



# LIII OLIMPIADA FIZYCZNA

(2003/2004)

## ZAWODY I STOPNIA

### Zadanie doświadczalne – D3

**Nazwa** – Wyznaczanie współczynnika Poissona dla gumki.

**Źródła** – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej

- Andrzej Dragan, Andrzej Wysmołek<sup>1</sup>: *Fizyka w Szkole* nr 2, 2004, s. 111–118
- T.M. Molenda, IF US, [www.OF.szc.pl](http://www.OF.szc.pl).

---

Rozważmy sprężyste odkształcenie gumki o długości  $c$  i prostokątnym przekroju poprzecznym o wymiarach  $a \times b$ . Jeśli na gumkę działać będzie siła rozciągająca wzdłuż  $c$ , to zmianie ulegnie nie tylko jej wymiar  $c$  o  $\delta c$ , ale także jej wymiary poprzeczne  $a$  i  $b$ , odpowiednio o  $\delta a$  i  $\delta b$ . Zakładamy, że dla małych odkształceń gumy zachodzą następujące związki:

$$\frac{\delta a}{a} = \frac{\delta b}{b} = -\sigma \frac{\delta c}{c},$$

gdzie  $\sigma$  – bezwymiarowa stała.

Masz do dyspozycji:

- długie kawałki gumy o prostokątnym przekroju poprzecznym o wymiarach co najmniej  $1 \times 3$  mm,
- statyw,
- kilka ciężarków (np. z zestawu odważników do szkolnej wagi laboratoryjnej),
- kawałek sznurka lub drutu umożliwiającego zawieszenie ciężarków na gumie,
- linijkę,
- suwmiarkę,

wyznacz stałą  $\sigma$  dla gumy.

(Dla ciał izotropowych stała  $\sigma$  nazywana jest współczynnikiem Poissona i wraz z modułem Younga w pełni określa własności sprężyste materiału.)

#### **Uwaga!**

Do doświadczenia możesz użyć gumy modelarskiej lub gumek dostępnych na stoiskach z artykułami gospodarstwa domowego.

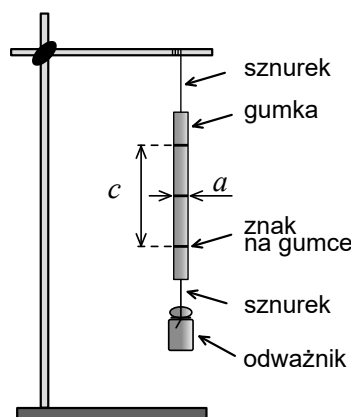
---

<sup>1</sup> Andrzej Wysmołek był sekretarzem naukowym ds. zadań doświadczalnych w KGOF: XLIII–XLVIII OF (wówczas dr), LII–LX OF; w tym okresie, był współautorem artykułów w *Fizyce w Szkole* z OF, do czasu ich publikowania w tym czasopiśmie, tj. do LV OF. Od LXIX OF pełni funkcję Przewodniczącego KGOF. Opracowane zad. na zawody OF w postaci edytowalnych plików były przez sekretarza (AW) udostępniane sekretarzowi KO w Szczecinie (TM), co bardzo ułatwiło umieszczenie tych zad. dośw. w bazie na stronie [www.OF.szc.pl](http://www.OF.szc.pl) (przyp. red.).

## Rozwiązanie zadania D3 – LIII OF, I stopień

### Wykonanie doświadczenia

Z treści zadania wynika, że aby wyznaczyć wartość stałej Poissona dla gumy, należy zmierzyć zmianę wymiarów poprzecznych gumki ( $\delta a$  i  $\delta b$ ) towarzyszącą jej wydłużeniu o  $\delta c$ . Pomiar można przeprowadzić w układzie przedstawionym schematycznie na rysunku 1.



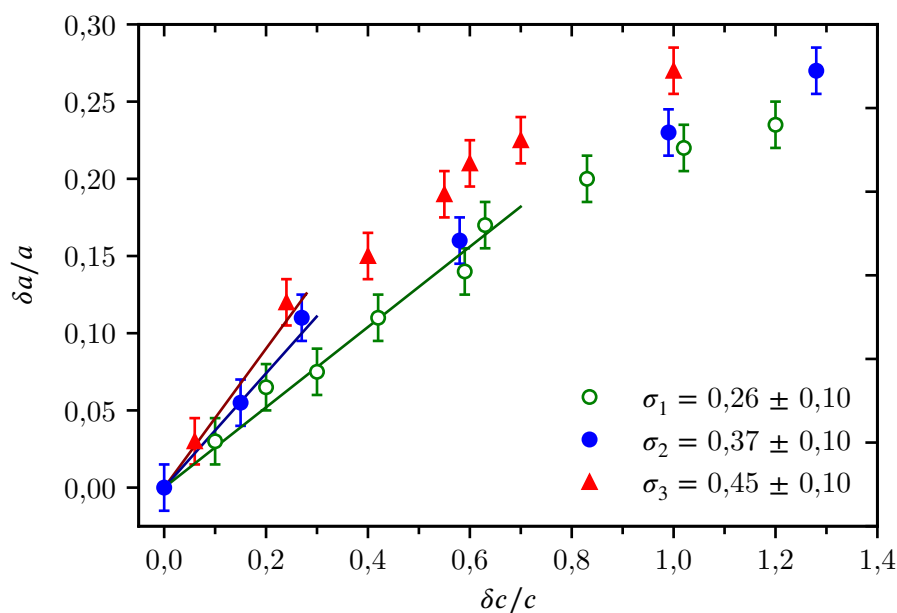
Rys. 1

W doświadczeniu wykonanym przez recenzenta użyto kilku gumek o wymiarach przekroju poprzecznego  $3,2 \times 1,2$  w mm i długości 10–15 cm, zakupionych w sklepie z artykułami gospodarstwa domowego. Gumki te różniły się kolorem i datą produkcji. Każdą gumkę mocowano sznurkiem do statywu, a na jej końcu wiązano sznurek, na którym zawieszono niewielki obciążnik, aby się wyprostowała. W pewnej odległości od końców gumki zaznaczono obszar przeznaczony do badań, w którym nie było odkształceń spowodowanych mocowaniem. Używając odpowiednio suwmiarki i linijki, notowano początkową długość badanego obszaru gumki  $c_0$  oraz szerokość początkową gumki  $a_0$ . Dla uzyskania większej dokładności do pomiarów wybierano większy z wymiarów poprzecznych gumki. Przywiązując do gumki kolejne obciążniki, mierzono długość wybranego do badań obszaru gumki oraz szerokość gumki w wybranym miejscu, w środkowej jej części (rys. 1). Zwracano uwagę, aby gumka nie była ściszana szczękami suwmiarki.

### Opracowanie danych

Obliczamy wartości względne zmian szerokości i długości gumki:  $\delta a / a_0 = (a - a_0) / a_0$ ,  $\delta c / c_0 = (c - c_0) / c_0$ . Przykładowe wyniki pomiarów dla różnych gumek przedstawiono na wykresie.

Przykładowe wyniki pomiarów dla różnych gumek przedstawiono na rys. 2. Z wykresu wynika, że właściwości sprężyste gumek różnią się znacznie. Ponadto widać, że dla względnych zmian długości  $\Delta c / c_0 > 0,5$ , zmiany szerokości  $\Delta a / a_0$  gumki stają się nieliniowe. Dopasowanie prostych do danych dla niewielkich wydłużeń daje, dla różnych gumek, wartość współczynnika Poissona w zakresie od 0,2 do 0,5. Rozrzut uzyskanych wartości wynika z różnic w składzie (jednorodność, barwniki) oraz wieku gumek użytych do doświadczeń. Błędy pojedynczych punktów pomiarowych (na rys. 2 odcinki niepewności — przyp. red.) wynikają głównie z niedokładności pomiaru zmian szerokości gumki.



Rys. 2

### Punktacja

1. Opis układu doświadczalnego umożliwiającego wyznaczenie zmiany wymiarów podłużnych i poprzecznych gumki ..... 3 pkt.
2. Wykonanie pomiarów zmian wymiarów gumki dla różnych obciążeń (omówienie szczegółów eksperymentalnych, liczba punktów pomiarowych) ..... 7 pkt.
3. Wyznaczenie wartości współczynnika Poissona oraz dyskusja otrzymanych rezultatów
  - a) wykonanie wykresu zależności względnych zmian szerokości od względnych zmian długości, zauważenie nieliniowości ..... 4 pkt.
  - b) dopasowanie prostej do liniowej części zależności ..... 4 pkt.
  - c) uzyskanie poprawnego wyniku, dyskusja niepewności pomiarowych ..... 2 pkt.