



# XXIV OLIMPIADA FIZYCZNA

(1974/1975)

## STOPIEŃ WSTĘPNY

### Zadanie doświadczalne – D

**Nazwa** – Wyznaczanie ciężaru właściwego oleju.

**Źródła** – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej

- Gorzkowski Waldemar: *Olimpiady Fizyczne XXIII i XXIV*. WSiP, Warszawa 1977
- Waldemar Gorzkowski, Andrzej Kotlicki: *Olimpiada fizyczna. Wybrane zadania doświadczalne z rozwiązaniami*. Stowarzyszenie *Symetria i Własności Strukturalne*, Poznań 1994 (zad. 18)
- T.M. Molenda, IF US, [www.OF.szc.pl](http://www.OF.szc.pl).

---

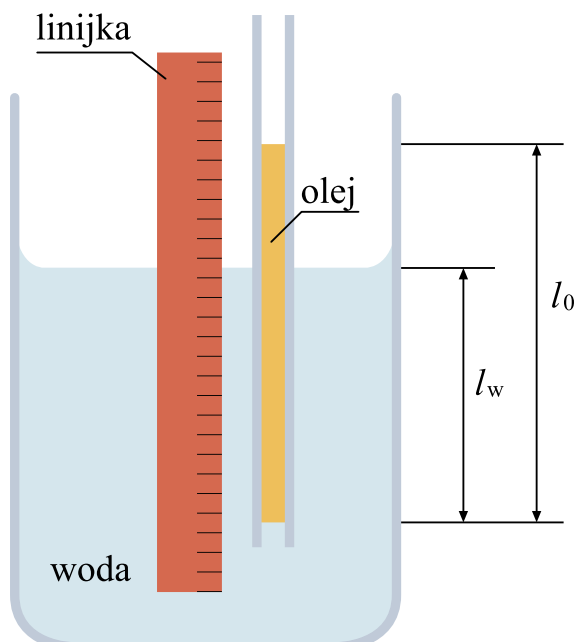
Mając do dyspozycji:

- otwartą z obu końców rurkę szklaną o stałej średnicy wewnętrznej nie przekraczającej 2 mm,
- wysoką zlewkę z wodą destylowaną,
- statyw z uchwytem,
- pipetę bez skali,
- linijkę,
- papier milimetrowy,
- olej.

Wyznacz ciężar właściwy oleju. Przyjmujemy, że gęstość wody destylowanej wynosi  $1 \text{ g/cm}^3$ . Postaraj się otrzymać jak najdokładniejszy wynik. Uzasadnij metodę pomiaru. Oszacuj niepewność pomiarową wyniku.

## Rozwiązanie zadania D – XXIV OF, stopień wstępny

Zadanie rozwiązujemy w układzie pokazanym na rysunku 1. Do zlewki z wodą wkładamy pionowo rurkę, której dolna część jest napełniona olejem. Na skali linijki umieszczonej bezpośrednio za rurką odczytujemy wielkości  $l_0$  i  $l_w$  (zaznaczone na rysunku).



Rys. 1

Korzystając z faktu, że na granicy styku wody z olejem ciśnienia hydrostatyczne oleju i wody są równe, otrzymujemy

$$d_w l_w = d_0 l_0, \quad (1)$$

gdzie  $d_w$  – gęstość wody,  $d_0$  – gęstość oleju.

W zależności powyższej nie uwzględniono wpływu włoskowatości i związanego z tym zjawiskiem dodatkowego ciśnienia pod zakrzywionymi powierzchniami cieczy. Ciśnienia te nie zależą od  $l_0$  i  $d_w$ . Dlatego też poprawkę na meniski można uwzględnić dodając do jednej ze stron otrzymanej równości pewna stała:

$$d_w l_w = d_0 l_0 + const. \quad (2)$$

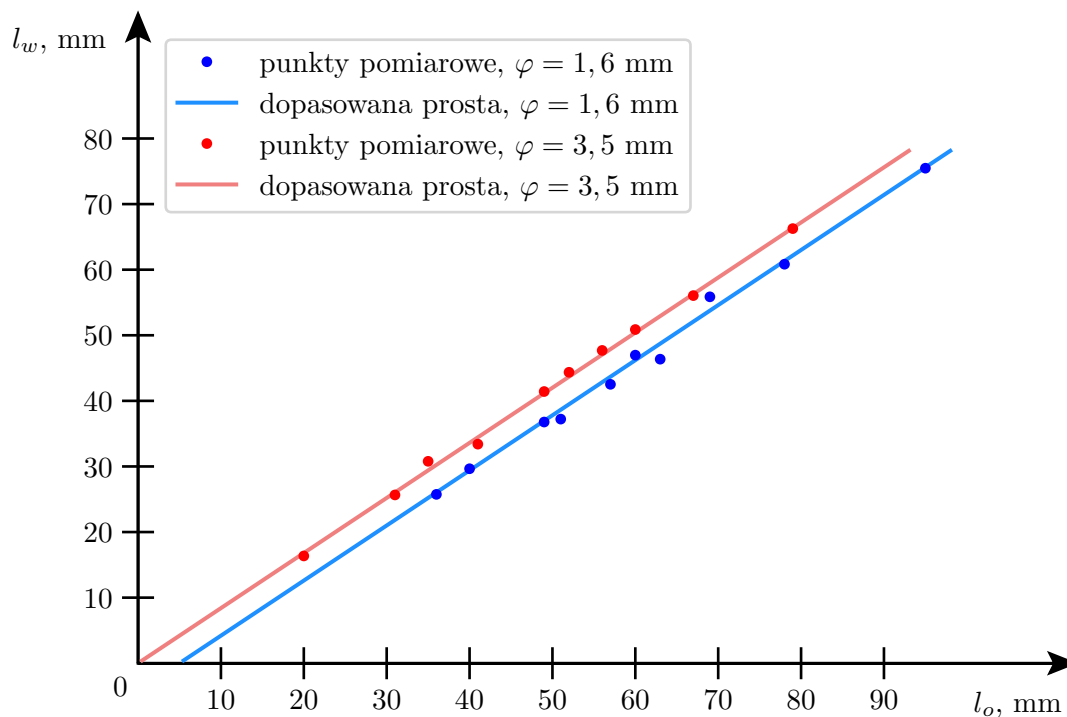
Stąd

$$l_w = \frac{d_0}{d_w} l_0 + const. \quad (3)$$

Widzimy, że wykonując serię pomiarów dla różnych ilości oleju w rurce i robiąc wykres zależności  $l_w(l_0)$  powinniśmy otrzymać linię prostą, której nachylenie  $\Delta l_w / \Delta l_0$  będzie miarą stosunku  $d_0/d_w$ .

Odporne wykresy dla dwóch rurek o różnych średnicach pokazano na rysunku 2. Metodą tą można wyznaczyć  $d_0/d_w$  z dokładnością około 1-2%. Gęstość oleju, dla którego podano tu wykresy wynosi  $(0,84 \pm 0,01) \text{ g/cm}^3$ .

Z rysunku widać, że dla rurki o średnicy 3,5 mm zjawisko włoskowatości nie ma wpływu na otrzymane wyniki. Prosta przechodzi przez początek układu, a to oznacza, że stała, którą dodaliśmy, jest równa zero. Natomiast dla rurki o średnicy 1,6 mm wpływ włoskowatości jest wyraźny – prosta nie przechodzi przez początek układu. Należy przy tym zwrócić uwagę, że proste są równoległe – mają jednakowe nachylenie. Jest to zrozumiałe, ponieważ w obu przypadkach użyto tego samego oleju.



Rys. 2

Gdyby rurka użyta do doświadczenia była szeroka (np. 3,5 mm), to wpływ włoskowatości byłby do zaniebdania. Wystarczyłoby wtedy wyznaczyć jeden punkt prostej, a wiedząc, że przechodzi ona przez początek układu, moglibyśmy wyznaczyć  $d_0/d_w$  jako stosunek  $l_w/l_0$ . W doświadczeniu zalecono użycie rurki wąskiej właśnie dlatego, żeby zbadać sytuację w przypadku, gdy włoskowatość odgrywa rolę.