



**L OLIMPIADA FIZYCZNA**  
**(2000/2001)**  
**ZAWODY II STOPNIA**  
**CZĘŚĆ TEORETYCZNA**

**Zadanie teoretyczne — T1**

**Nazwa** - Okulary pana Hilarego

**Źródła** - Komitet Główny Olimpiady Fizycznej;

- Andrzej Wysmołek, sekretarz naukowy ds. zad. dośw. KGOF, IFD UW;

- Marek Trippenbach, Krzysztof Karpierz, *Fizyka w Szkole* nr 2, 2001;

- Paweł Janiszewski, Jan Mostowski (red.): *50 lat olimpiad fizycznych.*

*Wybrane zadania z rozwiązaniami.* WN PWN, Warszawa 2002;

- T.M. Molenda, IF US, [www.OF.szc.pl](http://www.OF.szc.pl).

---

Zdrowe oko człowieka akomoduje, zmieniając zdolność skupiającą soczewki. Dzięki temu człowiek widzi ostro z odległości od 25 cm do nieskończoności. Soczewki oczu pana Hilarego potrafią zmieniać swoją zdolność skupiającą w takim samym zakresie, jak oko zdrowego człowieka. Niestety miejsce, w którym dają ostry obraz, nie odpowiada głębokości gałki ocznej pana Hilarego i to do tego stopnia, że nie widzi on ostro z żadnej odległości. Określ, jaką wadę wzroku (krótkowzroczność czy dalekowzroczność) ma pan Hilary i podaj warunek, jaki powinna spełniać zdolność skupiająca soczewek jego okularów.

## Rozwiązanie zadania T1 — L OF, II stopień, część teoretyczna

Rozważmy najpierw zdrowe oko. Oznaczmy przez  $y$  głębokość gałki ocznej, to znaczy odległość od soczewki do siatkówki, gdzie powstaje obraz. Jeśli zdrowy człowiek patrzy na bardzo odległy przedmiot, to jego soczewka oczna przyjmuje zdolność skupiającą  $f_{\max}^{-1}$  spełniającą równanie

$$\frac{1}{f_{\max}} = \frac{1}{y}.$$

Jeśli natomiast zdrowy człowiek widzi ostro przedmiot znajdujący się w odległości  $x_{\min} = 25$  cm, to zdolność skupiająca soczewki jego oka  $f_{\min}^{-1}$  jest taka, że

$$\frac{1}{f_{\min}} = \frac{1}{x_{\min}} + \frac{1}{y}.$$

Zdolność akomodacyjna oka, czyli różnica między maksymalną i minimalną zdolnością skupiającą soczewki ocznej wynosi zatem

$$\frac{1}{f_{\min}} - \frac{1}{f_{\max}} = \frac{1}{x_{\min}} = 4D,$$

gdzie D — dioptria ( $1D = 1\text{m}^{-1}$ ).

Rozważmy teraz oko pana Hilarego. Zgodnie z treścią zadania soczewka oczna pana Hilarego może zmieniać swą zdolność skupiającą w takim samym zakresie, jak u zdrowego człowieka. Ponieważ nie widzi on ostro z żadnej odległości, to odległość soczewki od siatkówki  $y$  (głębokość gałki ocznej pana Hilarego) jest taka, że równanie soczewki

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \quad (1)$$

nie jest spełnione dla żadnej odległości przedmiotu od oka  $x$  i żadnej zdolności skupiającej z przedziału  $[1/f_{\max}, 1/f_{\min}]$ . Prawa strona równania (1) może być dowolnie duża (dla małych wartości  $x$ ). Brak rozwiązań równania (1) oznacza, że lewa strona równania jest za mała. A zatem

$$\frac{1}{f_{\min}} > \frac{1}{y}.$$

Pan Hilary jest więc dalekowidzem. Aby ostro widzieć, powinien używać okularów o skupiających soczewkach. Oznaczmy ogniskową soczewki w okularach przez  $f_{\text{ok}}$ . Zdolność skupiająca układu soczewki ocznej i soczewki okularów jest równa  $1/f + 1/f_{\text{ok}}$ , jeśli są one blisko siebie. Aby pan Hilary widział ostro z odległości  $x_{\min}$ , ogniskowa  $f_{\text{ok}}$  musi spełniać równanie

$$\frac{1}{f_{\text{ok}}} + \frac{1}{f_{\min}} = \frac{1}{x_{\min}} + \frac{1}{y}.$$

A zatem

$$\frac{1}{f_{\text{ok}}} = \frac{1}{x_{\min}} + \frac{1}{y} - \frac{1}{f_{\min}} > \frac{1}{x_{\min}} = 4D.$$

Pan Hilary powinien nosić okulary o zdolności skupiającej co najmniej 4D.