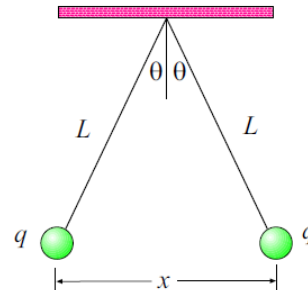


Lista 1: Elektrostatyka-1

Zadanie 1. Dwie jednakowe małe kulki o masie  $m = 10$  g (każda) są zawieszona na jedwabnych nitkach o długości  $L = 120$  cm (rys. obok). Nici zostały zamocowane w jednym punkcie. Następnie kulki naładowano jednakowym ładunkiem, wskutek tego odchyliły się o mały kąt  $\theta = 10^\circ$ . (a) Oblicz wartość ładunku zgromadzonego na kulce. (b) Oblicz wartości sił działających na jedną z tych kulek.

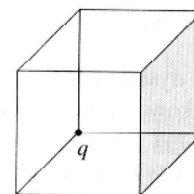


Zadanie 2. Oblicz wartość i wyznacz kierunek siły działającej na ładunek  $q = 5 \cdot 10^{-9}$  C znajdujący się w środku półokręgu o promieniu  $R = 5$  cm na którym znajduje się równomiernie rozłożony ładunek  $Q = 3 \cdot 10^{-7}$  C.

Zadanie 3. Dipol elektryczny to układ dwóch różnoimiennych ładunków o tej samej wartości bezwzględnej  $q$ , umieszczonych w odległości  $d$  od siebie. Załóżmy, że dipol leży w płaszczyźnie XOY, a jego początek w środku dipola. 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 wektor natężenia pola 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 XOY w odległości  $r$  od środka dipola, przy czym  $d \ll r$ .

Zadanie 4. Wyznacz wartość natężenia pola elektrycznego w punkcie P leżącym na osi pierścienia, który jest naładowany jednorodnie z powierzchniową gęstością ładunku  $\sigma$ . Wewnętrzny promień pierścienia wynosi  $R_1$ , zewnętrzny promień pierścienia wynosi  $R_2$ . Punkt P znajduje się w odległości  $d$  od płaszczyzny pierścienia. Rozważ przypadki szczególne: (a)  $R_1 = 0$ ; (b)  $R_1 = 0$  i  $R_2 \rightarrow \infty$ .

Zadanie 5. Ładunek  $q$  umieszczony jest w wierzchołku sześcianu, jak to przedstawiono na rysunku obok. Ile wynosi strumień  $\vec{E}$  przepływający przez zacieniowaną ściankę?



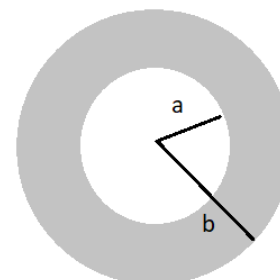
Zadanie 6. Wyznacz natężenie pola elektrycznego na zewnątrz i wewnątrz jednorodnie naładowanej kuli o promieniu  $R$  i całkowitym ładunku  $q$ .

Zadanie 7. Dwie jednorodnie naładowane kule o promieniu  $R$  i objętościowej gęstości ładunku  $+\rho$  i  $-\rho$  umieszczono w taki sposób, że częściowo nakładają się. Niech  $\vec{d}$  oznacza wektor łączący środek dodatnio naładowanej kuli ze środkiem ujemnie naładowanej kuli. Pokazać, że natężenie pola w obszarze nakładania się kul jest stałe i obliczyć jego wartość.

Zadanie 8. Dana jest powłoka kulista, na której znajduje się ładunek o następującym rozkładzie przestrzennym:

$$\rho = \frac{k}{r^2},$$

przy czym  $k = \text{const}$ , w obszarze  $a \leq r \leq b$  (rys. obok). Znaleźć natężenie pola elektrycznego w trzech obszarach: (i)  $r < a$ , (ii)  $a < r < b$ ; (iii)  $r > b$ . Narysuj zależność wartości wektora natężenia pola elektrycznego w funkcji odległości od środka powłoki.



Zadanie 9. Dana jest nieskończona płaszczyzna, naładowana ze stałą gęstością powierzchniową  $+\sigma$ .  
Znaleźć natężenie pola elektrycznego wytwarzanego przez tę płaszczyznę.

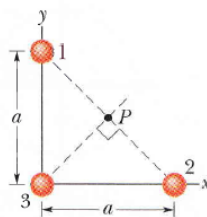
Zadanie 10. Udowodnij, że z prawa Gaussa wynika prawo Coulomba.

### ZADANIA DO SAMODZIELNEGO ROZWIĄZANIA

Z.1 W wierzchołkach trójkąta równobocznego znajdują się dwa jednoimienne ładunki, każdy o wartości  $q = +1$  C. Długość boku trójkąta wynosi  $a = 1$  m. Oblicz wartość wypadkowego natężenia pola elektrostatycznego w trzecim wierzchołku trójkąta.

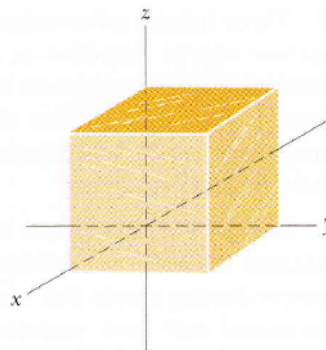
Z.2 Wyznacz wektor natężenia pola elektrycznego w odległości  $l$  nad punktem leżącym dokładnie pośrodku dwóch ładunków o wartości  $+q$  (każdy), znajdującymi się w odległości  $d$ . Jak zmieni się wartość wyznaczonego wektora natężenia pola elektrycznego w przypadku, gdy  $l \gg d$ ?

Z.3 Wyznacz kierunek i oblicz wartość natężenia pola elektrostatycznego w punkcie  $P$ , wytworzonego przez trzy ładunki punktowe  $q_1 = -e$ ,  $q_2 = +e$  oraz  $q_3 = +2e$  (rys. obok).



Z.4 Wyznacz wektor natężenia pola elektrycznego w odległości  $d$  nad jednym z końców odcinka o długości  $L$ , jednorodnie naładowanego z gęstością liniową  $\lambda$ .

Z.5 Długość krawędzi sześcianu wynosi  $a = 50$  cm (rysunku obok). Sześcian znajduje się w obszarze pola elektrycznego, którego wektor natężenia jest opisany: (a)  $\vec{E} = -3\hat{i} + 4\hat{j}$  (N/C); (b)  $\vec{E} = -3x\hat{i}$  (N/C). Oblicz strumień wektora natężenia pola elektrycznego przepływającego przez ścianę równoległą do płaszczyzny  $XOZ$  i przecinającą oś  $OY$  w punkcie  $y = a$ .



Z.6 Nieskończenie długą prostą nici znajdującą się w próżni naładowano ze stałą gęstością ładunku  $\lambda$ . Wyznacz wektor natężenia pola jako funkcję odległości  $r$  od nici.

Z.7