Podstawy Fizyki

Zadania domowe 8

Zadanie 1. Dany jest kondensator cylindryczny o promieniu zewnętrznym $b = 3a$ oraz wewnętrznym a. W kondensatorze umieszczono dielektryki, które wypełniły przestrzeń między okładkami w następujący sposób: dielektryk o stałej $\varepsilon_1 = 2\varepsilon$ zajmuje przestrzeń od a do $\frac{3}{2}a$, zaś dielektryk o stałej $\varepsilon_2 = 5\varepsilon$ zajmuje pozostałą przestrzeń. Oblicz pojemność na jednostkę długości tego kondensatora.

Odp.: $\frac{C}{l} = \frac{2\pi\varepsilon\varepsilon_0}{\frac{1}{5}ln(\frac{3}{2})+\frac{1}{2}ln(\frac{8}{3})}$.

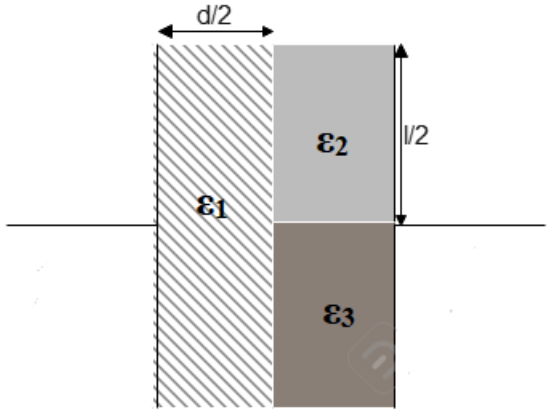
Zadanie 2. Układ trzech jednakowych kondensatorów połączono szeregowo. Układ ten podłączono do stałego napięcia U_0. Gdy kondensatory się naładowały, odłączono napięcie. Do pierwszego z nich wsunięto dielektryk o stałej $\varepsilon_r = 4$ zaś do trzeciego dielektryk o stałej $\varepsilon_r = 2$. Wyznacz napięcie ustalone na każdym z kondensatorów.

Odp.: $U_1 = \frac{1}{12}U_0$, $U_2 = \frac{1}{3}U_0$, $U_3 = \frac{1}{6}U_0$.

Zadanie 3. Kondensator płaski o pojemności C_0 podłączono do baterii o stałym napięciu równym U_0. W kondensator wsunięto trzy dielektryki, tak jak na rysunku poniżej.

(a) Jak zmienił się ładunek zgromadzony na kondensatorze, względem sytuacji początkowej bez dielektryków? Przyjmij, że $\varepsilon_1 = \varepsilon$, $\varepsilon_2 = 2\varepsilon$, $\varepsilon_3 = 4\varepsilon$, gdzie $\varepsilon = 2$.

(b) Następnie usunięto dielektryk ε_2. Jak zmieni się wtedy energia zgromadzana w kondensatorze?

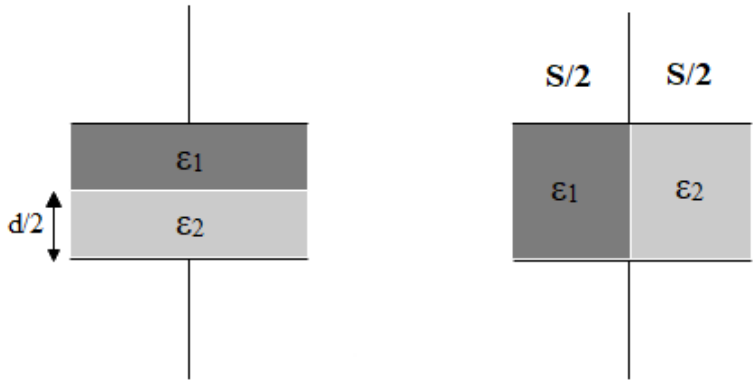


Odp.: a) $Q = 3Q_0$; b) $E_p = \frac{12}{13}E_{p0}$

Zadanie 4. Dana jest kula o promieniu R, która jest wykonana z dielektryka o względnej przenikalności dielektrycznej równej ϵ_r. W kuli tej wytworzono jednorodny rozkład ładunków równy ρ. Znajdź różnicę potencjałów między środkiem kuli a punktem w nieskończoności.

Odp.: $V(r) = \frac{R^2\rho}{3\varepsilon_0}[1 + \frac{1}{2\varepsilon_r}]$.

Zadanie 5. Dany jest płaski kondensator, którego powierzchnia okładek wynosi S oraz jego okładki są od siebie oddalone o d. Pojemność pustego kondensatora wynosi C_0. Uczniowie postanowili umieścić w kondensatorze dwa dielektryki o stałych elektrycznych ε_1 i ε_2 na dwa sposoby (patrz rysunek poniżej). Zaobserwowali, że pojemności kondensatorów różnią się od siebie w zależności od sposobu umieszczenia w nich dielektryka. Wyznacz tę różnicę, przyjmując, że $\varepsilon_1 = 4$ i $\varepsilon_2 = 2$.

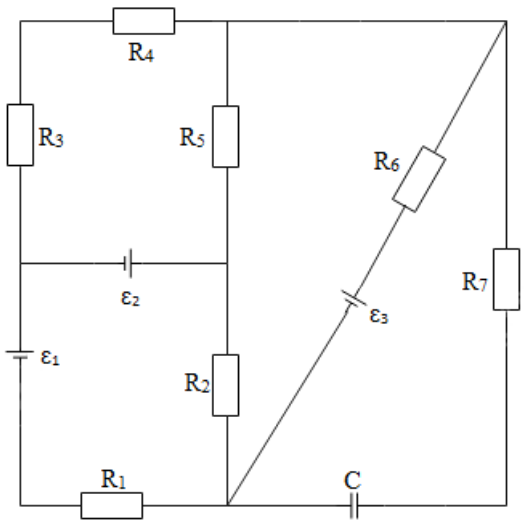


Odp.: $\Delta C = -\frac{C_0}{3}$.

Zadanie 6. Między dwie metalowe sferyczne powierzchnie o promieniach: zewnętrznym b oraz wewnętrznym a wypełniono materiałem o przewodności właściwej $\sigma = \frac{\sigma_0 r}{a}$, gdzie σ_0 to dodatnia stała liczbowa. Ile wynosi natężenie prądu płynącego w układzie, gdy przyłożono do niego różnicę potencjałów równą U_0?

Odp.: $I = \frac{8U_0\pi\sigma_0 ab^2}{b^2-a^2}$.

Zadanie 7. W poniższym obwodzie prądu stałego znajduje się kondensator o znanej objętości C. Znajdź ładunek zgromadzony na kondensatorze w stanie ustalonym. Przyjmij, że wartości sił elektromotorycznych są znane oraz oporniki mają następujące wartości: $R_1 = R$, $R_2 = 2R$, $R_3 = 3R$, $R_4 = 2R$, $R_5 = R$, $R_6 = 4R$.

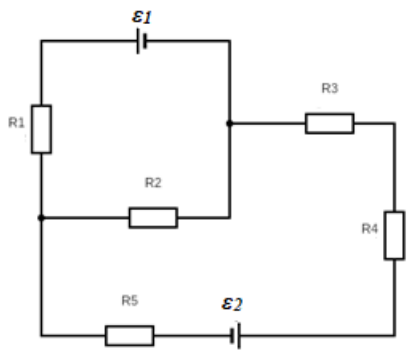


Odp.: $Q = \frac{24\varepsilon_3+4\varepsilon_2}{53}C$.

Zadanie 8. Mamy dwie metalowe, współosiowe powierzchnie walcowe o wysokości H każda oraz promieniu wewnętrznym a i zewnętrznym b. Przestrzeń między powierzchniami wypełniono materiałem o przewodności właściwej $\sigma = \sigma_0\frac{r^2}{b^2-a^2}$, gdzie σ_0 to dodatnia stała liczbowa. Wiedząc, że między powierzchniami różnica potencjałów wynosi U_0, jakie jest natężenie prądu płynącego prądu? Efekty wynikające ze skończonej wysokości powierzchni walcowych należy zaniedbać oraz przyjąć, że $b = 3a$.

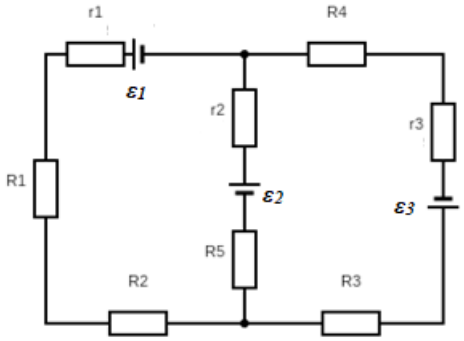
Odp.: $I = \frac{81}{104}U_0 H\pi\sigma_0$.

Zadanie 9. Na poniższym rysunku znajduje się obwód prądu stałego. Wyznacz moc wydzieloną na oporniku R_4. Przyjmij, że: $R_1 = 2R$, $R_2 = 4R$, $R_3 = R$, $R_4 = 3R$, $R_5 = 5R$ oraz $\varepsilon_1 = 2\varepsilon$, i $\varepsilon_2 = \varepsilon$.



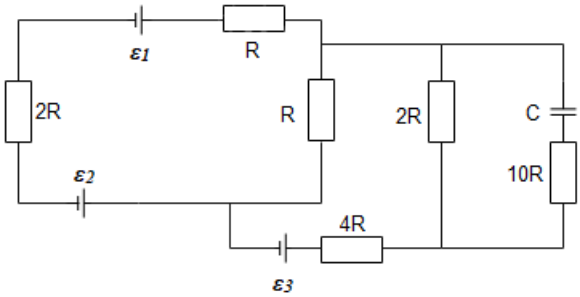
Odp.: $P_4 = \frac{147\varepsilon^2}{961R}$.

Zadanie 10. Dany jest obwód prądu stałego. Znajdujące się w nim siły elektromotoryczne mają następujące wartości: $\varepsilon_1 = 2\varepsilon$, $\varepsilon_2 = \varepsilon$ oraz $\varepsilon_3 = 4\varepsilon$. Każda z nich posiada opór wewnętrzny równy $r = 2\Omega$. Wartości oporników znajdujących się w obwodzie wynoszą: $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 6\Omega$ oraz $R_5 = 10\Omega$. Wiedząc, że na oporniku R_5 napięcie wynosi $U_5 = 0.59V$ wyznacz wartości sił elektromotorycznych ε_1, ε_2 i ε_3.



Odp.: $\varepsilon_1 = 0.348V$, $\varepsilon_2 = 0.174V$ i $\varepsilon_3 = 0.696V$.

Zadanie 11. Zbudowano obwód prądu stałego jak na poniższym rysunku. Zakładając, że siły elektromotoryczne mają zaniedbywalnie mały opór wewnętrzny oraz spełniają zależności: $\varepsilon_1 = 3\varepsilon$, $\varepsilon_2 = \varepsilon$ i $\varepsilon_3 = 2\varepsilon$ wyznacz ładunek zgromadzony na kondensatorze. Przyjmij, że obwód znajduje się wstanie ustalonym.



Odp.: $\frac{4}{9}\varepsilon C$