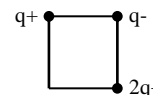


1. Dwa swobodne ładunki punktowe  $+q$  i  $+4q$  znajdują się w odległości  $L$ . Trzeci ładunek umieszczony jest tak, że cały układ znajduje się w stanie równowagi. Obliczyć położenie, wartość i znak trzeciego ładunku. Czy równowaga jest trwała?

2. Oblicz wektor natężenia  $\mathbf{E}$  oraz potencjał  $V$  pola elektrostatycznego w odległości  $l$  nad punktem leżącym dokładnie pośrodku między dwoma jednoimiennymi ładunkami o wartości  $q$ , znajdującymi się w odległości  $d$ . Oblicz  $\mathbf{E}$  w przypadku, gdy ładunki są różnoimiennie. Ile wynosi  $\mathbf{E}$ , gdy  $l \gg d$ ?

3. Obliczyć a) natężenie  $E$  i b) potencjał  $V$  pola elektrycznego w środku kwadratu o boku  $a$ .



4. Cienki, jednorodny pierścień wykonany z dielektryka o promieniu  $R$  naładowano ładunkiem  $Q$ . Z jaką siłą oddziałuje ten pierścień na punktowy ładunek  $q$  umieszczone nad środkiem krzywizny tego pierścienia, na wysokości  $h$  nad nim.

5. Potencjał elektryczny pewnego pola wynosi  $V(x, y) = (7 \text{ V/m}^2)x^2 - (6 \text{ V/m}^3)y^3$ . Jakie jest natężenie pola  $\mathbf{E}$  w punkcie  $\mathbf{r} = (3 \text{ m}, 5 \text{ m})$ ? Wyznaczyć wartość, kierunek i zwrot  $\mathbf{E}$ .

6. Potencjał w punkcie  $(x, y, z)$  wytwarzany przez ładunek punktowy  $q$  opisany jest wzorem  $V = kq/r$  gdzie  $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ .

a) oblicz zależność  $\mathbf{E}(\mathbf{r})$  (korzystając ze związku natężenia pola i potencjału),

b) sprawdź czy to pole jest polem wirowym?

7. W przeciwległych wierzchołkach  $A$  i  $C$  kwadratu o boku  $a$  umieszczono ładunki  $Q$ . Jaki ładunek  $q$  należy umieścić w wierzchołku  $D$  kwadratu, aby natężenie pola w punkcie  $B$  było równe zero? Jaki będzie wówczas potencjał w punkcie  $B$ ?

8. Mając zdefiniowane:

- pole skalarne  $\Phi(x, y, z)$

- pole wektorowe  $\mathbf{V}(x, y, z) = V_1(x, y, z)\mathbf{i} + V_2(x, y, z)\mathbf{j} + V_3(x, y, z)\mathbf{k}$

- wektory:  $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$  oraz  $\mathbf{A} = A_x\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} + A_z\mathbf{k}$

Obliczyć:

a)  $\text{grad } r^2$

b)  $\nabla(\mathbf{A} \cdot \mathbf{r})$

c)  $\text{div grad } \Phi$

d)  $\text{div rot } \mathbf{A}$

e)  $\text{rot rot } \mathbf{V}$

f)  $\text{rot } \mathbf{r}$

g)  $\nabla_x(\nabla\Phi)$