

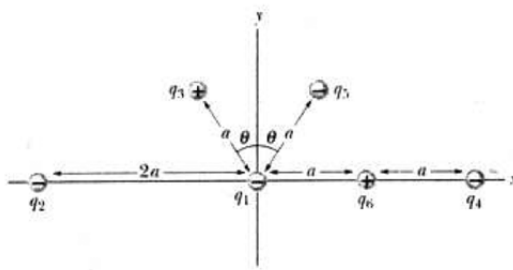
## „Elektryczność i magnetyzm”

I rok fizyki

zadania na ćwiczenia, seria 2

**Zadanie 1.** (też dla kierunku „Zastosowania fizyki w biologii i medycynie”)

Znaleźć siłę działającą na ładunek  $q_1$  w układzie sześciu nieruchomych ładunków o takiej samej wartości  $q$  i znakach przedstawionych na rysunku. Kąt  $\theta = 30^\circ$ .

**Zadanie 2.** (też dla kierunku „Zastosowania fizyki w biologii i medycynie”)

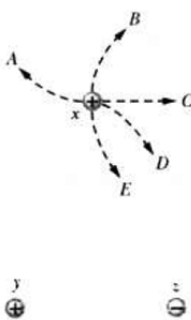
Obojętna elektrycznie mała moneta o masie  $m = 3,11$  g (1 cent USA sprzed 1982 roku) zawiera jednakową ilość ładunku dodatniego i ujemnego. Oblicz wartość  $q$  całkowitego ładunku dodatniego (ujemnego) w monecie przy założeniu, że jest ona wykonana z miedzi. Gdyby można było oddzielić ładunki dodatnie i ujemne i skupić w punktach odległych o  $d = 100$  km, oblicz siłę wzajemnego oddziaływania tych ładunków.

**Zadanie 2a.** (do rozważenia).

Równowagowa odległość między protonami w jednokrotnie zjonizowanej cząsteczce wodoru  $H_2^+$  wynosi  $R_0 = 1,06$  Å. Z jaką siłą odpychałyby się protony, gdyby nagle usunąć ostatni elektron wiążący cząsteczkę?

**Zadanie 3.** (też dla kierunku „Zastosowania fizyki w biologii i medycynie”)

Trzy małe kulki mające ładunek o jednakowej wartości  $q$  tworzą układ przedstawiony na rysunku. Kulki y i z są umocowane w punktach jednakowo odległych od kulki x. Po którym z torów pokazanych na rysunku pobiegnie kulka x, jeśli pozwolimy jej się poruszać?

**Zadanie 4.**

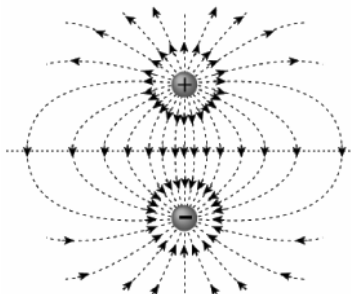
Cząstka o ładunku  $q_1 = 9q$  znajduje się w początku układu współrzędnych, zaś druga cząstka o ładunku  $q_2 = -q$  leży na osi  $x$  w punkcie  $L = 2$  m. Znaleźć punkt, w którym wypadkowe pole elektryczne jest równe zero. Jeśli w punkcie tym umieścimy dodatkowy ładunek, pozostanie on w równowadze. Jaki to będzie rodzaj równowagi?

**Zadanie 5.**

Cienki pręt o długości  $l$  wygięto w łuk o promieniu  $r$  i równomiernie naładowano ładunkiem  $q = 20$  nC. Wyznacz natężenie pola elektrycznego w środku krzywizny łuku dla  $l/r = \pi$  i  $r = 1$  m. Dla jakiego stosunku  $l/r < 2\pi$  przy stałym  $l$  natężenie pola elektrycznego w środku krzywizny jest największe?

**Zadanie 6.** (też dla kierunku „Zastosowania fizyki w biologii i medycynie”)

Znaleźć natężenie pola elektrycznego dipola o momencie dipolowym  $p = qd$  (czyli układu dwóch ładunków  $q$  i  $-q$  oddalonych od siebie o  $d$ ) w punkcie  $P$  leżącym na symetrycznej odcinka wyznaczonego przez ładunki, w dużej odległości  $r$  od układu ( $r \gg d$ ). Określić wartość pola elektrycznego w odległości  $r = 100 \text{ \AA}$  od cząsteczki wody, której moment dipolowy  $p = 6,2 \cdot 10^{-30} \text{ Cm}$ . Policz natężenie pola dipola w dużej odległości od niego w całej przestrzeni.



**Zadanie 7.**

Odcinek o długości  $L$  naładowano jednorodnie ładunkiem  $Q$ . Znaleźć natężenie pola elektrycznego a) na prostej, zawierającej naładowany odcinek, b) na symetrycznej odcinka (przedyskutować przypadek  $L \rightarrow \infty$  przy założeniu  $\lambda = Q/L = \text{const}$ ). W obu przypadkach rozważyć sytuację graniczną dla dużych odległości od naładowanego odcinka.

**Zadanie 8.**

Znaleźć natężenie pola elektrycznego na osi okręgu o promieniu  $R$  jednorodnie naładowanego ładunkiem  $Q$ . W jakiej odległości od środka okręgu pole to jest największe?

**Zadanie 9.** (też dla kierunku „Zastosowania fizyki w biologii i medycynie”)

Cienka kolista tarcza o promieniu  $R$  została jednorodnie naładowana ładunkiem  $Q$ . Znaleźć natężenie pola elektrycznego na osi tarczy. Podać przybliżoną postać pola  $\mathbf{E}$  w dużej odległości  $z$  do tarczy ( $z \gg R$ ). Zbadać przypadek  $R \rightarrow \infty$ .

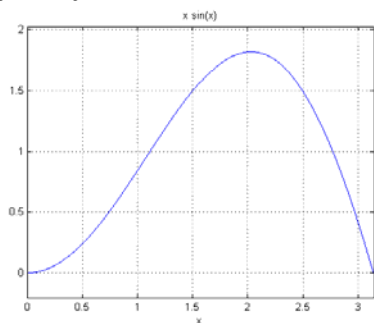
**Zadanie 10.**

Znaleźć natężenie pola elektrycznego na osi cienkiej tarczy o promieniu  $R_2$ , z współśrodkowym otworem w kształcie koła o promieniu  $R_1 < R_2$ , na której zgromadzono ładunek  $Q$ . Rozkład gęstości ładunku na powierzchni tarczy wynosi  $\sigma(r, \varphi) = A \cdot r^2 \cdot \sin^2 \varphi$ , gdzie  $r$  to odległość od osi tarczy,  $\varphi$  – kąt liczony od osi poziomej układu kartezjańskiego,  $A$  – pewna stała. Jaki wymiar ma stała  $A$ .

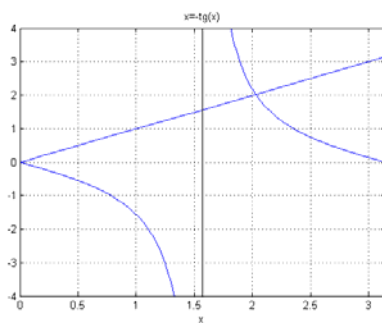
**Zadanie 11.**

Znaleźć natężenie pola elektrycznego w środku kuli o promieniu  $R$ , w której gęstość ładunku wyrażona jest wzorem  $\rho(r, \theta, \varphi) = \rho_0 \frac{r}{R} \cos \theta \sin^2 \varphi$ .

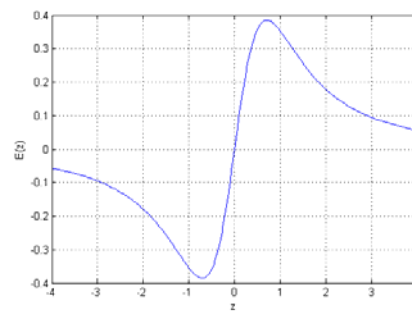
**Wykresy**



wykres  $x \sin x$



graficzne rozwiązanie  $x = -\text{tg}x$



wykres  $z(1+z^2)^{-3/2}$