

LII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP III

Zadanie teoretyczne

ZADANIE T2

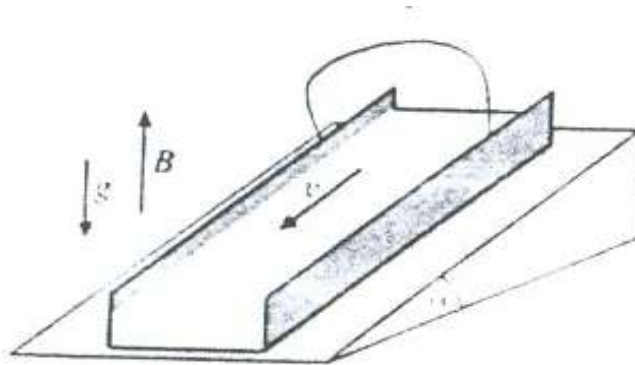
Nazwa zadania: „Równia pochyła”

W korytku przymocowanym do równi pochyłej o kącie nachylenia $\alpha = 1^\circ$ płynie nielepka ciecz o gęstości $\rho = 1 \frac{g}{cm^3}$ i przewodnictwie właściwym $\sigma = 100 \frac{1}{\Omega \cdot m}$. Pionowe

ścianki korytka wykonane z idealnie przewodzącego materiału są zwarte ze sobą, a dno jest płaskie i nie przewodzące. Całość znajduje się w jednorodnym, skierowanym pionowo w górę, polu magnetycznym.

Oblicz jaką wartość ma indukcja tego pola, jeżeli stacjonarny przepływ cieczy odbywa się ze stałą prędkością $v = 5 \frac{m}{s}$.

Przyjmij, że przepływ masy odbywa się tylko wzdłuż korytka, a indukowany prąd elektryczny płynie w poprzek. Przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego $g = 9,81 \frac{m}{s}$.



ROZWIĄZANIE ZADANIA T2

Jeśli prędkość cieczy wynosi v , to między bokami naczynia indukuje się napięcie $B \cdot v \cdot d \cdot \cos \alpha$ (d - odległość między ściankami), co jest równoważne poprzecznemu polu elektrycznemu $E = B \cdot v \cdot \cos \alpha$. Zatem wyindukowana gęstość poprzecznego prądu elektrycznego $j = \sigma \cdot E = \sigma \cdot B \cdot v \cdot \cos \alpha$.

Oznacza to, że na ciecz płynącą w poprzecznym walcu o długości d i polu przekroju S działa siła $F = j \cdot S \cdot B \cdot d = \sigma \cdot B^2 \cdot v \cdot S \cdot d \cdot \cos \alpha$. Zatem siła na jednostkę objętości jest równa:

$$\frac{dF}{dV} = \sigma \cdot B^2 \cdot v \cdot \cos \alpha.$$

Siła jest skierowana przeciwnie do kierunku poziomej składowej prędkości. Przy przepływie ze stałą prędkością mamy więc do czynienia z działaniem stałej siły

objętościowej, podobnej do grawitacji. Siła ta zrównoważy działanie siły grawitacji, gdy spełniony będzie warunek:

$$\cos\alpha \cdot \frac{dF}{dV} = \rho \cdot g \cdot \sin\alpha .$$

Po przekształceniach otrzymujemy:

$$B = \sqrt{\frac{\rho \cdot g \cdot \operatorname{tg}\alpha}{\sigma \cdot v \cdot \cos\alpha}} \approx 0,59 T .$$

Źródło:

Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole”

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie

www.of.szcz.pl