

1. Narysuj wykres zależności mocy optycznej soczewki o promieniach krzywizny:  $r_1 = +0,1$  m;  $r_2 = -0,1$  m w zależności od grubości  $d$ , wykorzystując wzór:

$$\Phi = (n-1) \left[ \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right] + \frac{d(n-1)^2}{nr_1r_2}$$

(Ważne: liniowa zależność typu  $f(x) = Ax + B$ , przy czym role zmiennej  $x$  gra grubość  $d$ ).

2. Oblicz położenie płaszczyzn głównych soczewki z zadania 1, w sytuacji gdy znajduje się w powietrzu, a grubość soczewek wynosi  $d = 3$  cm.
3. Przedmiot rzeczywisty ustawiono przed soczewką z zadania 2, w odległości równej podwojonej ogniskowej. Narysuj schemat układu i bieg promieni przez soczewkę z użyciem pojęcia płaszczyzn głównych.
4. Oblicz dla jakiej grubości  $d$  soczewka o promieniach krzywizny:  $r_1 = +0,2$  m,  $r_2 = -0,2$  m posiada w powietrzu moc optyczna równa 0.
5. Oblicz różnicę zdolności zbierającej soczewki skupiającej o grubości  $d = 5$  mm i promieniach krzywizny:  $r_1 = 300$  mm,  $r_2 = -300$  mm, dla przypadków gdy traktujemy ją jak soczewkę cienką (zaniedbując  $d$ ) oraz grubą.
6. Oblicz zdolność zbierającą i ogniskową w powietrzu soczewki grubej o parametrach:  $r_1 = 200$  mm,  $r_2 = 400$  mm,  $d = 10$  mm,  $n = 1,5$ . Oblicz położenie ogniska korzystając ze wzoru na moc optyczna powierzchni sferycznej:

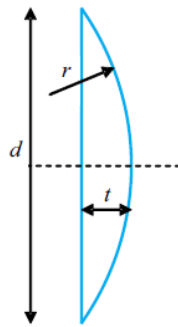
$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{r}$$

oraz za pomocą pojęcia płaszczyzn głównych. Sprawdź, czy otrzymujesz ten sam wynik w obu przypadkach.

7. Oblicz położenie płaszczyzn głównych soczewki o parametrach:  $r_1 = 200$  mm,  $r_2 = 200$  mm,  $d = 10$  mm,  $n = 1,5$ . Zinterpretuj wynik.
8. Oblicz położenie płaszczyzn głównych soczewki płasko-wypukłej o promieniu krzywizny  $r = -100$  mm i grubości  $d = 1$  cm.
9. **Układ A:** Cienka dwuwypukła soczewka o promieniach krzywizny równych  $r_1 = 6$  cm oraz  $r_2 = -0,3$  m tworzy obraz przezrocza na ekranie i jest ustawiona w taki sposób, że obraz jest tej samej wielkości, co przedmiot. **Układ B:** Zamiast soczewki cienkiej wstawiamy soczewkę grubą o tych samych promieniach krzywizny, co poprzednio, ale o grubości  $d = 1,08$  cm. Ustawiamy elementy tak, aby nadal mieć tę samą wielkość przedmiotu i obrazu. Oblicz, jakiej długości są oba układy. Narysuj oba układy, zaznacz położenie soczewek (tworzących je powierzchni) oraz płaszczyzn głównych, przedmiotu i obrazu.

10. Pewien układ projekcyjny składa się z podświetlanego przezrocza, soczewki oraz ekranu i dokonuje obrazowania rzeczywistego przedmiotu w rzeczywisty (odwrócony) obraz z powiększeniem  $\beta = -5$ . Oblicz, jaka jest długość układu w przypadku, gdy a) soczewka jest cienką, o promieniach krzywizny  $r_1 = -r_2 = 0,2$  m; b) soczewka jest grubą o takich samych promieniach krzywizny jak cienką, ale o grubości  $d = 20$  mm. Narysuj schematy obu układów zaznaczając położenie wszystkich istotnych elementów. Przyjmij, że współczynnik załamania światła w szkłe, z którego są wykonane soczewki wynosi  $n = 1,5$ .

11. Oblicz minimalną grubość na osi soczewki płasko-wypukłej  $t$  o promieniu krzywizny  $r = -30$  cm i średnicy  $d = 5$  cm.



12. Oblicz minimalną grubość soczewki płasko-wklęsłej o  $r = 30$  cm i średnicy  $d = 10$  cm.
13. Soczewka wypukła o promieniach krzywizny:  $r_1 = 10$  mm i  $r_2 = -15$  mm, wykonana z tworzywa sztucznego o współczynniku załamania  $n = 1,6$  i grubości  $d = 2$  mm, pływa po powierzchni wody ( $n_w = 4/3$ ), przy czym powierzchnia o mniejszym promieniu krzywizny jest zwrócona do góry (powietrze). Oblicz długość ogniskowych tej soczewki korzystając ze wzru soczewkowego i wergencji.
14. Symetryczna soczewka dwuwypukła o grubości  $d = 15$  mm, wykonana ze szkła optycznego o współczynniku załamania  $n = 1,6$  ma moc optyczną o  $\Phi = 1/4$  D mniejszą w stosunku do sytuacji, gdyby traktować ją jako cienką. Oblicz położenia płaszczyzn głównych tej soczewki. Narysuj schemat soczewki zaznaczając położenie płaszczyzn głównych, przedmiotu położonego 5 cm przed płaszczyzną główną przedmiotową oraz jego obrazu (obliczonego ze wzoru soczewkowego).
15. Balon z przezroczystej rozciągliwej folii wypełniony wodą pełni funkcję soczewki w gigantycznym projektorze. Balon może mieć średnicę od 0,5 m do 1 m, regulowaną ilością wody w balonie. Traktując balon jak soczewkę grubą i pomijając wpływ folii oblicz w jakim zakresie zmienia się ogniskowa tej soczewki? Ile trzeba przesunąć balon, aby przedmiot zawsze znajdował się w płaszczyźnie ogniskowej? Przyjmij współczynnik załamania światła dla wody  $n_w = 4/3$ .
16. Oblicz położenie przedmiotu, wiedząc że obraz powstaje w odległości  $l = 40$  cm od soczewki o parametrach:  $r_1 = 0,2$  m;  $r_2 = 0,4$  m;  $n = 1,9$ ;  $d = 3$  cm ( $d$  oznacza grubość soczewki).