

Zadania domowe z Podstaw Fizyki II

Seria 3

Zad.1

W atomie wodoru w stanie podstawowym ładunek elektronu rozłożony jest z gęstością

$$\rho(r) = -\frac{e}{\pi a_0^3} \exp\left(-\frac{2r}{a_0}\right),$$

gdzie a_0 jest promieniem Bohra. Znaleźć potencjał $\Phi(r)$ i pole elektryczne $E(r)$ w atomie wodoru zakładając, że ładunek protonu skupiony jest w początku układu współrzędnych. Zbadać przebieg $\Phi(r)$ i $E(r)$ w pobliżu środka atomu (dla $r \ll a_0$).

Zad.2

Układ składa się z dwóch metalowych, współśrodkowych sfer o promieniach R_1 i $R_2 > R_1$. Sferę zewnętrzną o promieniu R_2 naładowano ładunkiem o stałej gęstości powierzchniowej σ_0 , a sferę wewnętrzną uziemiono. Znaleźć pole elektryczne i potencjał w całej przestrzeni.

Zad.3

Ładunek punktowy Q umieszczono w odległości $z=D$ od środka przewodzącej, uziemionej kuli o promieniu R .

- Obliczyć maksymalną i minimalną wartość gęstości powierzchniowej σ ładunku zaindukowanego na sferze dla przypadku $D=2R$.
- Pokazać, że gęstość powierzchniową ładunku na sferze, $\sigma(\theta)$, można opisać wzorem

$$\sigma(\theta) = -\frac{Q}{4\pi R^2} \frac{\beta(1-\beta^2)}{(1+\beta^2-2\beta\cos\theta)^{3/2}},$$

gdzie $\beta=R/D$, a kąt θ mierzony jest względem osi z skierowanej od środka kuli do ładunku Q .

Zad.4

Dipol elektryczny o momencie dipolowym p znajduje się w odległości h od nieskończonej, przewodzącej płaszczyzny. Dipol skierowany jest wzdłuż osi z prostopadłej do płaszczyzny, w kierunku od niej.

- Obliczyć siłę działającą na dipol.
- Wyznaczyć gęstość powierzchniową $\sigma(\rho)$ ładunku indukowanego na płaszczyźnie i przedyskutować jego znak w zależności od odległości ρ od osi z .

Wskazówka: Dipol można potraktować jako układ 2 ładunków oddległych od siebie o $d \ll h$ (choć nie jest to konieczne).

Zad.5

Dwie nieskończone nici naładowane ładunkami o gęstościach liniowych λ i $-\lambda$ są równoległe do osi z i oddalone od siebie o d . Wykazać, że powierzchnią o stałej wartości potencjału V_0 jest walec (okrąg w płaszczyźnie xy) i wyznaczyć położenie osi tego walca i jego promień w funkcji parametrów λ , d i V_0 . Rozpatrzyć również przypadek szczególny $V_0=0$.

Zad.6

Posługując się wynikami poprzedniego zadania wykazać, że pojemność na jednostkę długości układu dwóch równoległych, nieskończenie długich, przewodzących walców o promieniach R , których osie oddległe są od siebie o $b > 2R$ wynosi

$$\frac{C}{L} = \frac{\pi\epsilon_0}{\operatorname{ar\,cosh}\left(\frac{b}{2R}\right)} = \frac{\pi\epsilon_0}{\ln\left(\frac{b}{2R} + \sqrt{\left(\frac{b}{2R}\right)^2 - 1}\right)}.$$