



L OLIMPIADA FIZYCZNA
(2000/2001)
ZAWODY II STOPNIA
CZĘŚĆ TEORETYCZNA

Zadanie doświadczalne – D

Nazwa – Ramka w polu magnetycznym

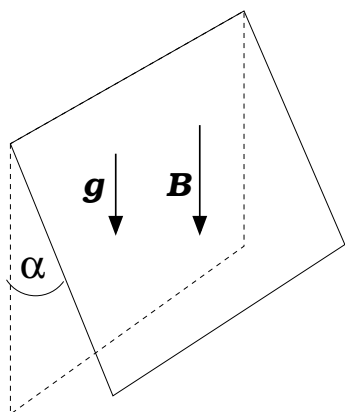
Źródła – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej

- Andrzej Wysmołek, sekretarz naukowy ds. zad. teoret. KGOF, IFD UW
- Paweł Janiszewski, Jan Mostowski (red.): *50 lat olimpiad fizycznych. Wybrane zadania z rozwiązaniami*. WN PWN, Warszawa 2002
- T.M. Molenda, IF US, www.OF.szc.pl.

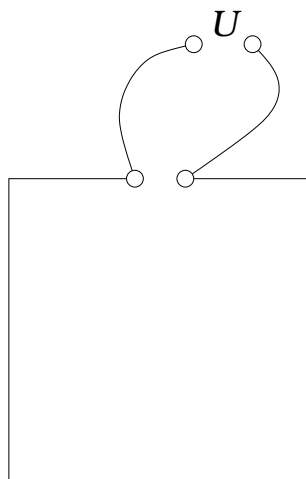
Zadanie T3 - L OF, II stopień

Kwadratowa ramka o boku L jest zbudowana z cienkich jednorodnych prętów, z których każdy ma masę m i opór elektryczny R . Ramkę umieszczono w pionowym, jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B w ten sposób, że może się ona obracać bez tarcia wokół poziomej osi pokrywającej się z jednym z jej boków (rys. 1). Rozpatrz następujące sytuacje:

- A) W obwód ramki włączono źródło stałego napięcia zewnętrznego U (rys. 2). Wyznacz położenie równowagi, czyli kąt odchylenia ramki od pionu.
- B) Zewnętrzne źródło napięcia usunięto i zwarto końce tak, że ramka stanowi obwód zamknięty. Następnie ramkę odchyłono od pionu i puszczono swobodnie. Oblicz po jakim czasie amplituda drgań zmaleje do połowy. Przyjmij, że opór R jest duży (słabe tłumienie i zaniedbywalny wpływ samoindukcji), a amplituda drgań jest mała (przypadek małych drgań).



Rys. 1



Rys 2.

Wskazówka 1. Równanie ruchu ciała drgającego w obecności siły oporu proporcjonalnej do prędkości:

$$ma = -kx - bv, \quad (1)$$

ma dla $b < 2\sqrt{km}$ rozwiązanie w postaci:

$$x(t) = x_0 \exp(-\lambda t) \sin(\omega t + \phi), \quad (2)$$

gdzie $\lambda = b/(2m)$ oraz $\omega = \sqrt{km - \lambda^2}$, a x_0 i ϕ są wyznaczone przez warunki początkowe.

Wskazówka 2. Moment bezwładności jednorodnego pręta o masie m i długości L , względem osi obrotu prostopadłej do pręta i przechodzącej przez jego koniec wynosi $I_0 = \frac{1}{3}mL^2$.