

# XXXV OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP II

## Zadanie doświadczalne

### ZADANIE D1

Nazwa zadania: „Wyznaczenie współczynnika załamania cieczy”

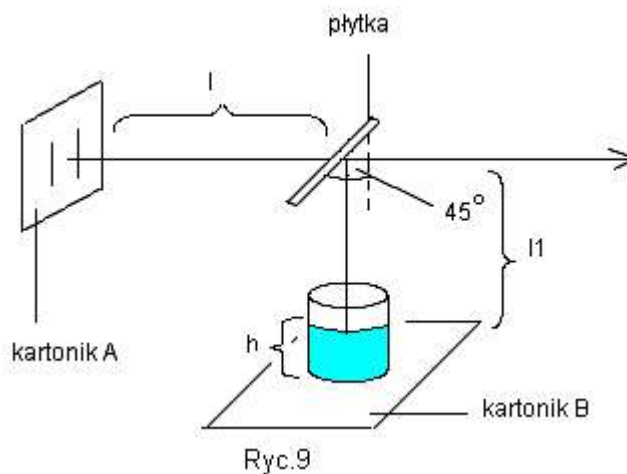
Dysponując zlewką, naczyniem z badaną cieczą, zwierciadłem półprzepuszczalnym (płytką szklaną), dwoma identycznymi kartonikami naniesionymi równoległymi kreskami, ekierką o kącie  $45^\circ$ , statywem z łapą, podstawką, lampą i papierem milimetrowym (2 arkusze) wyznacz współczynnik załamania cieczy.

### ROZWIĄZANIE ZADANIA D1

Pomiar wykonuje się w układzie przedstawionym na ryc. 9. Dobieramy tak odległości, by obrazy kartoników pokryły się. Obrazy zgrywamy przy różnych wysokościach wody w zlewce otrzymując w ten sposób zależność  $l(h)$ . Wysokość  $l_1$  utrzymujemy przy tym stałą. Wiedząc (wyprowadzenie dalej), że

$$l(h) = \text{const} + h \left( \frac{1}{n} - 1 \right)$$

z nachylenia prostej  $l(h)$  wyznaczamy  $\frac{1}{n} - 1$  a stąd  $n$ .

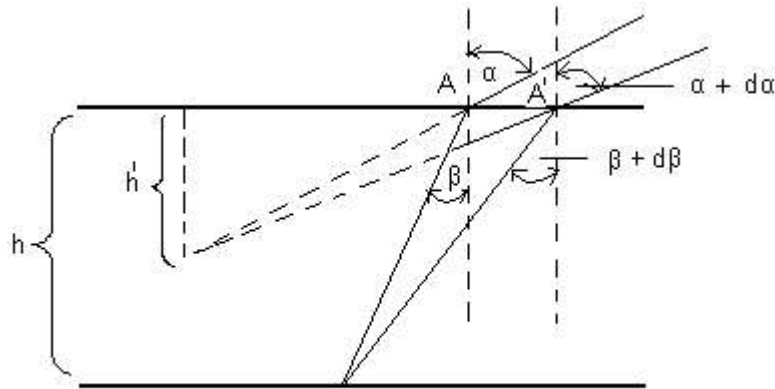


Aby wyprowadzić zależność (1) skorzystajmy z ryc. 10 i wprowadzonych tam oznaczeń. Z prawa załamania mamy

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

skąd

$$d\beta = d\alpha \frac{\cos\alpha}{n \cos\beta}$$



Ryc.10

Zatem

$$\begin{aligned} AA' &= htg(\beta + d\beta) - htg\beta = \\ &= h'tg(\alpha + d\alpha) - h'tg\alpha \end{aligned}$$

Stąd

$$h' = h \frac{tg(\beta + d\beta) - tg\beta}{tg(\alpha + d\alpha) - tg\alpha}$$

oraz

$$h' = h \frac{d\beta}{d\alpha} \cdot \frac{dtg\beta / d\beta}{dtg\alpha / d\alpha} = h \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} \cdot \frac{d\beta}{d\alpha}$$

Po odpowiednich przekształceniach przekształceniach wykorzystaniem wzorów podanych wyżej dostajemy.

$$h' = h \frac{\cos^2 \alpha}{n \left( 1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2} \right)^{3/2}}$$

Dla małych kątów otrzymujemy

$$h' = h / n$$

Przy wyprowadzeniu powyższym można rzecz jasna od początku rozpatrywać tylko padanie prawie normalne.

Przesunięcie obrazu w stosunku do przedmiotu jest równe

$$h - h' = h \left( 1 - \frac{1}{n} \right)$$

Wobec tego

$$l = const - h \left( 1 - \frac{1}{n} \right)$$

Znak „ - ‘ przed h uwzględnia fakt, że dla wyznaczenia współczynnika kierunkowego prostej wystarczy zbadać zależność przyrostu l od przyrostu h. Zmiany l i h można mierzyć od podłoża, a l od położenia kartonika A przy pokrywaniu się obrazów w zwierciadélku przy pustej zlewce.

### Instrukcja do ustawienia zadania pracowni szkolnej

Zlewka powinna mieć około 10 cm wysokości. Cieczy powinno być tyle, by starczyło jej do napełnienia zlewki. Należy podać ją w naczyniu nieprzepuszczalnym by uniknąć pokusy wykorzystania tego naczynia do wykonywania jakiś pomiarów. Jako cieczy można użyć wody z kranu. Jako płytki szklanej używanej tu charakterze zwierciadła półprzepuszczalnego, można użyć pozbawionej emulsji szklanej płyty fotograficznej formatu 9 cm x 12 cm. Kartoniki o wymiarach około 10 cm x 10 cm można wyciąć z bristolu nanosząc na nie równoległe kreski o długości ok. 3 cm, odległe od siebie o 20 mm (w przybliżeniu). Grubość kresek powinna być mniejsza niż 1 mm. Należy wykonać je czarnym niezmywalnym tuszem lub wodoodpornym flamastrem (ze względu na możliwość zalania). Bardzo ważne jest by na obu kartonikach kreski były takiej samej długości w tej samej od siebie odległości. Statyw z łapą powinien umożliwić takie uchwycenie płytki szklanej, by była ona nachylona pod kątem 45° do pionu (do ustawienia kąta wykorzystuje się ekierkę). Podstawa powinna umożliwiać osadzenie jednego z kartoników w pozycji pionowej. Można ją wykonać z odpowiednio wygiętego drutu. Wysokość podstawki powinna umożliwiać zestawienie przyrządów zgodnie z ryciną 9. lampa służy do oświetlenia jednego z kartoników – tego którego odbicie obserwuje się w płytce szklanej. Umożliwia ona poprawę stosunku jakości obrazów (obrazu kartonika widzianego na wprost i obrazu drugiego kartonika, odbitego w płytce).

Kryteria ocen:

#### A. Część teoretyczna

1. opracowanie metody (zmiany l w zależności od zmian h) do 5 pkt.
2. wprowadzenie wzoru na h' do 4 pkt.
3. zwrócenie uwagi na liniowość funkcji l(h) 1 pkt.

#### B. Część doświadczalna

1. Opis układu doświadczalnego (z uwzględnieniem polepszenia stosunku oświetlenia obrazów w zwierciadélku przy użyciu lampy) do 3 pkt.
2. Pomiary do 4 pkt.
3. Wynik 1 pkt.
4. Dyskusja błędów do 2 pkt.

Do rozwiązań stosowano kryteria w zależności od dokładności metody.

Źródło:  
Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole”  
Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie  
[www.of.szcz.pl](http://www.of.szcz.pl)