

1 Prawo Gaussa i prawo Coulomba

Prawo Gaussa dla elektryczności – prawo wiążące pole elektryczne z jego źródłem, czyli ładunkiem elektrycznym. Natężenie pola elektrycznego jest polem wektorowym i spełnia twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego:

Strumień natężenia pola elektrycznego, przenikający przez dowolną powierzchnię zamkniętą w jednorodnym środowisku o bezwzględnej przenikalności elektrycznej ε jest równy stosunkowi całkowitego ładunku znajdującego się wewnątrz tej powierzchni do wartości tejże przenikalności.

$$\Phi_E = \oint_s \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_V \rho dV = \frac{q}{\varepsilon_0} \quad (1)$$

przy czym:

wektor $d\vec{S}$ jest wektorem powierzchni

ε_0 - przenikalność elektryczna próżni

W wersji różniczkowej:

$$\Delta \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} \quad (2)$$

przy czym:

$\Delta \cdot \vec{E}$ – dywergencja natężenia pola elektrycznego

ρ - gęstość ładunku

ε_0 - przenikalność elektryczna próżni

Prawo Coulomba – prawo fizyki, opisujące siłę oddziaływania elektrostatycznego ładunków elektrycznych.

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \quad (3)$$

gdzie:

$k = 8,9875 \cdot 10^9 Nm^2C^{-2}$ - stała oddziaływań ładunków elektrycznych w próżni

Wartość siły F oddziaływania dwóch ciał punktowych jest wprost proporcjonalna do wielkości ładunków $q_1 q_2$ tych ciał, a odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości r między nimi.

2 Pojemność elektryczna i jednostki

Pojemnością elektryczną nazywamy stosunek ładunku kondensatora do różnicy potencjałów (napięcia) między okładkami.

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \quad (4)$$

W układzie SI jednostką pojemności jest farad (F); $1F = 1C/1V$. Powszechnie stosuje się jednak mniejsze jednostki: μF , nF, pF.

3 Pojemność kondensatora płaskiego

Korzystając z prawa Gaussa możemy wyprowadzić wzór na pojemność kondensatora płaskiego:

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon\epsilon_0} = E \cdot S \quad U = \int_{-}^{+} EdS = Ed \quad C = \frac{q}{U} = \epsilon\epsilon_0 \frac{S}{d} \quad (5)$$

4 Zdefiniuj pole jednorodne, w jakim kondensatorze można wytworzyć jednorodne pole elektryczne?

Pole jednorodne - pole fizyczne, w którego wszystkich punktach natężenie pola jest takie samo, czyli ma stałą wartość, kierunek i zwrot. Linie sił w takim polu są prostymi równoległymi. Jeżeli polem tym jest pole sił, to siła działająca na ciała, wynikająca z obecności pola, jest stała w całym obszarze występowania pola.

Jednorodne pole elektryczne występuje między równoległymi płytami metalowymi naelektryzowanymi różnoimiennie, czyli w kondensatorze płaskim.

5 Jaka będzie pojemność kondensatora płaskiego o dwóch warstwach dielektryka d_1 i d_2 oraz ich przenikalnościach ϵ_{r1} i ϵ_{r2}

Kondensator taki można porównać do dwóch kondensatorów płaskich o grubościach d_1 oraz d_2 i ich przenikalnościach ϵ_{r1} oraz ϵ_{r2} , czyli zgodnie ze wzorem na połączenie szeregowo kondensatorów:

$$\frac{1}{C} = \frac{d_1}{\epsilon_0 \epsilon_{r1} S} + \frac{d_2}{\epsilon_0 \epsilon_{r2} S} \quad (6)$$

Więc przekształcając wzór:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_{r1} \epsilon_{r2} S}{d_1 \epsilon_{r2} + d_2 \epsilon_{r1}} \quad (7)$$

6 Różnice niepewności względnych

Niepewność względna pomiaru dla ϵ_0 wynosi $\frac{u_{\epsilon_0}}{\epsilon_0}$

Prędkość światła policzymy ze wzoru:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (8)$$

Dalej licząc niepewność metodą Gaussa wychodzi:

$$u_c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{u_{\epsilon_0}}{(\epsilon_0)^{\frac{3}{2}}} \quad (9)$$

Więc niepewność względna dla prędkości światła wynosi:

$$\frac{u_c}{c} = \frac{u_{\epsilon_0}}{2 \epsilon_0} \quad (10)$$

Co zgadza się z przewidywaniami.