

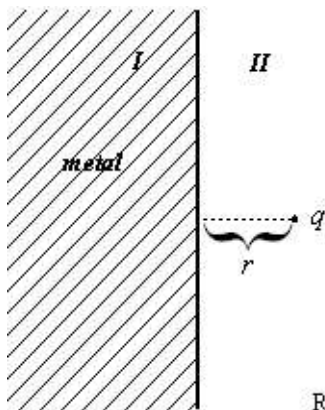
XXVII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

Zadanie doświadczalne

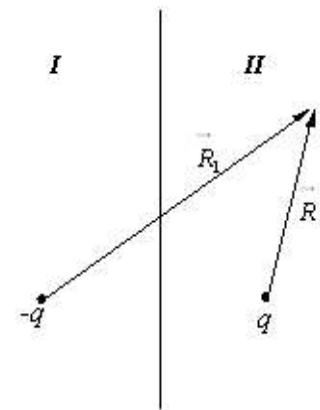
ZADANIE T2

Nazwa zadania „Ładunek w półprzestrzeni”

W odległości r od półprzestrzeni I wypełnionej metalem znajduje się ładunek q (rys. 17). Jakie jest natężenie pola elektrycznego w półprzestrzeni I ? Biorąc pod uwagę to, że pole elektryczne pochodzące od ładunku wyindukowanego na powierzchni metalu jest symetryczne względem tej powierzchni, wyznacz natężenie pola elektrycznego w półprzestrzeni II i siłę działającą na ładunek q .



Rys. 17



Rys. 18

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2

W półprzestrzeni I natężenie pola elektrycznego musi być równe zero. W przeciwnym wypadku w półprzestrzeni tej musiałaby występować różnica potencjałów między niektórymi punktami, a w przypadku statycznym sytuacja taka w metalu nie może zachodzić. Natężenie pola elektrycznego w półprzestrzeni II jest sumą natężenia pola pochodzącego od ładunku q

$$\vec{E}_q = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^3} \vec{R}.$$

(\vec{R} zaznaczono na rys. 18) oraz natężenie pola od ładunku wyindukowanego na powierzchni rozdzielającej \vec{E}_{ind} . Z warunku podanego wyżej wynika, że \vec{E}_{ind} w części I musi być równe:

$$\vec{E}_{ind} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^3} \vec{R}.$$

Z oczywistych powodów pole indukowane musi być symetryczne względem płaszczyzny rozdzielającej obszary *I* i *II*. Zatem w punkcie *B*, położonym symetrycznie względem punktu *A*, pole indukowane powinno mieć taką samą jak w *A* składową natężenia równoległą do płaszczyzny rozdzielającej, a przeciwną niż w *A* składową prostopadłą.

Oznacza to, że w punkcie *B* należącym do obszaru *II* natężenie pola \vec{E}_{ind} ma postać

$$\vec{E}_{ind} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_1^3} \vec{R}_1,$$

gdzie \vec{R}_1 oznacza odległość punktu *B* od symetrycznego obrazu ładunku *q*.

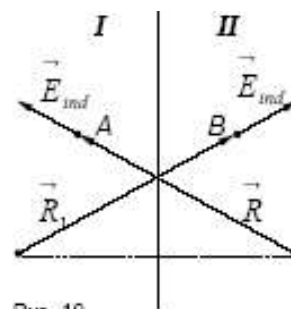
Natężenie to jest równe natężeniu pola od fikcyjnego ładunku $-q$ leżącego symetrycznie względem *q* w obszarze *I*. Zatem natężenie pola w półprzestrzeni *II* wynosi (rys. 19)

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^3} \vec{R} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_1^3} \vec{R}_1$$

Siła działająca na ładunek *q* (pochodząca od ładunku indukowanego, a więc od obrazu) jest równa

$$F = \frac{\epsilon^2}{16\pi\epsilon_0 r^2}.$$

Jest ona skierowana ku płycie. Należy tu podkreślić, że metody obrazów nie ma w szkole. Mimo że tekst zadania wyraźnie sugerował postępowanie, niektórzy uczestnicy korzystali z metody obrazów bez jej dowodzenia. Rozwiązania takie, jako wykorzystujące nie uzasadnione założenia, były oceniane bardzo nisko (nie więcej niż dwa punkty).



Rys. 19

Źródło:
Zadanie pochodzi z „Druk OF”