

ELEKTROSTATYKA

• prawo Coulomba; • pole elektryczne: natężenie, potencjał, energia; • obliczanie natężenia pola - zasada superpozycji; • strumień pola; • prawo Gaussa i jego zastosowanie w obliczeniach pola

1. Oddziaływania elektryczne są wielokrotnie silniejsze od grawitacyjnych, aby to zilustrować wykonaj następujące obliczenie. Elektron i druga cząstka o takim samym ładunku i masie M znajdują się w odległości r (dowolnej). Oblicz jaką masę M musiałaby mieć cząstka, aby układ był w równowadze. Elektron: masa $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg, ładunek $e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C; stała grawitacji $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$, stała w prawie Coulomba $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9$, obie stałe w jednostkach układu SI.
2. Zgodnie z prawem Coulomba dwa ładunki punktowe Q , q odległe o r oddziałują wzajemnie siłami $\vec{F} = k \frac{Qq}{r^2} \vec{e}_r$. a) Znajdź wzór na energię potencjalną układu, przyjmując, że jest ona równa zero gdy ładunki są nieskończenie daleko od siebie. Narysuj wykresy $E_p(r)$ dla przypadków ładunków jednoimiennych i różnoimiennych. b) Podaj wzór na potencjał $V(r)$ pola elektrycznego wytworzonego przez Q w odległości r .
3. Dwa ładunki elektryczne $+Q$ i $-Q$ znajdują się w odległości d . Znajdź: a) natężenie pola elektrycznego \vec{E} , b) potencjał V w środku odcinka łączącego ładunki. c) Oblicz wartości E i V (w jednostkach układu SI) dla $Q = 10^{-8}$ C, $d = 1$ m, $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ C²N⁻¹m⁻².
4. Ładunek $Q = 3 \cdot 10^{-7}$ C jest równomiernie rozłożony na pręcie w kształcie półokręgu o promieniu $r = 5$ cm. Znaleźć siłę działającą na ładunek punktowy 10^{-8} C, znajdujący się w środku półokręgu, w odległości r od przęta. *Wskaż: stosuj zasadę superpozycji.*
5. Drut w kształcie okręgu o promieniu a naładowany jest jednorodnie ładunkiem q . a) Znaleźć natężenie pola elektrycznego \vec{E} na osi tego pierścienia, w odległości x od jego środka. b) Pokazać, że maksymalna wartość \vec{E} przypada dla $x = \frac{a}{\sqrt{2}}$. c) Pokazać, że dla $x \gg a$ uzyskuje się wzór identyczny jak dla ładunku punktowego. d) Wykonaj jeszcze raz obliczenie \vec{E} znajdując najpierw potencjał $V(x)$, a następnie znajdź $\vec{E}(x)$ wykorzystując związek $\vec{E} = -\text{grad} V(x)$.
6. a) Pokazać jak z prawa Gaussa wynika prawo Coulomba. b) Stosując prawo Gaussa wyprowadzić wzory określające natężenie pola elektrycznego wokół naładowanej jednorodnie metalowej (przewodzącej) płaszczyzny, a także dla naładowanej jednorodnie dużej płyty dielektrycznej.