



# XXIX OLIMPIADA FIZYCZNA

(1979/1980)

## ZAWODY I STOPNIA

### Zadanie doświadczalne – D1

**Nazwa** – Wyznaczenie składowej poziomej natężenia ziemskiego pola magnetycznego.

**Źródła** – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej

- Waldemar Gorzkowski, Andrzej Kotlicki: *Fizyka w Szkole* nr 5, 1980
- Andrzej Nadolny, Krystyna Pniewska: *Olimpiady Fizyczne XXIX-XXXI*, WSiP, Warszawa 1986
- T.M. Molenda, IF US, [www.OF.szc.pl](http://www.OF.szc.pl).

---

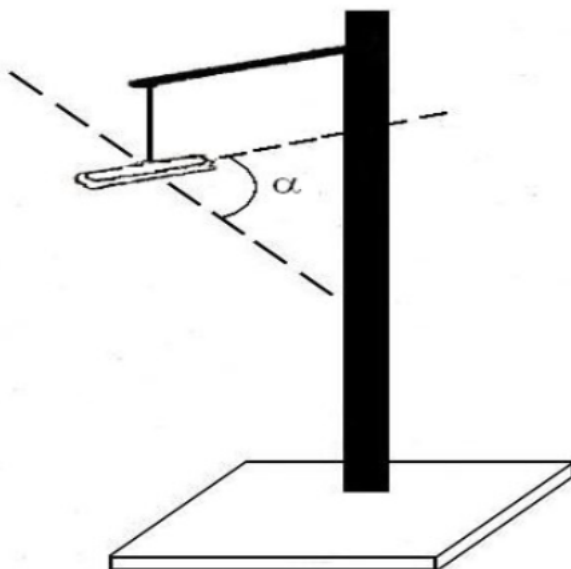
Mając do dyspozycji: magnes sztabkowy, kompas, nici, statyw lub inny przyrząd umożliwiający zaczepienie nici, wagę, linijkę, stoper lub zegarek z sekundnikiem, wyznacz składową poziomą natężenia pola magnetycznego w miejscowości, którą zamieszkujesz<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>W opracowaniu zad. do bazy zadań KGOF zapisano treść zad. jak w druczku KGOF rozsyłanego do szkół (przyp. red.).

## Rozwiązanie zadania D – XXIX OF, I stopień

Magnes sztabkowy wieszamy na nitce tak, aby wisiał poziomo (rys. 1). Po ustaleniu się położenia równowagi (oś sztabki pokrywa się z kierunkiem północ – południe) magnes odchylany jest w poziomie o kąt  $\alpha$ , puszczamy i mierzymy okres swobodnych, małych drgań.



Rys. 1

Równanie ruchu sztabki będzie następujące:

$$I \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = -\mu_0 m H_z \sin \alpha \approx -\mu_0 m H_z \alpha. \quad (1)$$

gdzie:

$\mu_0$  – przenikalność magnetyczna próżni,

$H_z$  – składowa pozioma ziemskiego pola magnetycznego,

$I$  – moment bezwładności sztabki,

$m$  – magnetyczny moment dipolowy sztabki.

Wiadomo, że (traktując sztabkę jako cienki pręt)

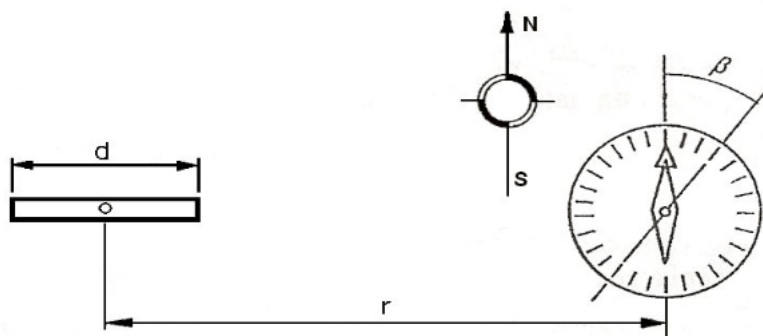
$$I = \frac{M d^2}{12}. \quad (2)$$

gdzie:  $M$  – masa sztabki,  $d$  – jej długość.

Jak widać (z równania ruchu) ruch sztabki jest ruchem harmonicznym o okresie

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{m H_z \mu_0}}. \quad (3)$$

Długość sztabki magnesu  $d$  wyznaczamy za pomocą linijki, a masę  $M$  za pomocą wagi. Następnie magnes umieszczamy w odległości  $r$  od kompasu (rys. 2). Mierzmy kąt  $\beta$  odchylenia igły



Rys. 2

kompasu od kierunku północ – południe. Pole pochodzące od dipola magnetycznego o momencie  $m$  dla  $r \gg d$  wyraża się wzorem (na osi dipola)

$$H = \frac{2m}{4\pi r^3}. \quad (4)$$

Wobec tego

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{H}{H_z} = \frac{2m}{4\pi r^3 H_z}. \quad (5)$$

Z (3) i (5) otrzymujemy

$$H_z = \sqrt{\frac{2\pi I}{\mu_0 T^2 r^3 \operatorname{tg} \beta}} \quad (6)$$

Pomiary należało wykonać kilkakrotnie, a szczególnie starannie wyznaczyć okres drgań  $T$ , gdyż niepewność jego wyznaczenia ma decydujący wpływ na wynik. Rachunek niepewności należało przeprowadzić metodą różniczki zupełnej.

## Punktacja

Część teoretyczna

1. Wyznaczenie  $mH_z$  ..... 5 pkt.
2. Wyznaczenie  $m/H_z$  ..... 4 pkt.
3. Wyznaczenie  $m$  i  $H_z$  ..... 1 pkt.

Część doświadczalna

1. Wyznaczenie  $mH_z$  ..... 5 pkt.
2. Wyznaczenie  $m/H_z$  ..... 3 pkt.
3. Dyskusja błędów<sup>2</sup> ..... 2 pkt.

<sup>2</sup>Słowo „błąd” było używane w znaczeniu obecnej niepewności. Problematykę tą od 1993 r. reguluje *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, u nas w nauczaniu od 2018 r. *Rekomendacja Polskiego Towarzystwa Fizycznego dotycząca nauczania o opracowywaniu wyników pomiarów w szkołach* – [www.2022.ptf.net.pl/programy/edukacja/rekomendacja](http://www.2022.ptf.net.pl/programy/edukacja/rekomendacja) (przyp. red.).

*Komentarz*

Zadanie to wybrała większość uczestników. Rozwiązanie części teoretycznej można było znaleźć w niektórych podręcznikach akademickich (metoda Gaussa, np. przejrzyste opisaną w książce Elektrodynamika M. Sufczyńskiego w rozdziale V), co było dla niektórych uczniów ułatwieniem. Niektórzy uczniowie nie zdawali sobie sprawy z ograniczonej stosowania wzoru na pole magnetyczne pochodzące od dipola (4) i stosowali go także dla  $d \approx r$ . Ponieważ siła elektrodynamiczna (siła Lorentza) działająca na uzwojenie z prądem jest proporcjonalna do natężenia przepływającego przez nie prądu  $I$ , to moment sił  $M_s$  wytwarzany przez silnik można wyrazić wzorem

Niektóre prace zawierały jedynie część teoretyczną. Jak zwykle uczniom sprawiało dużo trudności rachunek błędów<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>Zob. przypis poprzedni (przyp. red.).