

ELEKTROSTATYKA

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

1. Zaległe zadania. Odpowiedzi, wskazówki.

ad 9a) płyta przewodząca (ładunek gromadzi się powierzchniowo po obu stronach płyty): $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$,

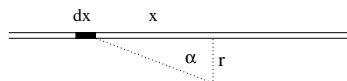
nieprzewodząca: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ (σ - gęstość powierzchniowa ładunku).

ad 9b) $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$ (λ - gęstość liniowa ładunku). Jako powierzchnię Gaussa przyjmij powierzchnię współosiowego z prętem walca o promieniu r i dowolnej długości i skorzystaj z symetrii.

ad 9c) $E(r \leq R) = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3}$, $E(r \geq R) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$; dla kuli przewodzącej $E = 0$ wewnątrz kuli.

ad 9d) $E = 0$ dla $r < r_1$ i $r > r_2$; $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$ pomiędzy okładkami.

ad 10) $E(r) = \int_{-\infty}^{\infty} dE \sin \alpha$



ad 11) $2\epsilon_0 \Delta V / \sigma$

2. Kondensator jak w pkt. 9d) ma długość L i ładunki na okładkach $+Q$ i $-Q$. Zakładając, że $L \gg r_2$ oblicz różnicę potencjałów pomiędzy okładkami.
3. Znaleźć: a) pole elektryczne na osi dipola i na symetralnej dipola dla dużych odległości, b) jaką pracę należy wykonać aby dipol składający się z dwóch różnoimiennych ładunków $10^{-6}C$, oddalonych od siebie o 0.5 cm obrócić w jednorodnym polu $E = 10^5 \frac{N}{C}$ o 180° , wychodząc z pozycji równoległej do pola.
4. Oblicz energię potencjalną układu ładunków, $10^{-8} C$ każdy, umieszczonych w wierzchołkach kwadratu o boku 1 cm.
5. Dwa elektrony znajdują się w odległości 2 m od siebie. Trzeci elektron zostaje wystrzelony z nieskończoności i zatrzymuje się w połowie odległości pomiędzy pozostałymi dwoma elektronami. Jak musi być jego prędkość początkowa?
6. Objętość kuli o promieniu R wypełniono ładunkiem Q (o stałej gęstości objętościowej). Wyznaczyć jej energię potencjalną. (Wskaz.: rozpatrzyć na początku elementarną pracę dW którą należy wykonać aby przynosząc ładunki z nieskończoności utworzyć na ładunku o promieniu r ($r < R$) sferyczną warstwę ładunku o grubości dr).
7. Dwie metalowe kule, o promieniach a i b , są połączone cienkim drutem. Znajdują się daleko od siebie. Do układu doprowadzono ładunek Q , a następnie odłączono drut. Jaki ładunek znajdzie się na każdej z kul? Jakie będą gęstości powierzchniowe ładunków?
8. Do przewodnika w kształcie dowolnej bryły doprowadzono ładunek, który rozłożył się na jego powierzchni. Uzasadnij: a) powierzchnia przewodnika jest powierzchnią ekwipotencjalną, b) natężenie pola elektrycznego E blisko powierzchni jest prostopadłe do tej powierzchni, c) jego wartość jest równa $E = \sigma / \epsilon_0$.
9. Dwie nieskończone płyty są naładowane z powierzchniową gęstością ładunku, o wartości $\sigma = 10^{-7} Cm^{-2}$, jedna naładowana dodatnio, druga ujemnie. Oblicz rozkład potencjału $V(x)$ wzdłuż osi x prostopadłej do płyt. Narysuj wykres $V(x)$.
10. W pewnej odległości od dużej, metalowej płyty umieszczony jest ładunek punktowy q . Płyta jest uziemiona. Naskicuj linie sił pola elektrostatycznego dla takiego układu. Wskaz.: uzasadnij, że pole będzie takie samo jakie byłoby, gdyby zamiast płyty pojawił się po przeciwnej stronie ładunek $-q$ (metoda obrazów).

11. Metoda obrazów - nadobowiązkowe: W odległości d od środka uziemionej przewodzącej kuli o promieniu R znajduje się ładunek punktowy Q . Obliczyć potencjał na zewnątrz kuli, siłę przyciągania między ładunkiem Q i kulą. Pokaż, że rozkład gęstości powierzchniowej ładunku na powierzchni kuli dany jest wzorem:

$$\sigma(R, \vartheta) = -\varepsilon_0 \frac{\partial V}{\partial r} \Big|_{r=R} = \frac{Q}{4\pi R} \frac{d^2 - R^2}{(R^2 + d^2 - 2Rd \cos \vartheta)^{3/2}}.$$

Naszkiej linie sił pola oraz sporządź wykres gęstości ładunku na powierzchni kuli w funkcji kąta mierzzonego względem odcinka d (środek kuli – ładunek Q) w zakresie $0 - \pi$.

Wskaz.: Zamień podany układ układem dwóch ładunków punktowych Q, Q' dających zerowy potencjał w punktach na sferze o promieniu R . Uzasadnij, że ładunek Q' musi leżeć na prostej łączącej Q ze środkiem sfery. Zagadnienie ma symetrię osiową, pracuj w układzie sferycznym (kąt φ dowolny z uwagi na symetrię):

