

Zadania domowe z Podstaw Fizyki II

Seria 4

Zad. 1

Obliczyć energię elektrostatyczną jednorodnie naładowanej kuli o promieniu R i całkowitym ładunku Q następującymi metodami

- a) przez całkowanie iloczynu $\rho(\mathbf{r})\Phi(\mathbf{r})/2$ po objętości zajmowanej przez ładunek,
- b) przez całkowanie wyrażenia $\epsilon_0 E^2/2$ czyli kwadratu natężenia pola elektrycznego po całej przestrzeni.

Zad. 2

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. Obliczyć energię oddziaływania W_{12} chmury elektronowej z jądrem atomu, którego rozmiar można zaniedbać. Podać wartość tej energii wyrażoną w elektronowoltach, przyjmując $a_0 = 0,53 \cdot 10^{-10}$ m.

Zad. 3

Wykazać, że energia oddziaływania wzajemnego dwóch dipoli matematycznych \mathbf{p}_1 i \mathbf{p}_2 znajdujących się w odległości \mathbf{r} od siebie wyraża się wzorem

$$W_{12} = \frac{k}{r^3} [\mathbf{p}_1 \cdot \mathbf{p}_2 - 3(\mathbf{p}_1 \cdot \mathbf{e}_r)(\mathbf{p}_2 \cdot \mathbf{e}_r)].$$

Przy jakiej orientacji dipoli względem siebie i względem wektora \mathbf{r} energia oddziaływania jest minimalna i ile wtedy wynosi?

Wsk. Można najpierw pokazać, że energia dipola w polu elektrycznym jest równa $W = -\mathbf{p} \cdot \mathbf{E}$.

Zad. 4

Znaleźć siłę z jaką jedna półkula jednorodnie naładowanej kuli odpycha drugą półkulę. Wynik wyrazić przez promień R i całkowity ładunek Q kuli.

Zad. 5

Pomiędzy okładki kondensatora płaskiego o pojemności C_0 (odległość między okładkami D , długość okładek l) wsuwamy, na głębokość $x \leq l$, płytkę metalową o grubości $d < D$. Obliczyć siłę działającą na płytkę w trakcie jej wsuwania w przypadku, gdy

- a) kondensator naładowany jest stałym ładunkiem Q ,
- b) między okładkami kondensatora utrzymywane jest stałe napięcie U .

Jaka praca zostanie wykonana w obu przypadkach przy wsunięciu płytki do końca ($x = l$)?

Zad. 6

Na pętlę wykonaną z cienkiej, elastycznej nitki o średnicy $2r$ wprowadzono równomiernie rozłożony ładunek Q , dzięki czemu pętla przybrała kształt okręgu o promieniu R . Przy spełnionym warunku $R \gg r$ potencjał na powierzchni nitki wynosi w przybliżeniu

$$\phi = \frac{Q}{4\pi^2 \epsilon_0 R} \ln\left(\frac{8R}{r}\right).$$

Wyznaczyć siłę F napinającą pętlę.

Wsk. Siła napinająca jest w każdym punkcie pętli styczna do niej.