrycznie
 - B. z kuli do ziemi i kula naładowuje się ujemnie
 - C. z ziemi na kulę i kula będzie obojętna elektrycznie
 - D. z ziemi na kulę i kula naładowuje się ujemnie.
3. Oceń, czy dany opis charakteryzuje przewodniki czy izolatory.

Przewodnik

- A. nie przewodzi ładunku elektrycznego
- B. Łatwo przewodzi ładunek elektryczny
- C. ma elektrony swobodne
- D. nie ma elektronów swobodnych
- E. można go naelektryzować

Izolator

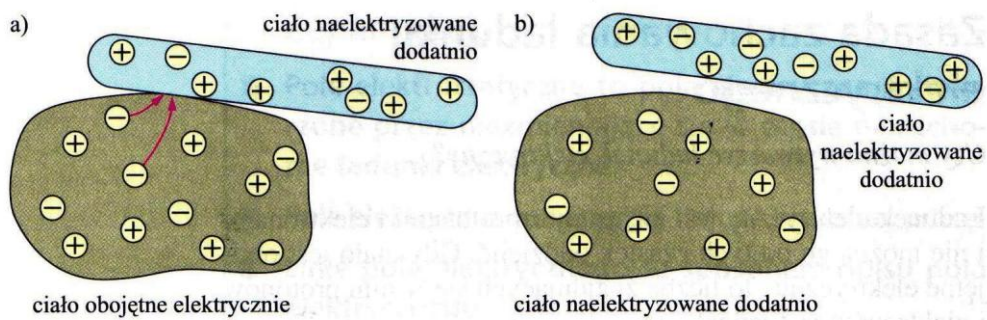
- A. nie przewodzi ładunku elektrycznego
- B. Łatwo przewodzi ładunek elektryczny
- C. ma elektrony swobodne
- D. nie ma elektronów swobodnych
- E. można go naelektryzować

4. Przy podanej substancji określ, czy jest ona przewodnikiem, czy izolatorem.
 - żelazo (przewodnik / izolator)
 - szkło (przewodnik / izolator)
 - porcelana (przewodnik / izolator)
 - srebro (przewodnik / izolator)
 - drewno (przewodnik / izolator)
 - plastik (przewodnik / izolator)
 - stal (przewodnik / izolator)
 - ołów (przewodnik / izolator)
 - guma (przewodnik / izolator)
 - tworzywo sztuczne (przewodnik / izolator)
 - aluminium (przewodnik / izolator)
 - wodny roztwór soli kuchennej (przewodnik / izolator)
 - powietrze (przewodnik / izolator)
5. Z metalowego ciała odprowadzono $2 \cdot 10^8$ elektronów. Podaj (w kulombach) wartość i znak ładunku elektrycznego tego ciała. (odp. $3,2 \cdot 10^{-18} C$)

Temat 4: Zasada zachowania ładunku.

Gdy ciało jest elektrycznie obojętne, to liczba elektronów i protonów jest taka sama. Podczas elektryzowania ciał, powodujemy, że pewna liczba elektronów przemieszcza się z jednego ciała na drugie. Jedno ciało traci więc elektrony, ma ich niedobór (elektryzuje się więc dodatni), a ciało, które pobiera elektrony ma ich nadmiar (elektryzuje się więc ujemnie). Przy elektryzowaniu jedno ciało zyskuje tyle elektronów, ile drugie utraciło, ale całkowita liczba elektronów w obydwu ciałach nie ulega zmianie. Prawidłowość ta stanowi treść zasady zachowania ładunku elektrycznego.

W układzie izolowanym (czyli takim, który jest odizolowany elektrycznie od otoczenia) całkowity ładunek elektryczny, czyli suma algebraiczna ładunków dodatnich i ujemnych, nie ulega zmianie. – jest to treść zasady zachowania ładunku elektrycznego.



Rys 20. Elektryzowanie ciał przez przepływ ładunku. Źródło: Ciekawa fizyka 4.

Na rysunku przedstawiono zasadę zachowania ładunku elektrycznego w przypadku elektryzowania ciał przez przepływ ładunku z ciała naelektryzowanego ujemnie do ciała elektrycznie obojętne. Następuje tu przepływ części elektronów z ciała naelektryzowanego ujemnie do ciała elektrycznie obojętne (rys. a), w wyniku czego oba ciała zostają naelektryzowane ujemnie (rys. b). Suma algebraiczna ładunków dodatnich i ujemnych w obu przypadkach a) i b) pozostaje taka sama.

Test sprawdzający 4

1. Uzupełnij tekst.

Podczas elektryzowania ciał spełniona jest (*III zasada dynamiki / zasada zachowania ładunku / zasada zachowania energii mechanicznej*). Układ izolowany to taki układ ciał, który (*powoduje zobojętnienie ładunku / nie oddziałuje elektrycznie z otoczeniem / umożliwi połączenie ciała naelektryzowanego z ziemią za pomocą przewodnika*). Zetknięcie dwóch metalowych ciał naelektryzowanych takim samym ładunkiem, lecz o przeciwnych znakach powoduje (*przepływ ładunków dodatnich między tymi ciałami / zwiększenie stopnia naelektryzowania tych ciał / zobojętnienie ładunku*).

2. W tabeli symbolicznie przedstawiono ciała, które są układem izolowanym. Wykorzystując zasadę zachowania ładunku elektrycznego, zapisz całkowity ładunek ciał po ich złączeniu. (oznaczenia: e – elektron, p – proton)

Ciała przed złączeniem		Ciała po złączeniu	
2e	4p	1p	1p
5e	5e	5e	5e
6p	6e	0	0
10e	8p	1e	1e

3. Dwie jednakowe metalowe kulki naelektryzowano ładunkami: jedną $+100 \mu\text{C}$, drugą $-600 \mu\text{C}$. Kulki zetknięto ze sobą, a następnie rozdzielono. Ładunek jaki pozostał na każdej z tych kulek po rozdzieleniu ma wartość:

- A. $-350 \mu\text{C}$
- B. $350 \mu\text{C}$
- C. $-250 \mu\text{C}$
- D. $250 \mu\text{C}$

4. Metalową kulkę naelektryzowano ładunkiem $+70 \mu\text{C}$ i zetknięto z inną kulką o ładunku $-20 \mu\text{C}$. Jaki ładunek i jakiego znaku trzeba doprowadzić do pierwszej kulki po zetknięciu, aby zobojętnić jej ładunek? (Odp. $-25 \mu\text{C}$)

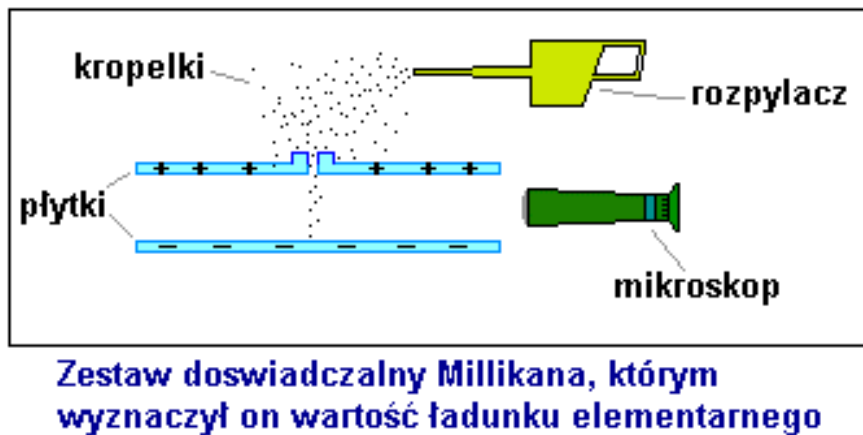
5. Dwie identyczne kulki metalowe zostały naelektryzowane ładunkami $q_1 = +6 \cdot 10^{-6}$ i $q_2 = -4 \cdot 10^{-6}$.

Po zetknięciu tych kulek i ponownym rozsunięciu na tą samą odległość obie kulki:

- A. Nawzajem się zobojętnią
- B. Zachowają swoje ładunki, bo są takie same
- C. Będą naelektryzowane dodatnio
- D. Będą naelektryzowane ujemnie.

Temat 5: Wielokrotność ładunku. Pole elektryczne.

Elementarny ładunek elektryczny wynosi $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ (wartość bezwzględna wartości ładunku elektronu). Jako pierwszy elementarny ładunek elektryczny wyznaczył [Robert Millikan](#). Wyznaczał on ładunek elektryczny zgromadzony na kropelkach oliwy poruszających się między naelektryzowanymi płytkami.



Rys 21. Zestaw doświadczalny Millikana. Źródło: <http://library.thinkquest.org>

Ładunki elektryczne badanych kropeł różniły się między sobą zawsze o całkowitą wielokrotność pewnego stałego ładunku, który nazwany został przez Millikana, elementarnym ładunkiem elektrycznym. Ładunki wszystkich obserwowanych cząstek wynoszą wielokrotność elementarnego ładunku elektrycznego. Jedynie kwarki osiadają ładunki będące $1/3$ lub $2/3$ elementarnego ładunku elektrycznego.

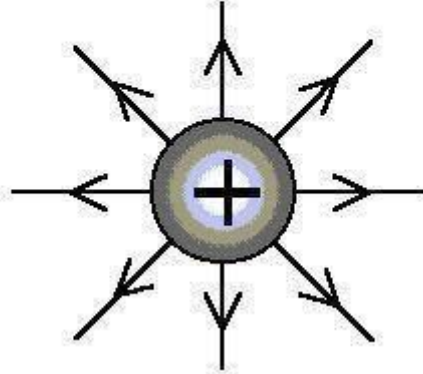
Pole elektryczne

Przestrzeń wokół naelektryzowanego ciała nazywamy **polem elektrycznym**. Gdy w tej przestrzeni znajdzie się inne naelektryzowane ciało, to będzie ono przyciągane lub odpychane – będzie na nie działać tzw. siła elektrostatyczna.

Jeżeli źródłem pola elektrycznego będzie ładunek elektryczny, który nie zmienia swojego położenia, to takie pole elektryczne nazywane jest **polem elektrostatycznym**. Pole elektrostatyczne jest więc jednym z rodzajów pola elektrycznego. Pole elektrostatyczne przedstawia się graficznie za pomocą **linii pola**. Są to zakreślone w przestrzeni linie, wzdłuż których na umieszczone w przestrzeni dodatnie ładunki próbne działają siły elektrostatyczne. Zwroty tych sił są skierowane „od plusa do minusa”.

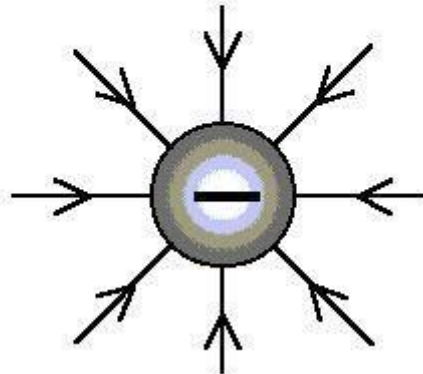
Pole elektrostatyczne wokół pojedynczego naelektryzowanego ciała, będącego źródłem pola nazywamy **polem centralnym**. Linie sił pola rozchodzą się promieniście dookoła ładunku, który jest źródłem pola.

Pole centralne ładunku dodatniego



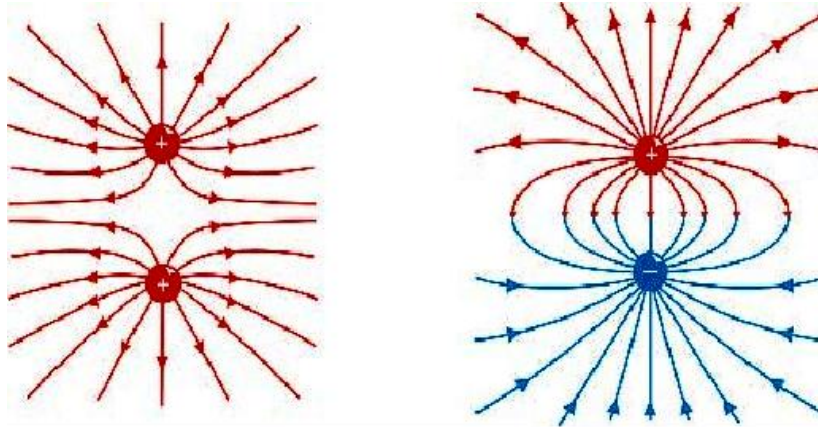
Rys 22. Pole centralne ładunku dodatniego. Źródło: www.google.pl.

Pole centralne ładunku ujemnego



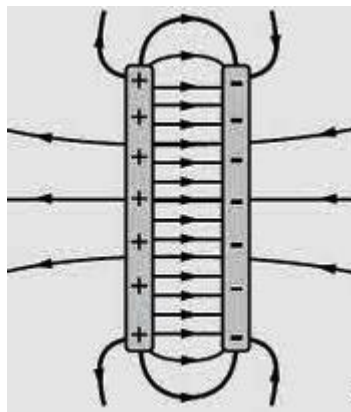
Rys 23. Pole centralne ładunku ujemnego. Źródło: www.google.pl.

Jeżeli źródłem pola są jednocześnie dwa ładunki elektryczne położone blisko siebie, to linie pola elektrostatycznego mają kształt jak na rysunkach poniżej.



Rys 24. Linie pola elektrostatycznego między dwoma dodatnimi ładunkami oraz między ładunkiem dodatnim i ujemnym. Źródło: www.google.pl.

Jeżeli źródłem pola są dwie równoległe metalowe płyty naładowane różnoimiennie, to tworzą one w przestrzeni między sobą tzw. **pole jednorodne**.



Rys 25. Jednorodne pole między różnoimiennie naelektryzowanymi płytami. Źródło: www.google.pl.

W polu jednorodnym linie pola są do siebie równoległe, a na ładunek elektryczny umieszczony w dowolnym punkcie tego pola działa stała siła.

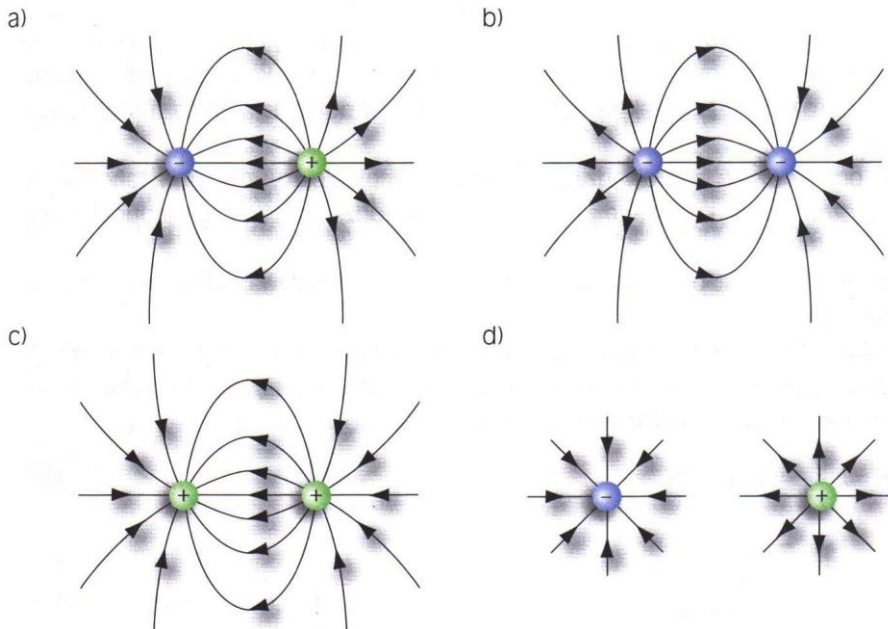
Pole jednorodne powstające między dwiema elektrodami wykorzystano do budowy [kondensatora](#), czyli urządzenia służącego do gromadzenia ładunków. Kondensatory znalazły zastosowanie w układach elektronicznych. W urządzeniach podłączonych do sieci (np. komputerach) kondensatory zapewniają dopływ elektryczności przez pewien czas na wypadek przerwy w dostawie prądu.

Ciekawostka

Spaliny powstałe w elektrowniach węglowych filtruje się elektrycznie przy użyciu tzw. elektrofiltrów. Zbudowane są one z elektrod, między którymi przepuszcza się zanieczyszczone powietrze. Elektrody te są silnie ujemnie naładowane, dzięki czemu cząsteczki pyłu zawarte w przepuszczanym powietrzu też elektryzują się ujemnie, a następnie są przyciągane przez dodatnio naładowane elektrody osadowe. Specjalny mechanizm strząsa pył do silosów. Z tak przechwyconego pyłu wytwarza się min. cement.

Test sprawdzający 5

- Wartość ładunku elektrycznego dowolnego ciała naelektryzowanego jest równa:
 - całkowitej wielokrotności wartości ładunku elementarnego
 - nieparzystej wartości ładunku elementarnego
 - parzystej wartości ładunku elementarnego
 - nieparzystej wielokrotności $1/3$ wartości ładunku elementarnego
- Jeżeli w polu jednorodnym umieścimy ładunek dodatni, to będzie się on poruszał:
 - Prostopadle do linii pola
 - Przeciwnie do linii pola
 - Ukośnie do linii pola
 - Zgodnie z liniami pola.
- Na którym rysunku poprawnie zaznaczono linie pola elektrostatycznego?



Źródło: *Fizyka i astronomia zbior zadań, Operon.*

- na rysunku a)
 - na rysunku b)
 - na rysunku c)
 - na rysunku d)
4. Uzupełnij zdania.
Pole elektrostatyczne między dwiema równoległymi płytkami, na których zgromadzono ładunki o przeciwnych znakach, jest polem (jednorodnym / centralnym). Linie tego pola są do siebie (prostopadle / równoległe / skośne). Linie pola elektrycznego obrazują, w którą stronę będzie zwrócony wektor siły działającej na umieszczony w danym punkcie pola ładunek o znaku (dodatnim / ujemnym). Pole elektrostatyczne, które zostanie wytworzone przez ładunek zgromadzony na metalowej kuli nazywamy polem (centralnym / jednorodnym). Urządzenie służące do gromadzenia ładunków to (elektroskop / kondensator).



5. Szklaną kulę naelektryzowano ładunkiem $2400 \mu\text{C}$. Oblicz ile ładunków elementarnych zgromadzono na tej kuli. (Odp. $1,49 \cdot 10^{16}$ elektronów)

Podsumowanie: <http://www.youtube.com/watch?v=P7WhUwFeNqM>

Bibliografia:

- 1) K. Gębura, A. Maryanowska, B. Mól, B. Śniadek, Impuls fizyka dla klasy 2 gimnazjum, Nowa Generacja.
- 2) G. Francuz-Ornat, T. Kulawik, M. Nawotny-Róžańska, Spotkania z fizyką 3, Nowa Era.
- 3) G. Francuz-Ornat, T. Kulawik, M. Nawotny-Róžańska, Spotkania z fizyką 3 zeszyt ćwiczeń, Nowa Era.
- 4) R. Grzybowski, Fizyka i astronomia zbiór zadań, Operon.
- 5) K. Horodecki, A. Ludwikowski, Fizyka 3 z plusem, GWO.
- 6) K. Horodecki, A. Ludwikowski, Fizyka 3 z plusem zeszyt ćwiczeń, GWO.
- 7) J. Poznańska, M. Rowińska, E. zajęć, Ciekawa fizyka 4, WSiP.
- 8) S. Lipiński, Fizyka zeszyt dla ucznia, Oficyna Edukacyjna.