

IV seria zadań domowych z elektrodynamiki klasycznej (2011/12)

Zadanie 1.

Na ćwiczeniach ze wzoru Coulomba obliczyliśmy potencjał pola wytworzonego przez naładowaną jednorodnie (ładunkiem λ na jednostkę długości) nici o długości ℓ (ułożoną na osi z między $-\ell/2$ i $\ell/2$):

$$\phi(\rho, z) = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{\frac{\ell}{2} - z + \sqrt{\rho^2 + (\frac{\ell}{2} - z)^2}}{-\frac{\ell}{2} - z + \sqrt{\rho^2 + (\frac{\ell}{2} + z)^2}}.$$

Potencjał ten jest tak wycechowany, że $\phi(\infty) = 0$.

a) Wykazać, że dla $\ell \gg \rho$ i $\ell \gg |z|$ wzór ten przyjmuje postać $\phi(\rho, z) \approx \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{\ell}{\rho}$, czyli nie ma granicy przy $\ell \rightarrow \infty$.

b) Zmienić cechowanie potencjału tak, by $\phi(\rho = \rho_0, z = 0) = 0$, i wykazać, że wtedy dla nieskończenie długiej nici otrzymujemy $\phi(\rho, z) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{\rho_0}{\rho}$.

c) Uzyskać wynik z b) wykorzystując bezpośrednio dla nieskończenie długiej nici prawo całkowe Gaussa.

Zadanie 2.

Kulisty neutralny przewodnik A zawiera dwie małe kuliste wnęki B i C. W środku wnęki B umieszczono ładunek q_B a w środku wnęki C - ładunek q_C . W dużej odległości d od przewodnika umieszczono kolejny ładunek q_D . Jakie siły działają na przewodnik A i na ładunki q_B , q_C i q_D (uwzględnić tylko wiodący wkład)?

Zadanie 3.

Kondensator składa się z dwóch długich równoległych przewodników walcowych o promieniach R_1 i R_2 oddalonych od siebie o D , przy czym $D \gg R_1, R_2$. Obliczyć pracę wykonaną przy zmianie odległości między przewodnikami o $\Delta D \ll D$ przy a) ustalonych ładunkach na przewodnikach, b) ustalonej różnicy potencjałów.

Zadanie 4.

Wzdłuż długiego przewodnika w postaci rury walcowej o wewnętrznym promieniu R_1 i zewnętrznym promieniu R_2 przepływa jednorodnie rozłożony prąd o natężeniu I . Przenikalność magnetyczna w całej przestrzeni wynosi μ_0 . Znaleźć indukcję pola magnetycznego \vec{B} w całej przestrzeni.

Zadanie nadobowiązkowe 5.

Wykazać, że wartość średnia natężenia pola elektrycznego \vec{E}_{sr} w kuli o promieniu R i środku w P dla pola wytworzonego przez ładunki znajdujące się w skończonym obszarze przestrzeni (zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz rozważanej kuli) wynosi

$$\vec{E}_{sr} = \vec{E}_{>}(P) - \frac{\vec{p}_{<}}{4\pi\epsilon_0 R^3},$$

gdzie $\vec{E}_{>}(P)$ jest natężeniem pola elektrycznego w P wytworzonego przez ładunki znajdujące się na zewnątrz kuli, a $\vec{p}_{<}$ jest dipolowym momentem elektrycznym (obliczonym względem P) ładunku znajdującego się we wnętrzu kuli. (Jest to uogólnienie wyniku otrzymanego w zadaniu 4b z serii II.)

6.03.2012