



VIII OLIMPIADA FIZYCZNA

(1958/1959)

ZAWODY I STOPNIA

Zadanie teoretyczne – T3

Nazwa – Kąt wychylenia ramki z prądem w polu magnetycznym.

Źródła – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej

- Czesław Ścisłowski¹: *Fizyka w Szkole* nr 2, 1959, s. 116–121
- Stefan Czarnecki: *Olimpiady Fizyczne VII i VIII*. PZWS, Warszawa 1964, s. 100–101
- T.M. Molenda, IF US, www.OF.szc.pl.

Przez strzemiączko² mogące się obracać swobodnie wokół poziomej prostej AB (patrz rys. 1) płynie prąd o natężeniu $i = 10$ A.

O jaki kąt odchyli się to strzemiączko, jeżeli w jego otoczeniu wytworzymy jednorodne pole magnetyczne o natężeniu $H = 200$ erstedów⁽³⁾, skierowane pionowo do góry?

Części AC i BD strzemiączka są wykonane z cienkiego drutu o małym ciężarze, natomiast bok $CD = 5$ cm stanowi drut o ciężarze 5 G⁽⁴⁾.

OF-8-1-T3-rys1.pdf

Rys. 1. Strzemiączko zawieszono ruchomo wokół osi AB (przyp. red.)

¹ Dr Czesław Ścisłowski pełnił funkcję Kierownika Olimpiady Fizycznej od VIII OF do XVII OF, w tym okresie był autorem artykułów w *Fizyce w Szkole* z OF, książki *Olimpiady Fizyczne XVII i XVIII* (przyp. red.).

² Strzemiączko, jako ramka z aluminiowego drutu wchodziła w skład zestawu szkolnego *Przyrządy do wykazywania siły elektrodynamicznej*, nr kat. V 5–66. W zadaniu ramką jest beleczka z grubego drutu zawieszona na cienkich drutach, które jednocześnie służą do doprowadzenia prądu (przyp. red.).

³ Ersted, ozn. Oe – dawna jednostka natężenia pola magnetycznego w układzie CGS: $1 \text{ Oe} = 10^3/4\pi \text{ A/m}$ (przyp. red.).

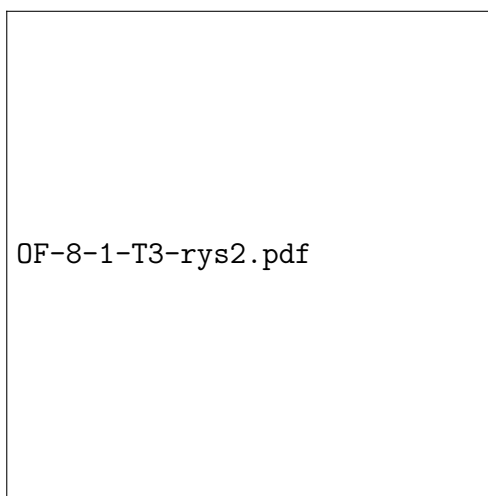
⁴ G – symbol byłej jednostki siły w tzw. układzie ciężarowym, w którym jedną z wielkości podstawowych była siła. Ozn. G (tzw. gram siły) jest podwielokrotnością jednostki podstawowej – 1 kG (kilogram siła) def. jako siła przyciągania przez Ziemię masy 1 kg w miejscu, gdzie przyspieszenie ziemskie wynosi $9,8066 \text{ m/s}^2$ (przyp. red.).

Rozwiązanie zadania T3 – VIII OF, I stopień

Gdy przez prosty przewodnik, umieszczony w polu magnetycznym prostopadle do linii tego pola, płynie prąd elektryczny, wówczas przewodnik ten pozostaje pod działaniem tzw. siły elektrodynamicznej

$$F = 0,1Hli \quad (F \text{ w dynach}^5), \quad (1)$$

gdzie H oznacza natężenie pola magnetycznego wyrażone w erstedach, i – natężenie prądu w amperach, a l – długość przewodnika. Kierunek tej siły jest prostopadły do przewodnika, a jej zwrot można przewidzieć posługując się np. regułą Fleminga lewej ręki. Rys. 2 przedstawia odchylenie strzemiączka, gdy prąd płynie w kierunku wskazanym przez strzałki. Zgodnie z tekstem zadania możemy założyć, że masa strzemiączka jest skoncentrowana w środku pręcika CD .



Rys. 2. Strzemiączko odchylone od położenia pionowego pod wpływem działania siły elektrodynamicznej (przyp. red.)

Pręcik ten jest pod działaniem dwóch sił: siły elektrodynamicznej F wyrażonej wzorem (1) oraz siły ciężkości $Q = mg$. W chwili, gdy ustali się równowaga, wypadkowa W tych dwóch sił będzie skierowana równoległe do części AC i DB strzemiączka. Będzie ona oczywiście tworzyła z siłą ciężkości Q ten sam kąt α , o jaki odchyli się strzemiączko od położenia pionowego. Z trójkątów, jakie tworzą wektory F , Q i W , mamy natychmiast

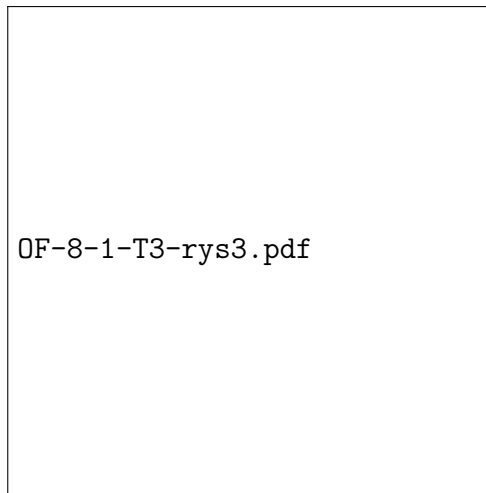
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{Q} = \frac{0,1Hli}{mg}. \quad (2)$$

Do tego samego wyniku można dojść w inny sposób. Oto warunkiem równowagi wychylonego strzemiączka jest równość odpowiednich momentów sił. Musi mianowicie być spełniona zależność

$$F'R = Q'R,$$

gdzie (rys. 3) R jest odległością pręcika CD od punktu zawieszenia, a siły F' i Q' są składowymi normalnymi do kierunku ramienia siły elektrodynamicznej F i siły ciężkości Q .

⁵ Dyna (też ozn. dyn) – dawna jednostka siły: 1 dyna = 1 g · cm/s² = 10⁻⁵ N (przyp. red.).



Rys. 3. Graficzna analiza momentów sił działających na strzemiączko względem osi obrotu (przyp. red.)

Po podzieleniu obu stron przez R otrzymujemy

$$F' = Q',$$

ponieważ zaś $F' = F \cos \alpha$ oraz $Q' = Q \sin \alpha$, przeto mamy

$$F \cos \alpha = Q \sin \alpha,$$

czyli

$$0,1Hli \cos \alpha = mg \sin \alpha,$$

stąd natychmiast wynika znowu równość (2).

Podstawiając do (2) wartości liczbowe mamy

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,1 \cdot 200 \cdot 10 \cdot 5}{5 \cdot 981} \approx 0,204$$

a stąd

$$\alpha \approx 11^\circ 31'.$$