

# XXXI OLIMPIADA FIZYCZNA

(1981/1982)

## ZAWODY III STOPNIA

### CZEŚĆ TEORETYCZNA

#### Zadanie teoretyczne – T1B<sup>1</sup>

**Nazwa** – Uzyskiwanie wiązki równoległej z punktowego źródła światła za pomocą soczewki wklęsło-wypukłej.

**Źródła** – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej

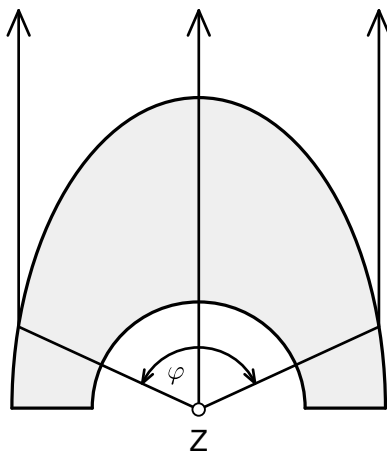
– Andrzej Kotlicki<sup>2</sup>, Andrzej Nadolny<sup>3</sup>, Krystyna Pniewska<sup>4</sup>: *Fizyka w Szkole* nr 5, 1982, s. 276–282

– Andrzej Nadolny, Krystyna Pniewska: *Olimpiada Fizyczna XXIX–XXXI*, WSiP, Warszawa 1986, s. 187, 189–190

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

---

W celu uzyskania równoległej wiązki światła emitowanego przez punktowe źródło zastosowano soczewkę wklęsło-wypukłą, której powierzchnia wklęsła ma kształt sferyczny. Źródło Z umieszczone jest w środku tej sfery jak na rys. 1. Kształt powierzchni wypukłej jest dobrany odpowiednio, aby zapewnić dokładną równoległość wiązki. Współczynnik załamania szkła soczewki wynosi  $n$ .

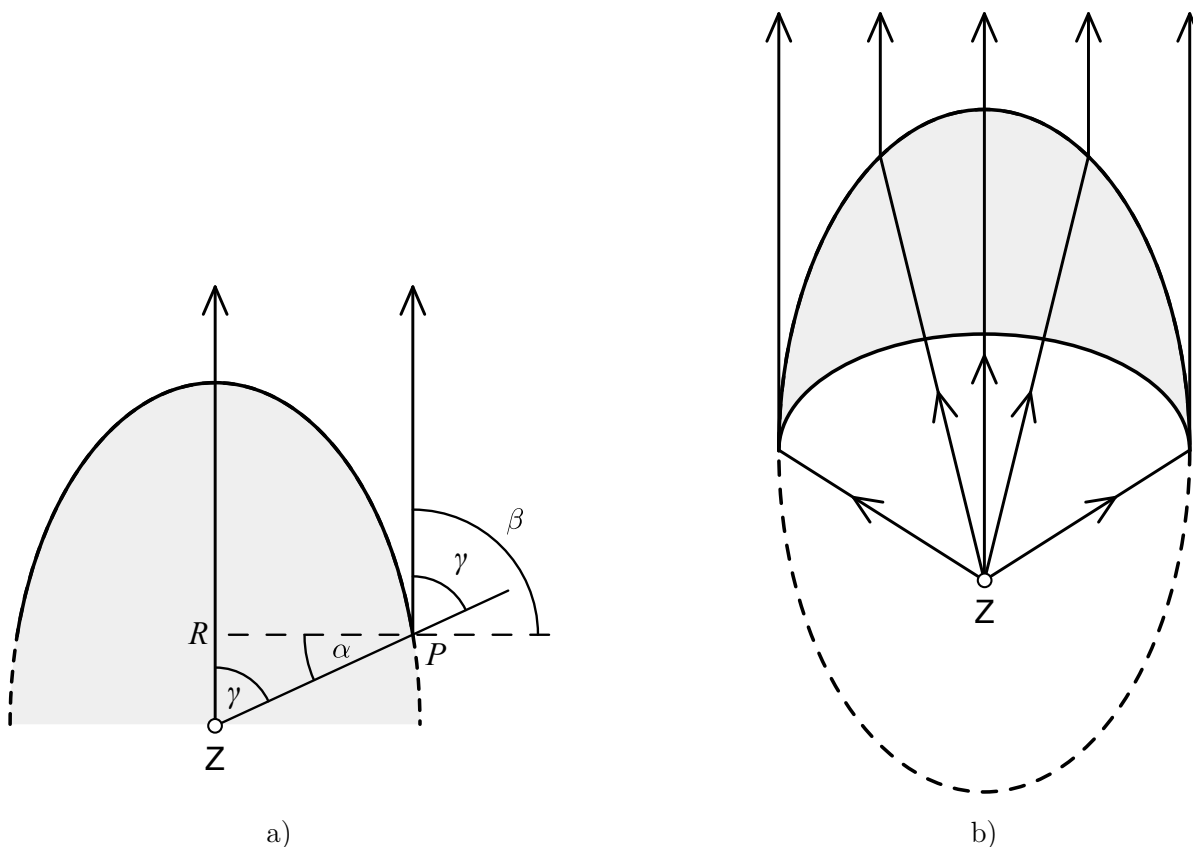


Rys. 1

Z jakiego maksymalnego kąta  $\varphi$  soczewka taka może zbierać promieniowanie wychodzące ze źródła?

### Rozwiązanie zadania T1B – XXXI OF, III stopień, część teoretyczna

Na wewnętrzną powierzchnię sferyczną soczewki promienie świetlne padają prostopadłe, a zatem nie ulegają na niej załamaniu. Można więc rozpatrywać sytuację taką, jakby źródło  $Z$  znajdowało się wewnątrz szkła soczewki. Jak widać z rysunku 2a promień wychodzący ze źródła pod kątem  $\gamma$  względem osi optycznej ulega na powierzchni soczewki załamaniu pod tym samym kątem. Stąd maksymalny kąt  $\varphi/2$  dla promienia skrajnego jest równy maksymalnemu kątowi załamania



Rys. 2

na granicy szkło-powietrze. Przypadek ten zachodzi wtedy, gdy promień wychodzący ze źródła pada na powierzchnię soczewki w punkcie  $P$  pod kątem granicznym i po załamaniu opuszcza soczewkę w kierunku stycznym do jej powierzchni ( $\beta = 90^\circ$ ). Ponieważ kierunek ten jest równoległy do osi soczewki, normalna  $PR$  do powierzchni soczewki w punkcie  $P$  jest prostopadła do  $ZR$ . Ponieważ  $\beta = 90^\circ$ , z prawa załamania wynika, że  $\sin \alpha = 1/n$ , co jest równoważne  $\cos \varphi/2 = 1/n$ . Stąd otrzymujemy  $\varphi = 2 \arccos(1/n)$ .

W uzupełnieniu podamy informację, że powierzchnia omawianej soczewki, formującej światło wychodzące ze źródła punkowego w wiązkę równoległą, jest częścią elipsoidy obrotowej, której jedno z ognisk – to bardziej odległe od powierzchni soczewki – znajduje się w punkcie  $Z$ . Dokładny kształt takiej soczewki przedstawia rysunek 2b.

**Punktacja**

Za ten punkt zadania T1 można było otrzymać maksymalnie 2 pkt.

*Komentarz*

Analizując rozwiązania zadania T1 dało się stwierdzić niedokładne czytanie treści zadań przez uczestników. W tym punkcie zadania część zawodników, być może sugerowana rysunkiem 1 (który celowo był narysowany niezupełnie poprawnie), nie potrafiła sobie poradzić z poprawnym narysowaniem biegu skrajnego promienia.

---

<sup>1</sup>Zadanie składało się z czterech punktów, dla których odpowiedzi należało krótko uzasadnić (przyp. red.).

<sup>2</sup>Andrzej Kotlicki (wówczas dr) był kierownikiem organizacyjnym w KGOF od XXV OF do XXXVII OF, w tym okresie był współautorem artykułów w *Fizyce w Szkole* z OF i współautorem z W. Gorzkowskim książki *Olimpiada fizyczna. Wybrane zadania doświadczalne z rozwiązaniami*. W latach 1984–1999 był sekretarzem Międzynarodowej Olimpiady Fizycznej. (Od 1991 r. – prof. University of British Columbia.) (przyp. red.)

<sup>3</sup>Dr Andrzej Nadolny był sekretarzem naukowym ds. zadań w KGOF od II st. XXX OF do XXXI OF, w tym okresie był współautorem artykułów w *Fizyce w Szkole* z OF (przyp. red.).

<sup>4</sup>Krystyna Pniewska (Garbowska–Pniewska) pełniła funkcję Kierownika Organizacyjnego Olimpiady Fizycznej w XXX OF w 1981 r, w XXXIV OF i następnie, wspólnie z dr A. Kotlickim, do XXXVII OF; w tym okresie była autorką lub współautorką artykułów w *Fizyce w Szkole* z OF, współautorką ww. książki (przyp. red.).

<sup>5</sup>Przyjęto, że źródło światła Z znajduje się w punkcie oznaczonym przez Z (przyp. red.).