

### XXXIX OLIMPIADA FIZYCZNA(1989/1990). Stopień I, zadanie teoretyczne –T4

<b>Źródło:</b>	Komitety Główny Olimpiady fizycznej, Jan Mostowski: <i>Fizyka w Szkole</i> nr 4, 1990.
<b>Nazwa zadania:</b>	Czas przelotu naładowanego pyłka przez naładowany walec.
<b>Działy:</b>	Elektrostatyka
<b>Słowa kluczowe:</b>	ładunek, pole elektryczne, gęstość, natężenie pola, prawo Gaussa, strumień, natężenia pola, ruch harmoniczny, drgania.

#### Zadanie teoretyczne – T4, zawody I stopnia, XXXIX OF.

Walec o promieniu  $R$  i dużej wysokości jest naładowany jednorodnie ładunkiem objętościowym o gęstości  $\rho$ . W połowie wysokości walca, wzdłuż jego średnicy wywiercony jest przelotowy otwór o niewielkim promieniu w porównaniu z promieniem walca. U wylotu otworu na jego osi znalazł się mały pyłek o masie  $m$  i ładunku  $q$  przeciwnego znaku niż znak ładunku walca. Wyznacz czas, po którym pyłek doleci do osi walca.

#### Rozwiązanie

Ładunek zgromadzony w walcu wytwarza pole elektryczne. Załóżmy, że otwór jest na tyle mały, że nie wywiera on wpływu na natężenie pola elektrycznego. Wartość natężenia pola elektrycznego wewnątrz otworu znajdziemy posługując się prawem Gaussa. Jako powierzchnię występującą w prawie Gaussa wybieramy powierzchnię walca o promieniu  $r$ , współosiowego z walcem występującym w treści zadania. Wewnątrz tej powierzchni zawarty jest ładunek  $Q = \pi r^2 h \rho$ , gdzie  $h$  jest (dużą) wysokością obu walców. Strumień natężenia pola elektrycznego przez boczną powierzchnię walca wynosi  $\Phi = 2\pi r h E$ , natomiast strumień pola przez powierzchnie podstaw zaniedbujemy. Z prawa Gaussa  $\Phi = \frac{Q}{\epsilon_0}$  znajdujemy więc:

$$E = qr/2\epsilon_0.$$

Siła działająca na pyłek wynosi więc  $F = -q\rho r/2\epsilon_0$ . Jest to więc siła proporcjonalna do odległości od osi symetrii walca. Ruch pyłku pod wpływem takiej siły jest ruchem oscylatora harmonicznego o okresie:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2\epsilon_0 m}{q\rho}}$$

Pyłek doleci do osi walca po czasie równym jednej czwartej okresu:  $t = T/4$ . Czas ten nie zależy od promienia walca, ponieważ okres drgań harmonicznym nie zależy od amplitudy drgań.