

**L OLIMPIADA FIZYCZNA (2000/2001). Etap II, zadanie 1, teoretyczne - T1.**

**Źródło:** 50 lat olimpiad fizycznych. Wybrane zadania z rozwiązaniami

**Autor:** pod red. Janiszewski P. Mostowski J. PWN, Warszawa 2002

**Nazwa zadania:** Okulary pana Hilarego

**Działy:** Optyka

**Słowa kluczowe:** Soczewka, akomodacja, zdolność skupiająca

**Zadanie teoretyczne - T1, zawody II stopnia, L OF (2000/2001)**

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**

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

$$\frac{1}{f_{\max}} = \frac{1}{y} . \quad (1)$$

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

$$\frac{1}{f_{\min}} = \frac{1}{x_{\min}} + \frac{1}{y} . \quad (2)$$

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

$$\frac{1}{f_{\min}} - \frac{1}{f_{\max}} = \frac{1}{x_{\min}} = 4D , \quad (3)$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \quad (4)$$

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 (4) może być dowolnie duża (dla małych wartości  $x$ ). Brak rozwiązań równania (4) oznacza, że lewa strona równania jest za mała. A zatem

$$\frac{1}{f_{\min}} > \frac{1}{y} . \quad (5)$$

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

$$\frac{1}{f_{ok}} + \frac{1}{f_{min}} = \frac{1}{x_{min}} + \frac{1}{y}. \quad (6)$$

A zatem

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{x_{min}} + \frac{1}{y} - \frac{1}{f_{min}} > \frac{1}{x_{min}} = 4D. \quad (7)$$

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