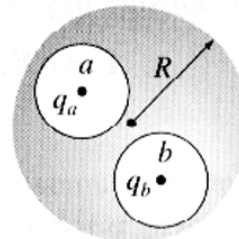


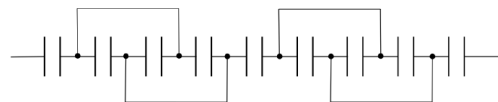
Lista 3: Elektrostatyka-3

Zadanie 1. W przewodzącej kuli o promieniu R znajdują się dwie kuliste wnęki o promieniach a i b . Kula nie jest naładowana. W środkach obu wnęk umieszczono ładunki punktowe o wartościach q_a i q_b , odpowiednio. (a) Oblicz ładunki powierzchniowe σ_a , σ_b i σ_R . (b) Oblicz natężenie pola elektrostatycznego na zewnątrz przewodnika. (c) Oblicz natężenie pola elektrostatycznego wewnątrz każdej z wnęk. (d) Oblicz siłę jaka działa na ładunki q_a i q_b .



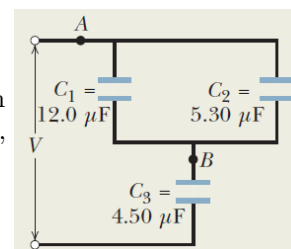
Zadanie 2. (a) Oblicz pojemność kondensatora płaskiego, składającego się z dwóch metalowych płyt o powierzchni S znajdujących się w odległości d od siebie. Gęstości powierzchniowe ładunku wynoszą $+\sigma$ i $-\sigma$, odpowiednio na każdej z metalowych płyt. Wylicz pojemność kondensatora płaskiego w przypadku, gdy $S = 1 \text{ cm}^2$, $d = 1 \text{ mm}$. (b) Oblicz pojemność układu dwóch koncentrycznych metalowych powłok kulistych o promieniach wewnętrznym a i zewnętrznym b . Przyjmijmy, że ładunek $+Q$ umieszczony jest na wewnętrznej powłoce, a $-Q$ na zewnętrznej powłoce.

Zadanie 3. Oblicz pojemność zastępcza układu dziewięciu identycznych kondensatorów o pojemności $C = 1 \mu\text{F}$ połączonych jak na rysunku obok.



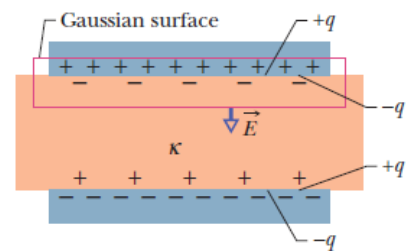
Zadanie 4. Kondensator o pojemności elektrycznej $C_1 = 10 \mu\text{F}$ naładowano do napięcia $U = 100 \text{ V}$ i odłączono od źródła. Następnie dołączono do niego równolegle inny kondensator o pojemności elektrycznej $C_2 = 20 \mu\text{F}$. Oblicz ładunek zgromadzony na okładkach obu kondensatorów.

Zadanie 5. Napięcie przyłożone do zacisków wejściowych w układzie przedstawionym na rysunku wynosi $U = 12,5 \text{ V}$. Wiadomo, że $C_1 = 12 \mu\text{F}$, $C_2 = 5,3 \mu\text{F}$, $C_3 = 4,5 \mu\text{F}$. Oblicz ładunek na kondensatorze o pojemności C_1 .

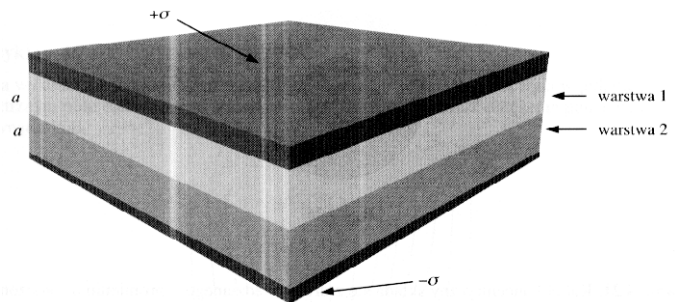


Zadanie 6. Kondensator płaski o pojemności $C = 16 \text{ nF}$ jest podłączony do baterii dostarczającej napięcie $U = 70 \text{ V}$. Oblicz pracę należy wykonać, aby podwoić odległość pomiędzy okładkami kondensatora przy (a) baterii cały czas dołączonej i (b) baterii odłączonej przed rozsunięciem okładek.

Zadanie 7. Na rysunku obok przedstawiono kondensator płaski o polu powierzchni okładki $S = 115 \text{ cm}^2$ i odległości między okładkami $d = 1,24 \text{ cm}$. Do okładek przyłożono różnicę potencjałów $U_o = 85,5 \text{ V}$. Następnie odłączono źródło i między okładki wsunięto płytę o grubości $b = 0,78 \text{ cm}$ i przenikalności elektrycznej względnej $\epsilon_r = 2,61$, jak pokazano na rysunku. (a) Oblicz pojemność kondensatora przed włożeniem płyty dielektrycznej? (b) Oblicz ładunek swobodny jaki znajduje się na okładkach? (c) Ile wynosi natężenie pola elektrycznego w szczelinach między okładkami i płytą dielektryczną? (d) Ile wynosi natężenie pola elektrycznego w płycie dielektrycznej? (e) Ile wynosi różnica potencjałów U między okładkami kondensatora po wsunięciu płyty? (f) Ile wynosi pojemność kondensatora z płytą dielektryczną między okładkami?



Zadanie 8. Przestrzeń między okładkami kondensatora płaskiego (rys. obok) wypełniona jest dwiema warstwami dielektryka liniowego. Każda warstwa ma grubość a . Materiał w warstwie 1 ma względną przenikalność elektryczną równą 2, a materiał w warstwie 2 ma względną przenikalność elektryczną równą 1,5. Gęstość ładunku swobodnego na górnej okładce równa jest $+\sigma$, a na dolnej $-\sigma$. (a) Oblicz indukcję elektryczną w każdej warstwie. (b) Oblicz natężenie pola elektrycznego w każdej warstwie. (c) Oblicz polaryzację w każdej warstwie. (d) Oblicz różnicę potencjału między okładkami kondensatora. (e) Określ rozkład wszystkich ładunków związanych. (f) Znajdź rozkład wszystkich ładunków (swobodnych i związanych), wykonać niezależne obliczenie natężenie pola w każdej warstwie i porównać wynik z odpowiedzią uzyskaną w punkcie (b).



Zadanie 9. Dipol elektryczny o wartości momentu dipolowego $p = 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}\cdot\text{m}$ umieszczony jest w jednorodnym zewnętrznym polu elektrycznym o wartości natężenia $E = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}$. Oznaczmy przez θ kąt pomiędzy wektorem momentu dipolowego \vec{p} i wektorem natężenia pola elektrycznego \vec{E} . Jaką pracę muszą wykonać siły pola elektrycznego, aby obrócić dipol z pozycji prostopadłej do linii sił tego pola ($\theta = 90^\circ$) do pozycji równoległej ($\theta = 0^\circ$)? Znaleźć wzór na energię potencjalną dipola elektrycznego w zewnętrznym polu elektrycznym. Przyjąć, że energia potencjalna jest równa zero, gdy $\vec{p} \perp \vec{E}$.

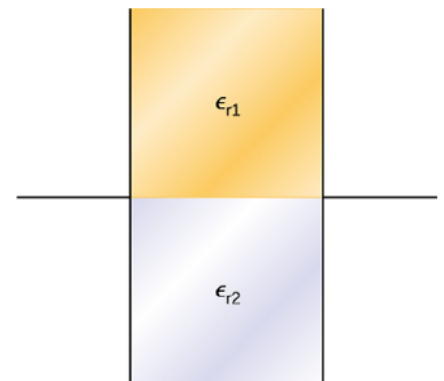
ZADANIA DO SAMODZIELNEGO ROZWIĄZANIA

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

Z.1 Kondensator płaski wypełniony powietrzem wykonano z dwóch kwadratowych okładek o boku $a = 25 \text{ cm}$ ustawionych w odległości $d = 1 \text{ mm}$ od siebie. Podłączono go do akumulatora o napięciu $U = 50 \text{ V}$ i w pełni naładowano. Następnie odłączono akumulator i rozsunięto okładki na odległość $s = 2 \text{ mm}$. (a) Oblicz pojemność elektryczną powstałego kondensatora. (b) Jaki jest ładunek zgromadzony na każdej z okładek? (c) Jakie jest natężenie pola elektrycznego między okładkami?

Z.2 Kondensator o pojemności $2 \mu\text{F}$ połączono szeregowo z kondensatorem o pojemności $4 \mu\text{F}$ i do układu przyłożono napięcie 1 kV . Następnie naładowane kondensatory odłączono od źródła prądu i połączono ze sobą okładkami o jednakowych znakach. Oblicz końcowe napięcie i ładunek na każdym z kondensatorów.

Z.3 Kondensator płaski wypełniono dwoma dielektrykami w sposób przedstawiony na rysunku. Wykaż, że jeśli powierzchnia okładek wynosi S , a odległość między nimi d , to pojemność elektryczna kondensatora wyraża się przez: $C = (\epsilon_0 S/d) \cdot (\epsilon_{r1} + \epsilon_{r2})/2$.



Z.4 Kondensator płaski, którego pojemność C wynosi $13,5 \text{ pF}$, jest naładowany przez źródło do różnicy potencjałów między okładkami $U = 12,5 \text{ V}$. Po odłączeniu źródła między okładki kondensatora

wsunięto porcelanową płytę ($\varepsilon = 6,5$). Oblicz energię zgromadzoną na kondensatorze przed wsunięciem płyty i po nim?

- Z.5 Na dwóch okładkach kondensatora płaskiego zgromadzone zostały równe co do wartości ładunki o przeciwnych znakach. Kiedy przestrzeń między okładkami wypełniona jest próżnią, pole elektryczne wynosi $E = 3,2 \cdot 10^5$ V/m. Jeśli przestrzeń między okładkami wypełniona jest dielektrykiem to pole elektryczne wynosi $E = 2,5 \cdot 10^5$ V/m. (a) Oblicz gęstość powierzchniową ładunku na powierzchniach (odpowiednich) dielektryka. (b) Ile wynosi względna przenikalność elektryczna dielektryka?
- Z.6 Kondensator płaski ma okładki kwadratowe o boku a znajdujące się w odległości d od siebie. Pomędzy te okładki wstawiono ściśle dopasowany blok dielektryka o względnej przenikalności elektrycznej równej ε . Przy podłączonej baterii, utrzymującej napięcie U pomiędzy okładkami kondensatora, wyciągnięto dielektryk równoległe do okładek, tak że na odcinku o długości x pomiędzy okładkami kondensatora było już tylko powietrze. Na odcinku o długości $d - x$ nadal pozostawał pomiędzy okładkami kondensatora blok dielektryka. Wyznacz wartość i kierunek siły zewnętrznej \vec{F} utrzymującej blok dielektryka w takim położeniu.