

XXXVI OLIMPIADA FIZYCZNA (1986/1987). Stopień W, zadanie teoretyczne – T1-B.

Źródło: Komitet Główny Olimpiady Fizycznej,
Fizyka w Szkole nr 3, 1987

Autor: Waldemar Gorzowski

Nazwa zadania: Walec

Działy: Elektrostatyka

Słowa kluczowe: naładowany walec, dielektryk, kondensator, silnik elektryczny

Zadanie teoretyczne – T1-B, zawody stopnia wstępnego, XXXVI OF.

Długi walec o promieniu R wykonany z izolatora ma otwór w kształcie walca o promieniu r . Oś otworu i oś walca są równoległe do siebie a ich odległość wynosi $d < R - r$. Walec naładowano jednorodnie gęstością objętościową ładunku równą ρ . Wyznacz wartość i kierunek pola elektrycznego E wewnątrz otworu.

Rozwiązanie

Pole elektryczne od układu ładunków jest sumą geometryczną pól elektrycznych poszczególnych ładunków. Dzięki temu wydrążony walec można traktować jako układ dwóch walców: jednego pełnego, naładowanego jednorodnie gęstością ρ i przenikającego do drugiego walca naładowanego gęstością „minus ρ ”. Symbolicznie to przedstawia rys. 1.



Rys. 1

Pole elektryczne w odległości r_2 ($< r$) od osi walca naładowanego gęstością ρ , jest równe (z prawa Gaussa):

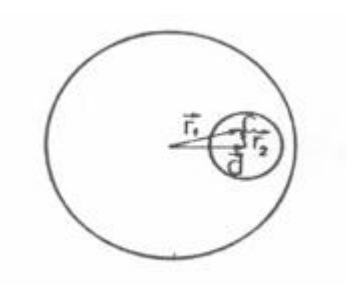
$$E_2 = \frac{-\rho}{2\varepsilon_0} r_2$$

Podobnie, pole elektryczne w odległości r_1 ($< R$) od osi walca o promieniu R naładowanego gęstością ρ jest równe:

$$E_1 = \frac{\rho}{2\varepsilon_0} r_1$$

Pole elektryczne w punkcie C (rys.2) wewnątrz otworu jest więc równe:

$$E = E_1 + E_2 = \frac{\rho}{2\varepsilon_0} (r_1 - r_2) = \frac{\rho}{2\varepsilon_0} d$$



Rys. 2

Widać, że niezależnie od położenia punktu C we wnętrzu pole E ma taką samą wartość i kierunek. Jest więc to pole polem jednorodnym.