

Lista 2: Elektrostatyka-2

- Zadanie 1. W każdym wierzchołku kwadratu o boku $a = 2 \mu\text{m}$ znajduje się elektron. Oblicz potencjał pola elektrycznego w środku kwadratu.
- Zadanie 2. Dipol elektryczny to układ dwóch różnoimiennych ładunków o tej samej wartości bezwzględnej q , umieszczonych w odległości d od siebie. Wiadomo, że dipol umieszczono na osi OX w ten sposób, że ładunek $-q$ jest w położeniu $-d/2$, natomiast ładunek $+q$ jest w położeniu $+d/2$. Wyznacz potencjał pola elektrycznego w punkcie P : (a) znajdującym się na prawo od ładunku $+q$ na osi OX ; (b) znajdującym się na osi OY po jej dodatniej stronie; (c) znajdującym się w dowolnym punkcie na płaszczyźnie w której leży dipol elektryczny w odległości r od środka dipola, przy czym $d \ll r$.
- Zadanie 3. Wyznacz wartość potencjału pola elektrycznego w punkcie P leżącym na osi pierścienia, który jest naładowany jednorodnie z powierzchniową gęstością ładunku σ . Wewnętrzny promień pierścienia wynosi R_1 , zewnętrzny promień pierścienia wynosi R_2 . Punkt P znajduje się w odległości d od płaszczyzny pierścienia.
- Zadanie 4. Cienka metalowa kulista powłoka o promieniu R jest naładowana jest ze stałą gęstością powierzchniową, przy czym całkowity ładunek zgromadzony na powłoce wynosi Q . Wiadomo, że wartość natężenie pola elektrycznego pochodzącego od ładunku znajdującego się na powłoce wyraża się następująco
- $$E(r) = \begin{cases} 0 & \text{dla } 0 < r < R \\ k \frac{Q}{r^2} & \text{dla } r \geq R \end{cases}$$
- przy czym $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$. Oblicz potencjał pola elektrycznego wewnątrz i na zewnątrz powłoki. Przyjmij, że $V(\infty) = 0$. Naszkicuj wykres potencjału pola elektrycznego w funkcji odległości od środka cienkiej kulistej powłoki o promieniu.
- Zadanie 5. Oblicz potencjał wewnątrz i na zewnątrz kuli o promieniu R i ładunku Q , w której ładunek jest rozłożony równomiernie na całej kuli.
- Zadanie 6. Potencjał elektryczny w punktach płaszczyzny XOY wynosi $V(x, y) = 2x^2 - 3y^2$ [V]. Oblicz wartość i kierunek natężenia pola elektrycznego w punkcie $P(3, 2)$?
- Zadanie 7. Dwie metalowe kule, jedna o promieniu $r = 10 \text{ cm}$ i o ładunku $q_1 = +\frac{2}{3} \cdot 10^{-8} \text{ C}$ a druga o promieniu $R = 30 \text{ cm}$ i o ładunku $q_2 = +10^{-8} \text{ C}$ zostały połączone przewodem. Obliczyć ładunki kul po połączeniu tym przewodem oraz ich potencjał. Jaki ładunek i z której kuli przenosi się? Wykaż, że gęstości powierzchniowe ładunku na obu kulach są odwrotnie proporcjonalne do promieni kul.
- Zadanie 8. Obliczyć pracę jaką należy wykonać aby przesunąć elektron z punktu A znajdującego się w odległości $r_1 = 0,2 \text{ nm}$ od przewodzącej uziemionej płaszczyzny do punktu B będącego w odległości $r_2 = 0,5 \text{ nm}$.
- Zadanie 9. Naładowana ujemnie metalowa kulka o promieniu R ma na powierzchni potencjał V . W polu elektrostatycznym kulki przeniesiono próbny ładunek q_o z punktu o potencjale V_1 do punktu odległego o r_2 od środka kulki. Oblicz pracę jaka została wykonana przez siły pola elektrostatycznego przy przenoszeniu ładunku.
- Zadanie 10. Trzy ładunki o wartościach $q_1 = +10^{-7} \text{ C}$, $q_2 = +2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ i $q_3 = -4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ znajdują się w wierzchołkach trójkąta równobocznego o boku długości $a = 10 \text{ cm}$. Oblicz wartość elektrycznej energii potencjalnej tego układu.
- Zadanie 11. Jaką pracę należy wykonać, aby naładować metalową kulę o promieniu R ładunkiem Q ?

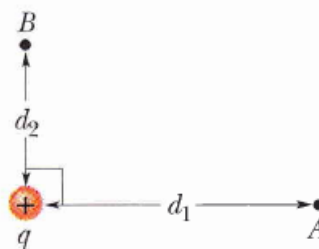
ZADANIA DO SAMODZIELNEGO ROZWIĄZANIA

Zamieszczone rysunki pochodzą z podręcznika *Fundamentals of Physics* autorów: Halliday / Resnick oraz J. Walker, wyd. 8E.

- Z.1 Rozważmy ładunek punktowy $q = 1 \mu\text{m}$. Punkt A znajduje się w odległości $d_1 = 2 \text{ m}$ od q a punkt B znajduje się w odległości $d_2 = 1 \text{ m}$. (i) Wiadomo, że punkty A i B znajdują się po przeciwnych stronach ładunku (rysunek (a)). Oblicz różnicę potencjałów elektrycznych $V_A - V_B$. (ii) Oblicz różnicę potencjałów elektrycznych, jeśli punkty A i B są położone jak na rysunku (b).

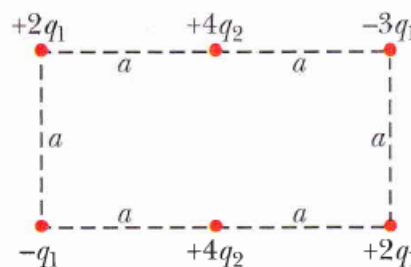


(a)

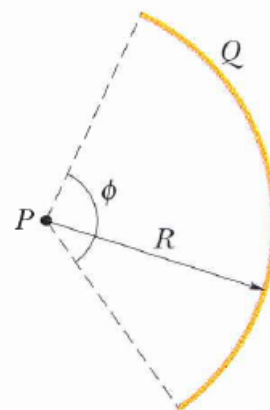


(b)

- Z.2 Na rysunku obok punkt P leży w środku prostokąta. Oblicz wypadkowy potencjał elektryczny pola sześciu naładowanych cząstek w punkcie P (przyjmij, że w nieskończoności potencjał jest równy 0).



- Z.3 Na rysunku obok, pręt został jednorodnie naładowany ładunkiem $Q = -25,6 \text{ pC}$ a następnie wygięto ten pręt w łuk wycięty z okręgu o promieniu $R = 3,71 \text{ cm}$ i kącie $\phi = 120^\circ$. Przyjmij, że w nieskończoności potencjał elektryczny wynosi zero. Oblicz potencjał elektryczny w punkcie P.



- Z.4 Nieskończenie długą prostą nicię znajdującą się w próżni naładowano ze stałą gęstością ładunku λ . Oblicz potencjał jako funkcję odległości od nici.
- Z.5 Dwa ładunki $q_1 = 4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ i $q_2 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ znajdują się w odległości $d = 80 \text{ cm}$. Oblicz pracę jaką należy wykonać, aby zbliżyć je na odległość $s = 20 \text{ cm}$.

- Z.6 (a) Trzy ładunki rozmieszczono w rogach kwadratu o boku a , jak to przedstawiono na rysunku obok. Oblicz pracę jaką należy wykonać, aby przesunąć czwarty ładunek, o wartości $+q$, z dużej odległości i umieścić go w wolnym rogu kwadratu? (b) Oblicz pracę jaka jest konieczna do utworzenia całej tej konfiguracji czterech ładunków?

