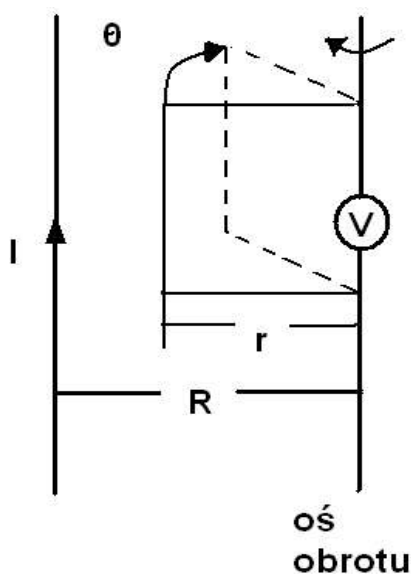


XLIII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP II

Zadania teoretyczne

ZADANIE T1

Kwadratowa ramka z drutu obraca się jednostajnie wokół jednego ze swoich boków w pobliżu nieskończonego prostoliniowego przewodnika, przez który płynie stały prąd I (ryc. 1).



Oś obrotu ramki jest równoległa do przewodnika z prądem. Odległość osi obrotu ramki od przewodnika wynosi R , bok ramki ma długość r . W jakim położeniu (kąt ϑ) woltomierz wskaże największą bezwzględną wartość chwilową napięcia?

ROZWIĄZANIE ZADANIA T1

Przyjmujemy, że woltomierz ma dostatecznie duży opór, by można było zaniedbać zmiany strumienia pola magnetycznego związane z przepływem prądu przez ramkę. Indukowana siła elektromotoryczna, zgodnie z oznaczeniami na ryc. 2. wyraża się z dokładnością do znaku) wzorem

$$\varepsilon = \frac{d\phi}{dt} = \pm B \sin\varphi \frac{dS}{dt} = \pm \frac{\mu_0 I}{2\pi l} \sin\varphi \cdot \omega r^2,$$

gdzie $dS = \omega r^2$ jest przyrostem powierzchni zakreślonej przez równoległy do osi obrotu bok ramki. Wraz z kątem ϑ ($d\vartheta/dt = \omega = \text{const.}$) zmienia się ϑ oraz l . Z twierdzenia sinusów mamy $\sin(180^\circ - \varphi)/R = \sin\vartheta/l$, zatem

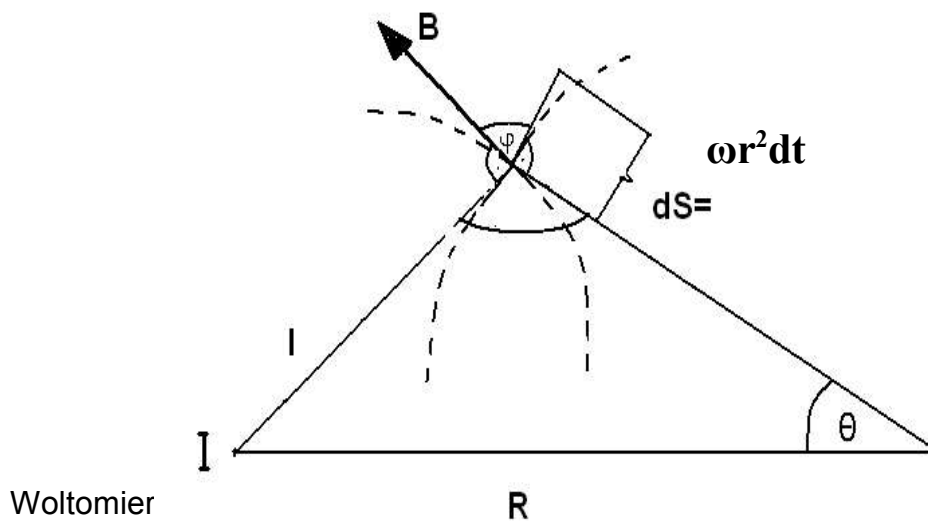
$$\varepsilon = C \frac{\sin\vartheta}{l^2},$$

gdzie $l^2 = r^2 + R^2 - 2rR\cos\vartheta$, zaś C jest pewną stałą. Obliczamy pochodną $\frac{d\varepsilon}{dt}$

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = C \frac{l^2 \cos\vartheta - 2rR \sin^2\vartheta}{l^4}.$$

Największą wartość bezwzględną indukowanej siły ε wyznaczamy z warunku $\frac{d\varepsilon}{dt} = 0$,
Który jest spełniony dla

$$\cos\vartheta = \frac{2rR}{r^2 + R^2}.$$



$$\theta = \pm \arccos [2rR/(r^2 + R^2)]$$

Źródło:
Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole”
Komitet Główny Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szcz.pl