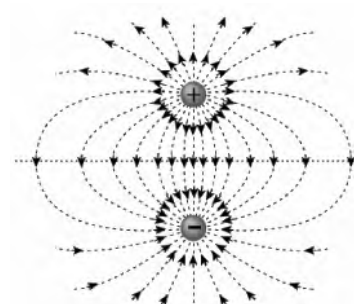


## „Elektryczność i magnetyzm”

I rok fizyki

zadania na ćwiczenia, seria 4

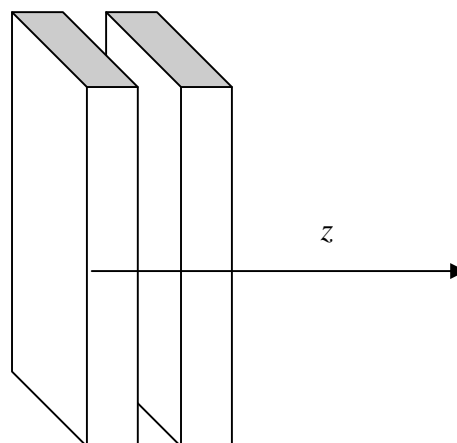
**Zadanie 1 (Fizyka i ZFBM)**Dane jest jednorodne pole elektrostatyczne  $\mathbf{E}=(E_0, \mathbf{0}, \mathbf{0})$ . Znaleźć potencjał tego pola.**Zadanie 2 (Fizyka i ZFBM)**Znaleźć potencjał pola pochodzącego od ładunku punktowego  $Q$ .**Wskazówka.** We współrzędnych sferycznych gradient ma postać  $\frac{\partial u}{\partial r} \mathbf{e}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \theta} \mathbf{e}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial u}{\partial \varphi} \mathbf{e}_\varphi$ **Zadanie 3**Dany jest dipol elektryczny o momencie dipolowym  $\mathbf{p}=q \cdot \mathbf{d}$  (gdy w dipolu ładunki  $\pm q$  rozsunięte są na odległość  $d$ , a zwrot wektora przyjmujemy od ładunku ujemnego do dodatniego). Wyznaczyć potencjał pola dipola w dużej odległości. tzn. dla  $|\vec{r}| \gg d$ .**Zadanie 4**Dane są dwa różnoimienne ładunki punktowe  $+Q_1$  i  $-Q_2$ , oddalone od siebie o odległość  $d$ . Pokazać, że powierzchnia zerowego potencjału jest sferą.

Wyznaczyć jej promień i odległość jej środka od dodatniego ładunku..

**Zadanie 5 (Fizyka i ZFBM)**Dana jest tarcza o promieniu  $R$ , naładowana jednorodnie ładunkiem o gęstości powierzchniowej  $\sigma$ . Wyznaczyć potencjał elektrostatyczny na osi tarczy i korzystając z tego wyniku podać wzór na natężenie pola elektrostatycznego na osi tarczy.**Zadanie 6 (Fizyka i ZFBM)**Jaki maksymalny ładunek elektryczny  $Q_{max}$  można wprowadzić na okładki kondensatora płaskiego o pojemności  $C = 10$  nF, jeśli odległość między okładkami wynosi  $d = 1$  mm? Przyjąć, że natężenie pola, przy którym następuje przebicie wynosi  $E_{max} = 4 \cdot 10^6$  V/m.**Zadanie 7**

Stwierdzono, że rozkład ładunku przestrzennego w głębi pewnej struktury można przybliżyć zależnością:

$$\rho(x, y, z) = \begin{cases} +eN & \text{dla } 0 \leq z \leq L \\ -eN & \text{dla } 2L \leq z \leq 3L \\ 0 & \text{dla pozostałych } z \end{cases}$$

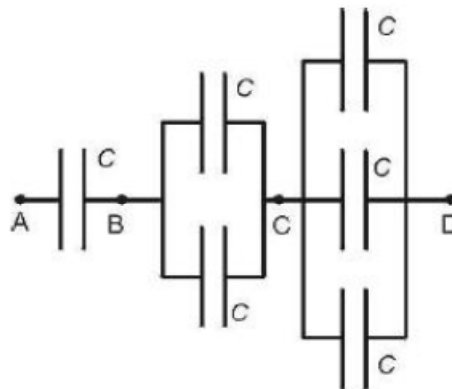
gdzie  $z$  jest odległością od powierzchni.a) Znajdź rozkład potencjału  $V(z)$  odpowiadający temu rozkładowi ładunku zakładając, że dla  $z \gg 3L$  (w głębi półprzewodnika) potencjał jest równy 0.b) Znajdź wartość  $L$  przy założeniu, że wartość potencjału na powierzchni półprzewodnika  $V_0 = 4$  V, zaś  $N = 1.25 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ Uwaga: W zadaniu zaniedbaj przenikalność dielektryczną materiału półprzewodnikowego i przyjmij  $\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ ,  $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ **Zadanie 8 (Fizyka i ZFBM)**

Znaleźć pojemność kondensatora złożonego z

(a) dwóch współosiowych walców o długości  $l$  i promieniach wewnętrznym i zewnętrznym  $R_1$  i  $R_2$ ;(b) dwóch współśrodkowych sfer promieniach wewnętrznym i zewnętrznym  $R_1$  i  $R_2$ . (Kondensator sferyczny) Sprawdzić, że gdy odległości między okładkami są małe, to pojemność opisuje wyrażenie dla kondensatora płaskiego.

**Zadanie 9 (Fizyka iZFBM)**

Dla układu przedstawionego na rysunku (rys. 2) obliczyć napięcie  $U_{AD}$  znając napięcie  $U_{AB}$ .



Rysunek 2: Układ kondensatorów - obliczyć napięcie  $U_{AD}$  znając napięcie  $U_{AB}$

**Zadanie 10**

Dana jest kula o promieniu  $R$ , naładowana jednorodnie ładunkiem o stałej gęstości objętościowej  $\rho$ . Wyznaczyć potencjał  $\Phi(r)$  wewnątrz i na zewnątrz kuli.

**Zadanie 11**

Dla kuli z zad. 10 oblicz pracę potrzebną do przesunięcia ładunku  $q$  z punktu o współrzędnych  $(4R, 0, 0)$  na do punktu  $(0, 0, \frac{1}{2}R)$ , jeżeli środek kuli leży w punkcie o współrzędnych  $(0, 0, 0)$ .

Wynik liczbowy podaj dla  $\rho = 3 \cdot 10^{-4} \text{C/m}^3$ ,  $R = 2 \text{ cm}$  i  $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$  (elektron). Wartość  $\epsilon_0$  można zaokrąglić do  $9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{Vm}}$ .

**Zadanie 12**

Przestrzenny, sferycznie symetryczny rozkład ładunku wytwarza potencjał dany wyrażeniem:

$$\Phi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} \operatorname{erf}\left(\frac{r}{\sqrt{2}\sigma}\right).$$

gdzie

$$\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$$

Wyznaczyć zależność  $\rho(r)$ , oraz całkowity ładunek

**Zadanie 13**

Dany jest dipol elektryczny o ładunkach  $\pm q$ , rozsuniętych na odległość  $l$ , czyli jego moment dipolowy wynosi  $p = ql$ . Przyjmijmy, że ładunek ujemny umieszczony jest na osi  $x$  układu odniesienia w jego początku ( $x = 0$ ) a ładunek dodatni znajduje się w punkcie  $x = l$ . W przestrzeni istnieje niejednorodne pole elektrostatyczne o natężeniu wyrażającym się wzorem:

$$E_x(x) = E_0 + E_1 \left(\frac{x}{x_0}\right)$$

gdzie  $E_0$ ,  $E_1$  i  $x_0$  są stałymi. Jaka wypadkowa siła działa na ten dipol?