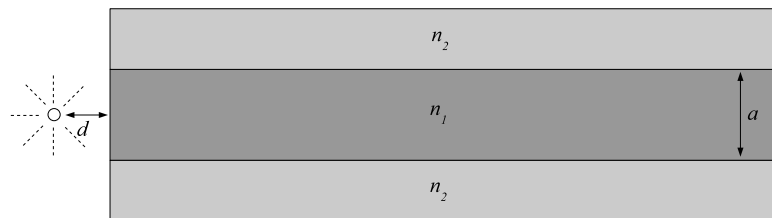


# Całkowite wewnętrzne odbicie i soczewki

*Pamiętaj, że zadania z Fizyki są po to żeby zmierzyć się z nimi samemu i spróbować przetrzeć odpowiednie ścieżki w swoim mózgu.*

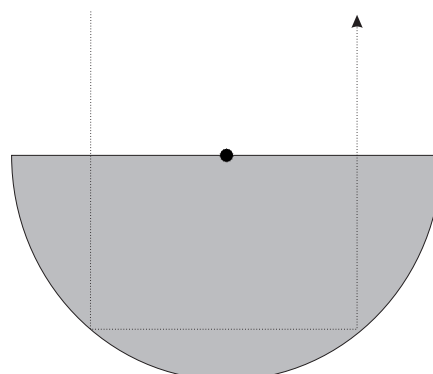
**Zadanie 1** Nurek, będąc pod wodą spojrział się w górę ku powierzchni wody. Ku jego zdumieniu ujrzał jasny krąg o rozmiarze kątowym  $96^\circ$ , w którym to kręgu widział obrazy przedmiotów znajdujących się ponad wodą. Wokół tego kręgu nie widział już nic ze świata znajdującego się ponad powierzchnią wody, a jedynie odbicia obiektów znajdujących się pod wodą. Czy potrafisz to wytłumaczyć?

**Zadanie 2** Rozważmy model światłowodu o kołowym przekroju poprzecznym, w którym wewnętrzny rdzeń o średnicy  $a = 50\mu\text{m}$  charakteryzuje się współczynnikiem załamania  $n_1 = 1,475$ , a otaczająca go otulina (której konkretna grubość nie ma znaczenia dla zachowania światłowodu) charakteryzuje się współczynnikiem załamania  $n_2 = 1,460$ .



1. Pod jakim maksymalnym kątem do poziomu może biec promień światła w rdzeniu światłowodu aby ulegał całkowitemu wewnętrznemu odbiciu?
2. U wlotu światłowodu w odległości  $d = 25\mu\text{m}$  umieszczono źródło światła wysyłające promienie na około we wszystkich kierunkach. Promienie wychodzące pod jakim kątem z tego źródła wejdą do rdzenia światłowodu, a następnie będą doznawały w światłowodzie całkowitego wewnętrznego odbicia?

**Zadanie 3** Rozważmy półkołowy krążek o promieniu  $r = 5\text{cm}$  ze szkła o współczynniku załamania  $n = 1.5$ . Świecimy na niego prostopadłe od jego płaskiej strony. W jakiej odległości od środka krążka trzeba trafić wiązką aby zobaczyć taki bieg promienia jak na rysunku (promień wychodzi równoległe do promienia padającego):



Czy w tej sytuacji wewnątrz krążka zachodzi całkowite wewnętrzne odbicie?

**Zadanie 4** Przedmiot umieszczony został w odległości  $x = 3f/2$  od soczewki skupiającej.

1. Skonstruuj graficznie obraz przedmiotu? Jakie będą jego cechy (powiększony/pomniejszony, pozorny/rzeczywisty, prosty/odwrócony)
2. Wyznacz położenie obrazu z równania soczewki – czy zgadza się z graficzną konstrukcją?
3. Oblicz powiększenie przedmiotu
4. Powtórz powyższe polecenia dla  $x = f/2$

**Zadanie 5** Uczniowie pewnego liceum przeprowadzili eksperyment, w którym za pomocą soczewki skupiającej badali zależność między odległością od soczewki w jakiej powstaje ostry obraz rzeczywisty ( $y$ ), a odległością przedmiotu od soczewki ( $x$ ). Uzyskali następujące wyniki:

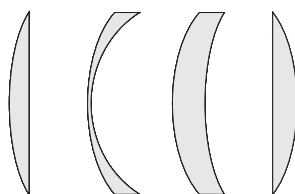
$x$	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00
$y$	62.32	42.20	33.52	31.78	30.44	24.78	26.69	24.00

1. Poprzez odpowiednie przekształcenie danych, a następnie dopasowanie prostej wyznacz ogniskową soczewki – nie musisz podawać niepewności pomiarowej.
2. Czy w takiej soczewce może powstać obraz pozorny. Jeśli tak to w jakich okolicznościach?

**Zadanie 6** Wyobraź sobie, że masz soczewkę skupiającą zrobioną ze szkła ( $n = 1.5$ ), o ogniskowej  $f = 20\text{cm}$ . Jak będzie się zachowywać taka soczewka jeśli włożymy ją do wody ( $n = 1.33$ ). Czy jej ogniskowa się zwiększy czy zmniejszy?

*Wskazówka.* Zastanów się czy załamanie na granicy woda-szkło jest większe czy mniejsze niż na granicy powietrze-szkło.

**Zadanie 7** Które z poniższych soczewek są skupiające o które rozpraszające:



**Zadanie 8\*** Rozważmy dwie soczewki o ogniskowych  $f_1, f_2$  ustawione tuż za sobą. Jaką efektywnie ogniskową ma taki układ soczewek?

*Wskazówka.* Potraktuj obraz otrzymany na wyjściu pierwszej soczewki jako przedmiot na wejściu drugiej soczewki – pomyśl o odpowiednich znakach.

## Odpowiedzi

**Zadanie 1**  $96^\circ$  to dwa razy  $48^\circ$ , a  $48^\circ$  to kąt graniczny całkowitego wewnętrznego odbicia promienia wychodzącego z wody do powietrza. Teraz już powinno pójść łatwo...

**Zadanie 2** Maksymalnie może biec pod kątem  $8.18^\circ$ , wtedy kąt padania będzie równy  $81.8^\circ$ , czyli kątowi granicznemu dla całkowitego wewnętrznego odbicia na granicy tych ośrodków. Promienie muszą wychodzić pod kątem  $\alpha \leq 12.1^\circ$  do poziomemu.

**Zadanie 3** W odległości  $5\text{cm}/\sqrt{2} \approx 3.53\text{cm}$ .

**Zadanie 4** 1. powiększony, rzeczywisty, odwrócony; 2.  $y = 3f$ ; 3.  $m = 2$ ; 4. powiększony, pozorny, prosty;  $y = -f$ ;  $m = 2$

**Zadanie 5** 1.  $f \approx 20\text{cm}$  (z dopasowania prostej może wyjść między  $18\text{cm}$  a  $22\text{cm}$ ); (możesz się wspomóc programem Panda, wtedy powinno Ci wyjść z dopasowania prostej  $f = 21.5\text{cm}$ ) 2. tak jeśli  $x < f$

**Zadanie 6** Zwiększy się. Soczewka będzie słabiej załamywać światło.

**Zadanie 7** skupiająca, rozpraszająca, skupiająca, skupiająca

**Zadanie 8**  $f = \frac{1}{1/f_1 + 1/f_2}$