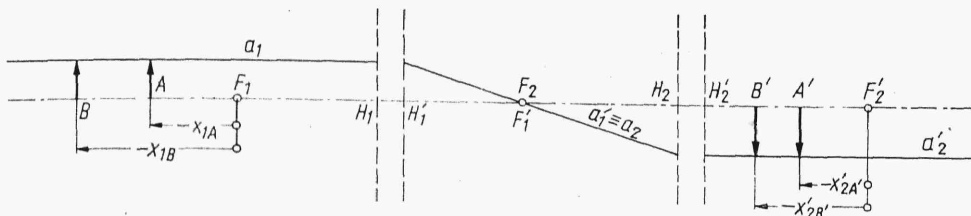


2.2.3. Układy bezogniskowe (teleskopowe)

Bardzo ważnym przypadkiem jest układ złożony, dla którego $\Delta = 0$ i wtedy ognisko przedmiotowe drugiego układu pokrywa się z ogniskiem obrazowym pierwszego. Ze wzorów (2.16) wynika, że ogniska całego ukła-



Rys. 2.15

du leżą wówczas nieskończenie daleko. Oznacza to, że prostej a_1 równoległej do osi odpowiada prosta a_2' również równoległa do osi (rys. 2.15). Jest to przypadek pominięty w ogólnych rozważaniach p. 2.2.1.

Zgodnie z wzorami (2.20) i (2.21c) położenie obrazu może być wyznaczone z wyrażenia

$$x_2' = \frac{f_2 f_2'}{f_1 f_1'} x_1 = \alpha x_1 \quad (2.23)$$

Powiększenia układu bezogniskowego zgodnie z (2.21) wynoszą

$$\beta = \frac{f_2}{f_1'} \quad (2.24a)$$

$$\gamma = \frac{f_1}{f_2'} \quad (2.24b)$$

$$\alpha = \frac{f_2 f_2'}{f_1 f_1'} \quad (2.24c)$$

Dla układu bezogniskowego powiększenia są więc niezależne od położenia przedmiotu. Jest to bardzo cenna własność tego układu często wykorzystywana przy konstrukcjach układów optycznych. Dowód niezależności dla powiększenia poprzecznego wynika również z równoległości sprzężonych prostych a_1 i a_2' (rys. 2.15). Przedmiotom A i B równej wielkości odpowiadają obrazy A' i B', również równej wielkości.

Nazwa „układ bezogniskowy” pochodzi stąd, że układ ten nie ma ogniska w skończonej odległości, to znaczy nie jest układem ogniskującym. Z rozważań — podanych w rozdz. 5.2 wynika, że lunety jako przyrządy przeznaczone do obserwacji dalekich przedmiotów muszą być układem bezogniskowym. Stąd inna jeszcze nazwa tego układu: „układ teleskopowy” (grec. *tele* — daleko, *skopeo* — patrzeć).

2.2.4. Układy idealne

Jeżeli obraz dawany przez układ optyczny doskonały jest podobny do przedmiotu, to układ ten nazywa się *układem idealnym* dla danego przedmiotu. Warunek przekształcenia z zachowaniem podobieństwa jest spełniony przez każdy układ doskonały dla dowolnych sprzężonych płaszczyzn prostopadłych do osi. Wynika to z niezależności powiększenia poprzecznego od współrzędnych rozpatrywanego punktu w tej płaszczyźnie. Obra-

zem dowolnej figury geometrycznej będzie wówczas figura o tym samym kształcie tylko $|\beta|$ -krotnie powiększona. Przekształcenie takich płaszczyzn polega więc na zmianie skali rozpatrywanej figury.

Przy rozpatrywaniu przedmiotów trójwymiarowych warunkiem podobieństwa obrazu i przedmiotu jest jednakowa skala odwzorowania w kierunku prostopadłym i wzdłuż osi optycznej, to znaczy $|\beta| = |\alpha|$. Zgodnie z (2.14c) musi być wtedy spełnione $\gamma = \pm 1$. Dla układu ogniskującego powiększenia są funkcją położenia przedmiotu i układ taki jest tylko lokalnie idealny, a mianowicie nieskończenie blisko płaszczyzn, dla których $\gamma = 1$ i $\gamma = -1$. Przedmiot trójwymiarowy o skończonych wymiarach jest przekształcany przez układ ogniskujący z deformacją i obraz tego przedmiotu nie jest nigdy podobny do przedmiotu.

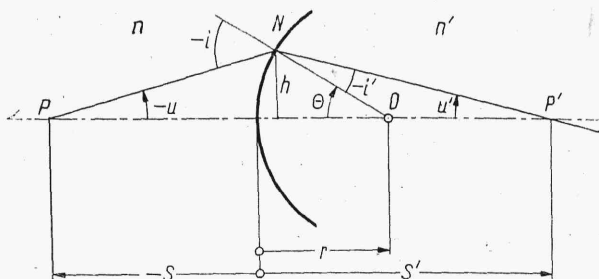
Natomiast układem idealnym może być układ bezogniskowy ponieważ dla niego powiększenia są niezależne od położenia przedmiotu. Wtedy zgodnie z (2.24) musi być spełnione $f_1 = \pm f_2$, a więc i $|\alpha| = |\beta| = f_2/f_1$. Warunki te nie są jednak interesujące dla praktyki, ponieważ jak to wynika z rozważań następnego podrozdziału, dla układów rzeczywistych, znajdujących się w tym samym ośrodku musi być $|\alpha| = |\beta| = |\gamma| = 1$. Obraz będzie więc dokładnie taki sam jak przedmiot.

2.3. Układy rzeczywiste

2.3.1. Powierzchnia sferyczna jako układ optyczny

Przy omawianiu właściwości układów optycznych doskonałych pominięto całkowicie budowę układu optycznego, ponieważ do opisanego praw przekształcenia przestrzeni przedmiotowej w obrazową wystarczyło przyjęcie z definicji przekształcenia punktowego. Zostanie rozważone, czy wymienione założenie było usprawiedliwione i czy właściwości układów optycznych, składających się w omawianym przypadku z pewnej skończonej liczby powierzchni o skokowej zmianie współczynnika załamania, dają się ująć prawami wyprowadzonymi dla układów doskonałych.

W tym celu zostanie rozpatrzony najpierw elementarny układ optyczny, technologicznie najprostszy, jakim jest pojedyncza powierzchnia sferyczna o promieniu r dzieląca dwa ośrodki o współczynnikach załamania



Rys. 2.16

n i n' (rys. 2.16). Reguły odwzorowania takiej powierzchni można rozpatrywać tylko w jednej płaszczyźnie, ponieważ dla danego źródła światła P prostą łączącą P ze środkiem krzywizny O sfery można uważać za obrotową oś symetrii układu.