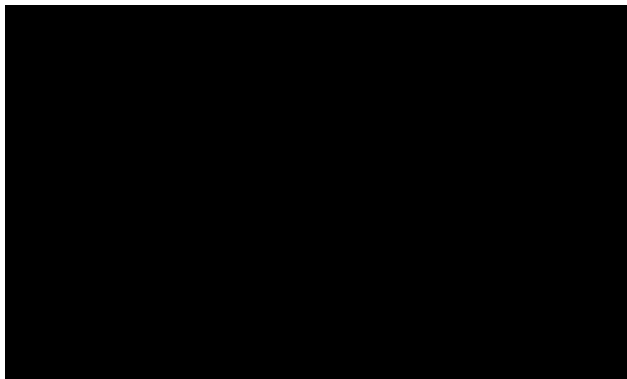


Przewodniki w polu elektrycznym

Różnice właściwości elektrycznych między najlepszymi przewodnikami i izolatorami są bardzo dramatyczne - parametry opisujące ich własności elektryczne mogą się różnić nawet o 20 rzędów wielkości.



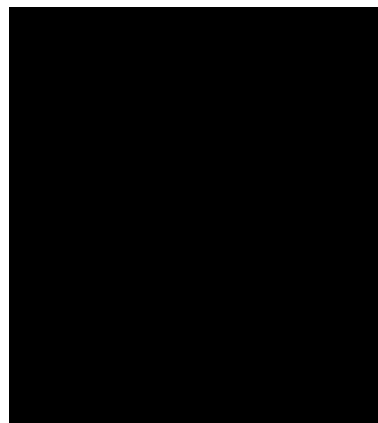
Michał Faraday zaobserwował, że ładunki gromadzą się na zewnętrznej powierzchni przewodnika. Co więcej, pole elektryczne nie przenika poprzez przewodniki. Zjawisko to nazywamy ekranowaniem.

W przewodniku umieszczonym w polu elektrycznym następuje przepływ ładunku. Trwa on tak długo, aż wewnątrz przewodnika zaniknie pole elektryczne i ustali się stały potencjał - wtedy na nośniki nie działają już siły, które wymuszałyby ich dalszy ruch.

Przewodnik jest *ekwipotencjalny* i pole elektryczne w jego wnętrzu zanika.

Podobne zjawisko zajdzie w przewodniku, na którym umieszczono ładunek. Na nośniki działają siły, które powodują ruch nośników tak długo, aż wewnątrz przewodnika zaniknie pole elektryczne - znowu ustala się stały potencjał. We wnętrzu przewodnika (nawet jeżeli będą się tam znajdowały puste wnęki) “nic nie wiadomo” o ładunku znajdującym się na przewodniku.

Jeżeli pole we wnętrzu przewodnika zanika, wszystkie ładunki muszą zgromadzić się na jego powierzchni. Nie tylko wynika to na przykład z prawa Gaussa, ale jest zgodne z intuicją i sprawdza się w eksperymentach, które właśnie wykonujemy...



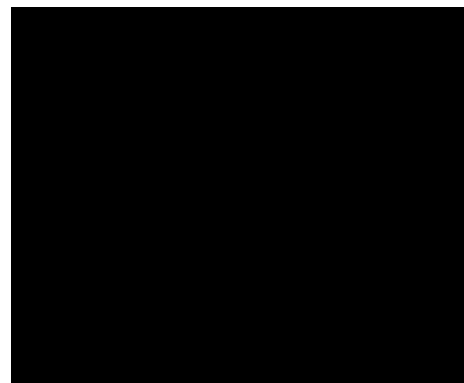
Na powierzchni ruch nośników trwa tak długo, aż zaniknie składowa pola elektrycznego styczna do powierzchni. ***Pole elektryczne na zewnętrznych powierzchniach przewodnika będzie do nich prostopadłe.***

Z prawa Gaussa na powierzchni przewodnika:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = E_n * \Delta S = \frac{\sigma \Delta S}{\epsilon_0}$$

zatem ***nateżenie pola elektrycznego na powierzchni będzie proporcjonalne do powierzchniowej gęstości ładunku***

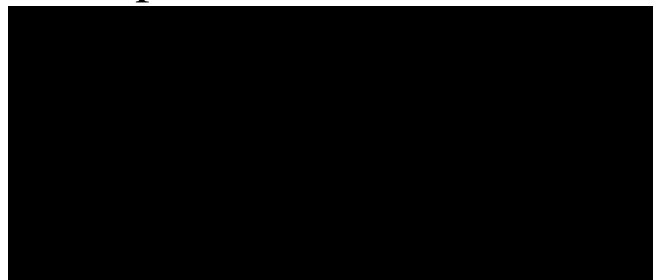
$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{n}$$



Jak gromadzą się ładunki na przewodnikach

Wykorzystując naszą metalową kulę osadzoną na izolującym pręcie możemy badać na których powierzchniach przewodnika gromadzi się najwięcej ładunku.

Okazuje się, że największą gęstość ładunku obserwujemy w miejscach o największym zakrzywieniu, a szczególnie na wszelkich ostrzach. Dlaczego? Wyobraźmy sobie dwie naładowane odległe kule przewodzące połączone przewodnikiem:



Ich ładunki są jednorodnie rozłożone na powierzchni (po to założenie, że są odległe), a potencjały są równe (po to połączenie przewodnikiem):

$$\frac{Q_1}{4 \pi \varepsilon_0 R_1} = \frac{Q_2}{4 \pi \varepsilon_0 R_2}$$

Podstawiam ładunek obliczony z powierzchniowej gęstości:

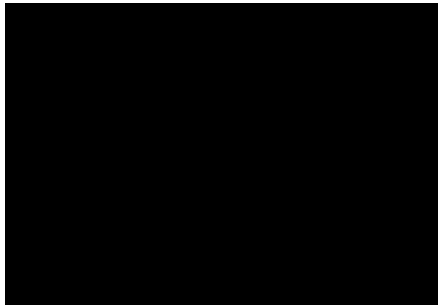
$$\frac{4 \pi R_1^2 \sigma_1}{4 \pi \varepsilon_0 R_1} = \frac{4 \pi R_2^2 \sigma_2}{4 \pi \varepsilon_0 R_2}$$

i otrzymuję

$$R_1 \sigma_1 = R_2 \sigma_2$$

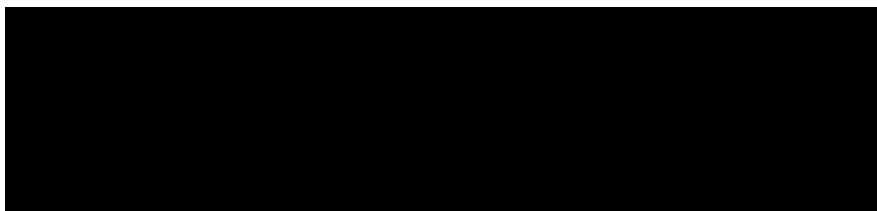
Im większa krzywizna (czyli mniejszy jej promień) tym większa gęstość ładunku na przewodniku.

Indukcja elektrostatyczna i przedziwne maszyny

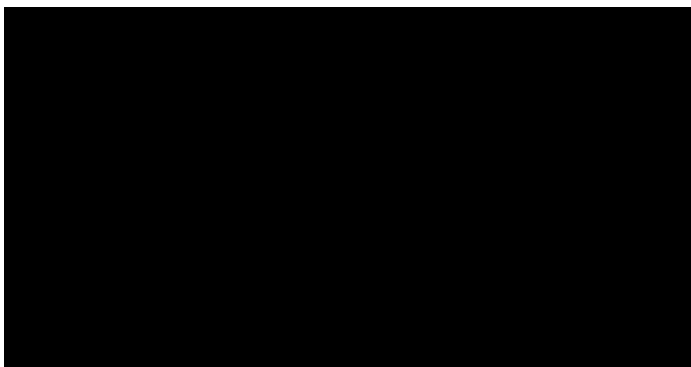


Dla przypomnienia: indukcja elektrostatyczna polega na powstaniu ładunków obu znaków (dodatnich i ujemnych) w różnych obszarach przewodnika znajdującego się w polu elektrycznym.

Zjawisko indukcji elektrostatycznej może być skutecznie wykorzystywane do wytwarzania ładunków elektrycznych:

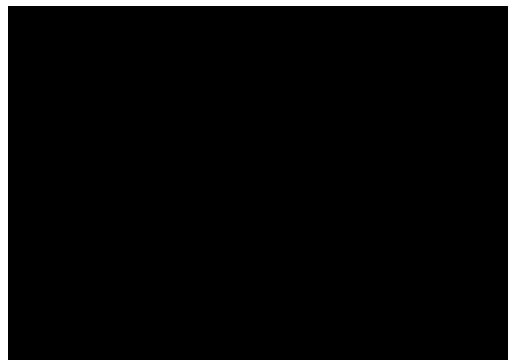


elektrofor



Maszyna elektrostatyczna

Generator van de Graafa



Do policzenia

-- We wnętrzu przewodzącej kulistej czaszy umieszczono ładunek Q . Jaki ładunek zaindukował się na wewnętrznej powierzchni czaszy? Jaki na zewnętrznej? Jakie jest natężenie pola na zewnątrz czaszy?

Do przemyślenia w długie wiosenne wieczory:

-- Czy możliwe jest, by dwa jednoimiennie naładowane przewodniki przyciągały się?

-- Przewodzącą nienaładowaną kulę umieszczamy w polu o znanym potencjale $\phi(x, y, z)$. Jaki będzie potencjał kuli?

-- Przy powierzchni kuli ziemskiej wartość natężenia jej pola elektrostatycznego wynosi około 170 V/m. Czy można tą darmową elektryczność wykorzystać do zapalenia żarówki?