

SKFiz

Studenckie Koło Fizyki
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego



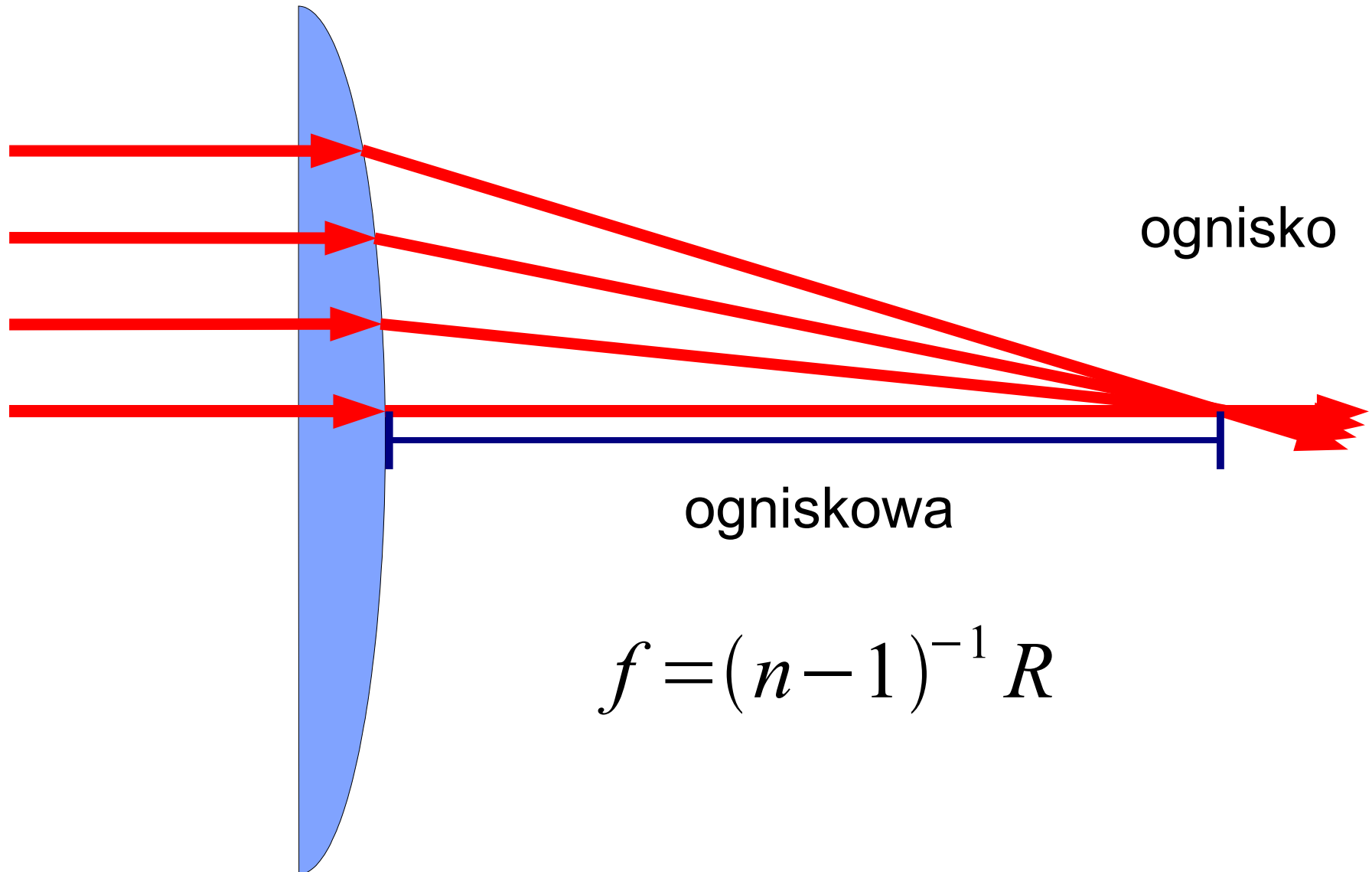
Płytki strefowe Fresnela – soczewki dyfrakcyjne

Piotr Migdał

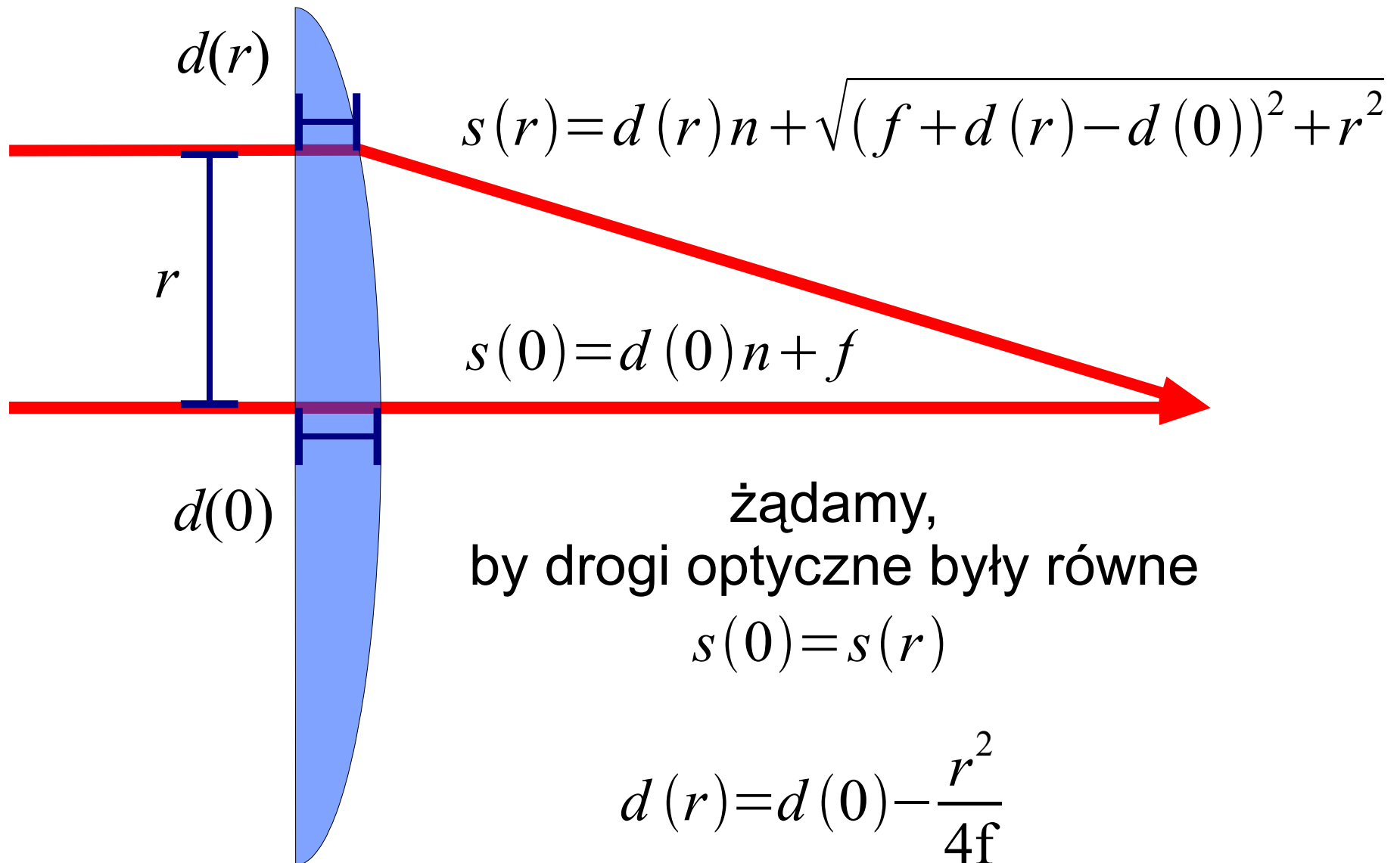


VI Ogólnopolska Sesja Naukowa Kół Fizyków
16-18.11.2007 Lublin

Szklana soczewka – geometrycznie



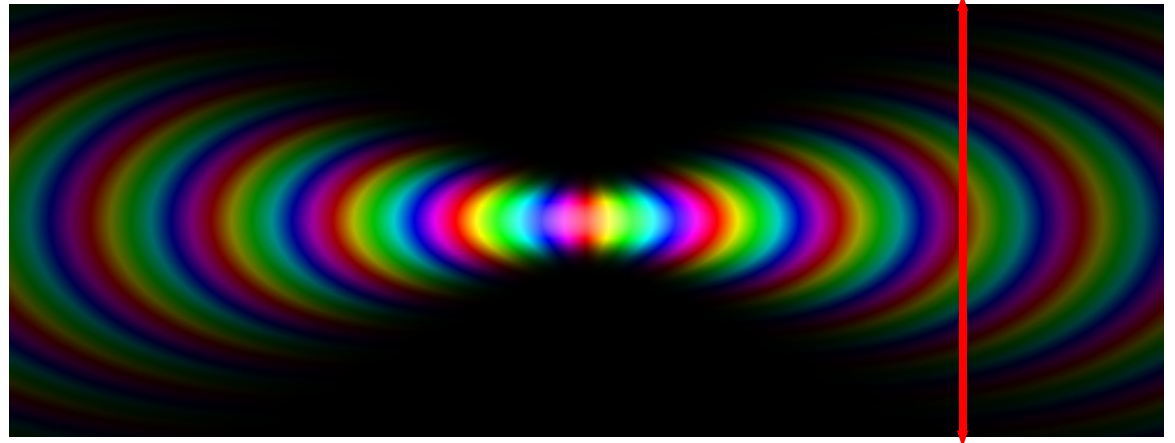
Szklana soczewka – interferencyjnie



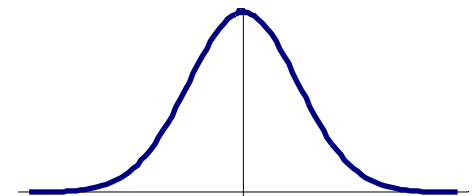
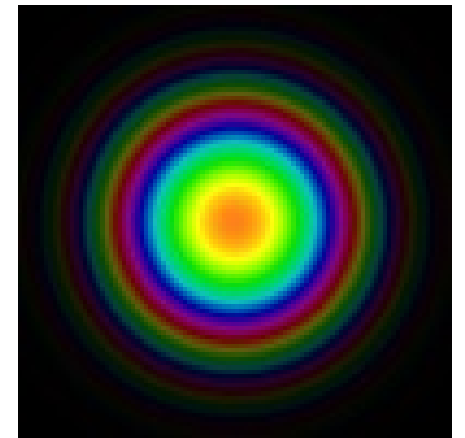
Wiązka gaussowska

TEM₀₀

$$E(r, z) = E_0 \frac{w_0}{w(z)} \exp\left(-\frac{r^2}{w^2(z)}\right) \times \exp\left(-ikz - i\frac{\pi r^2}{R(z)\lambda} + i\zeta(z)\right)$$

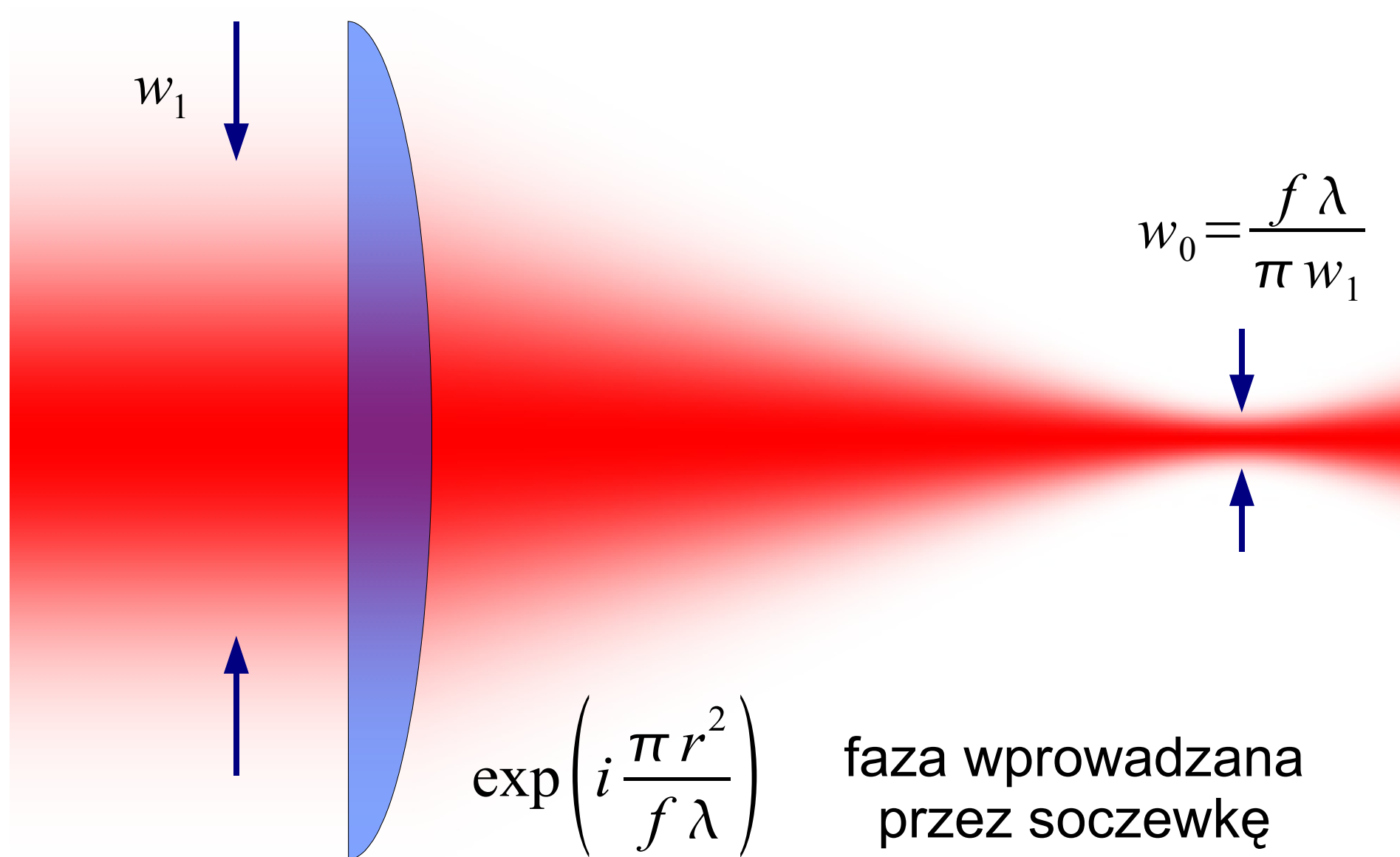


- Prawdziwe tylko w przybliżeniu przyosiowym
- Wiązka o najmniejszej dyfrakcji
- Z lasera wychodzi właśnie to

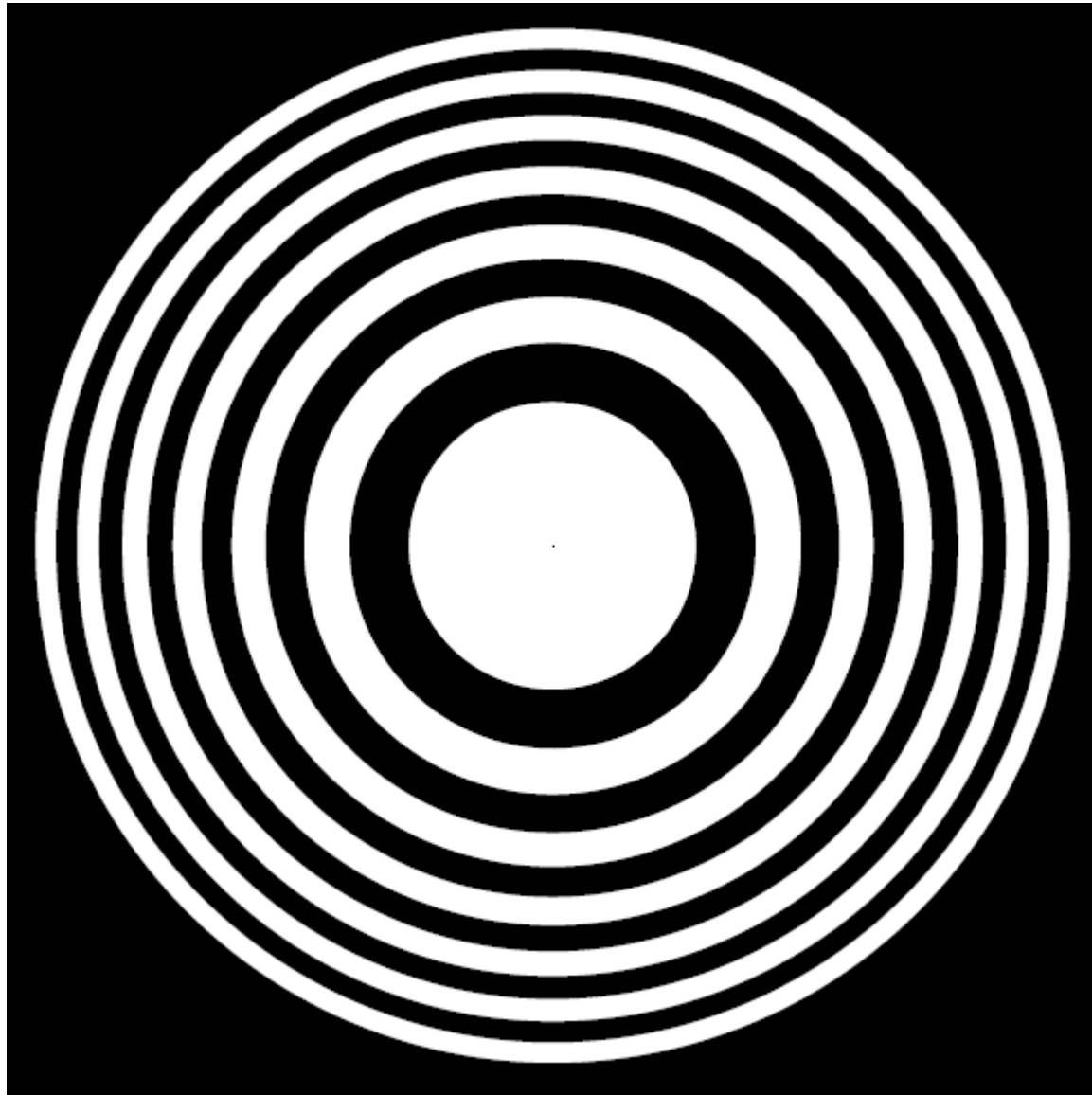


Szklana soczewka

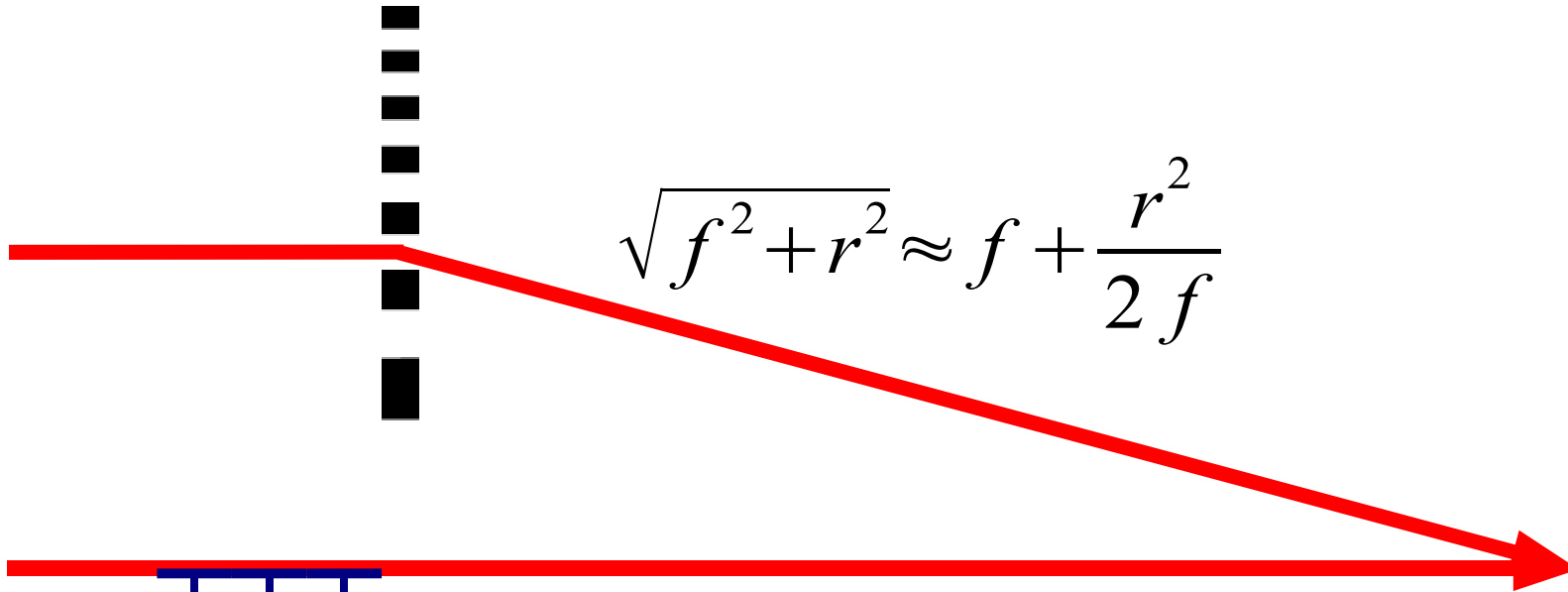
– przechodząca wiązka gaussowska



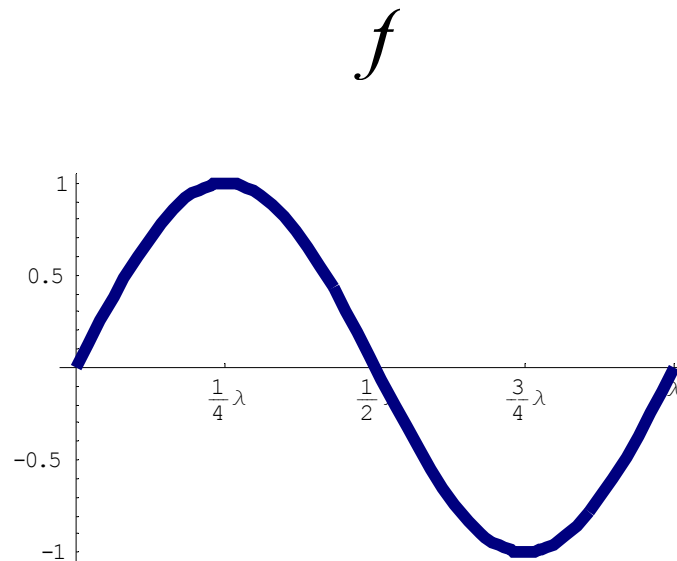
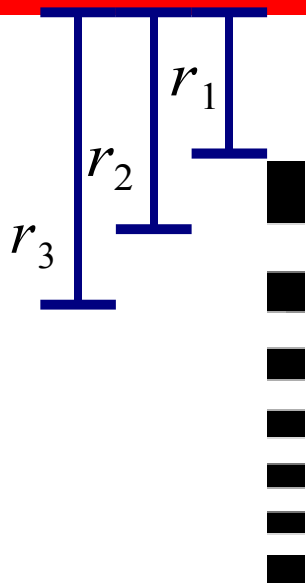
Płytką strefowa Fresnela



Płytki strefowa – interferencyjnie



$$\sqrt{f^2 + r^2} \approx f + \frac{r^2}{2f}$$

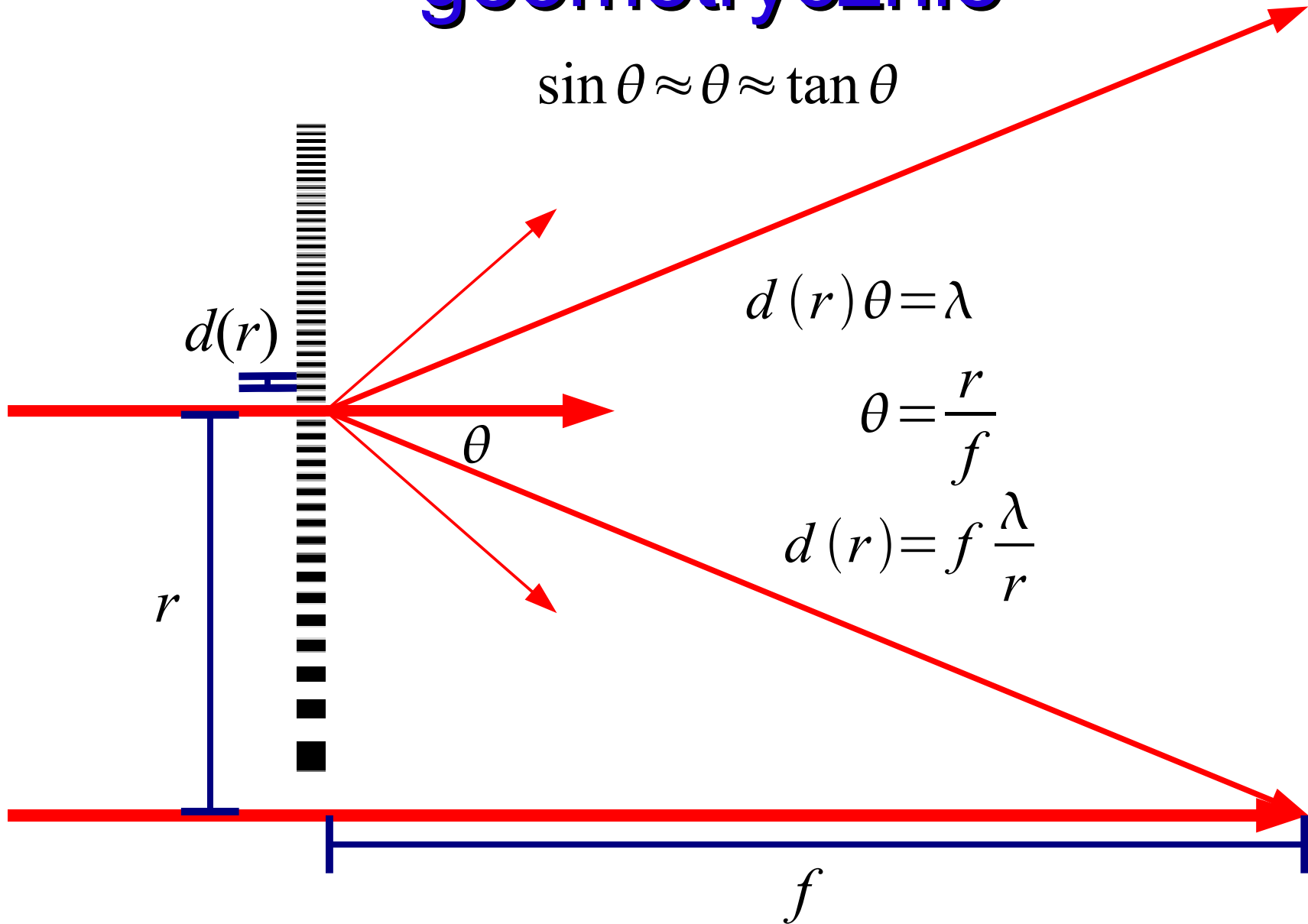


$$\frac{r_n^2}{2f} = n \frac{\lambda}{2}$$

$$r_n = \sqrt{n f \lambda}$$

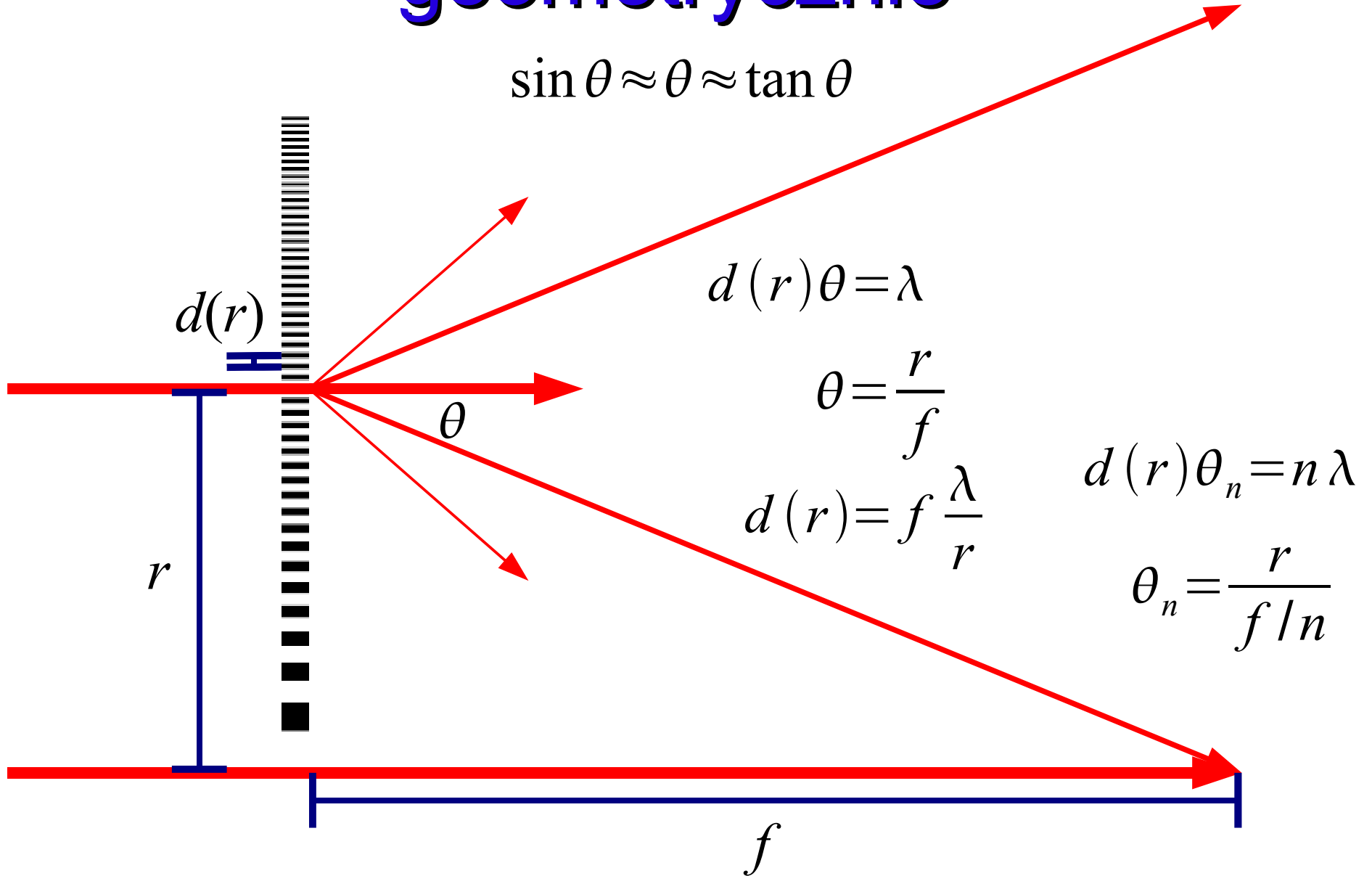
Płytką strefowa – geometrycznie

$$\sin \theta \approx \theta \approx \tan \theta$$

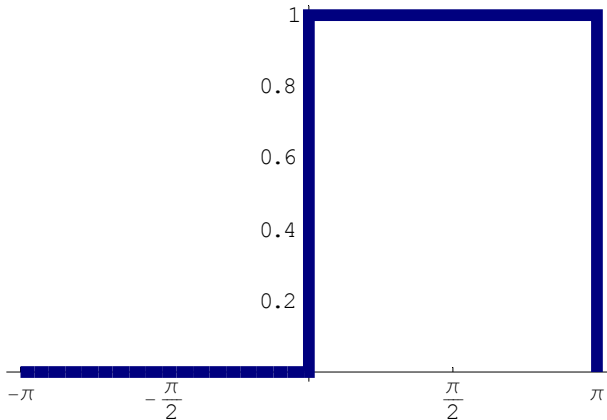


Płytką strefowa – geometrycznie

$$\sin \theta \approx \theta \approx \tan \theta$$



Szereg Fouriera prostokąta



$$\frac{1 + \operatorname{sgn}(\sin(x))}{2} = \sum_N e^{-iN\pi/2} \frac{\sin(N\pi/2)}{N\pi} \exp(iNx)$$

zauważmy, że za sprawą sinusa,
w sumie zostaną wyłącznie nieparzyste wyrazy i $N=0$

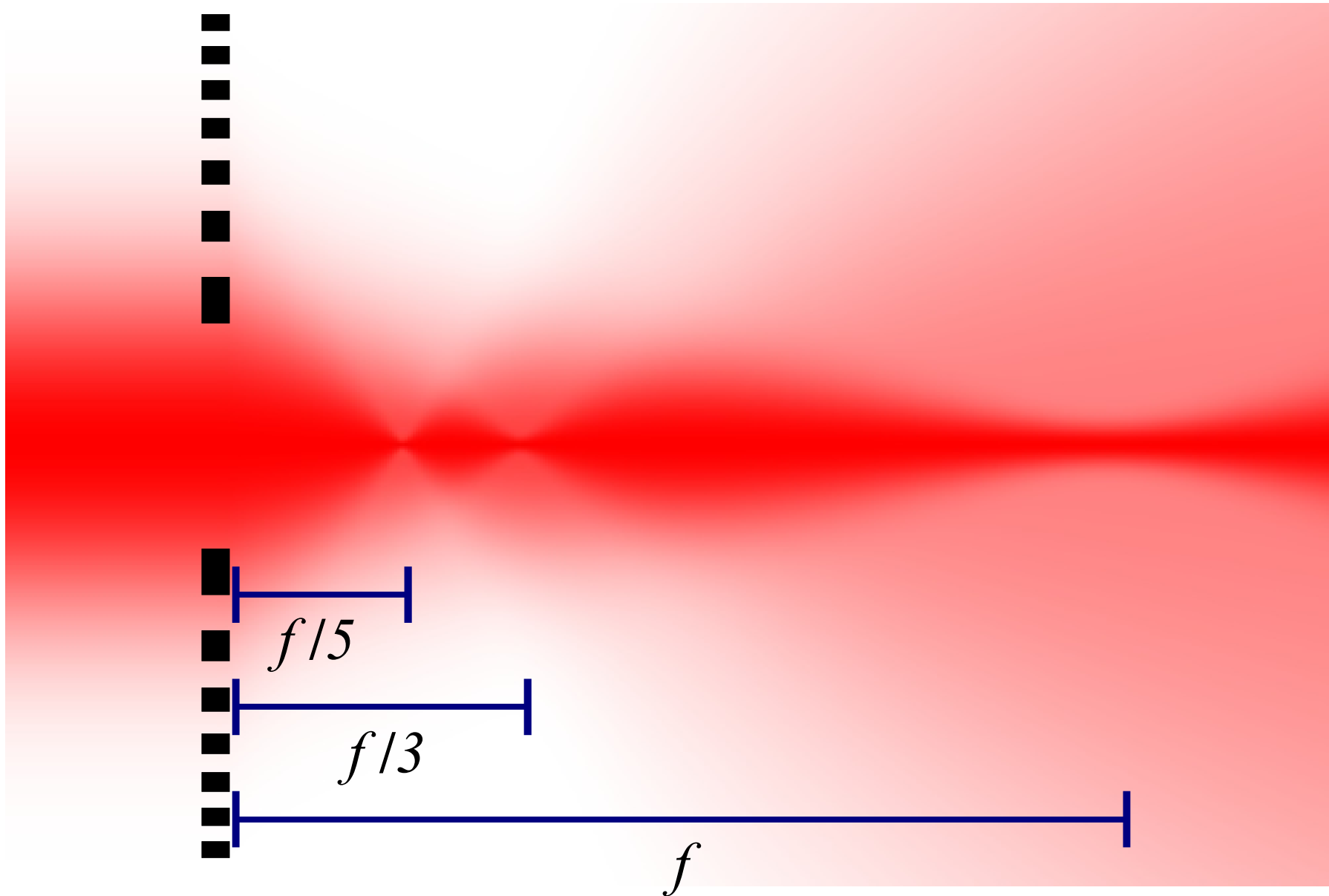
$$\frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{sgn} \left(\sin \left(\frac{\pi r^2}{f \lambda} \right) \right) \right) = \sum_N \frac{e^{-iN\pi/2}}{N\pi} \sin \left(\frac{N\pi}{2} \right) \exp \left(i \frac{\pi r^2}{(f/N)\lambda} \right)$$

amplituda

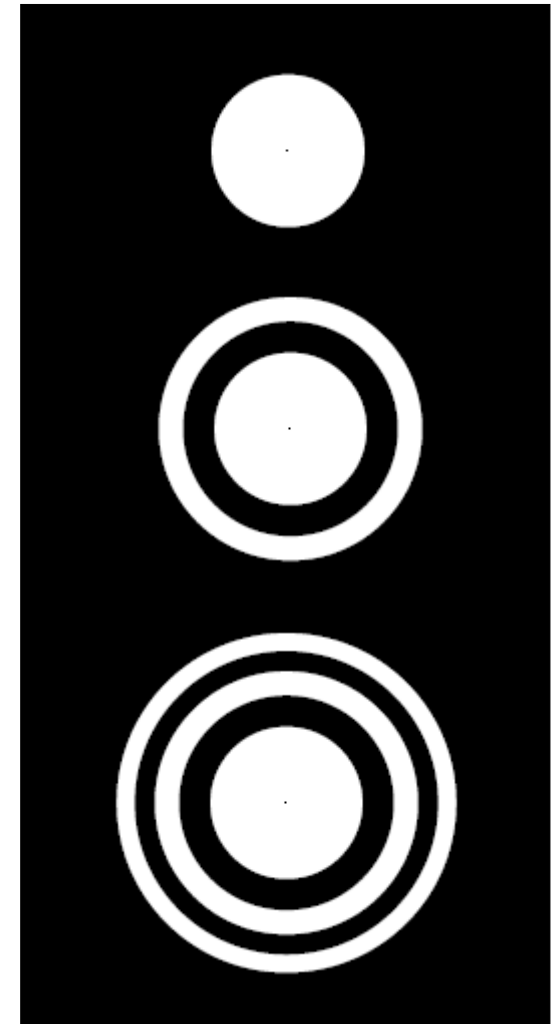
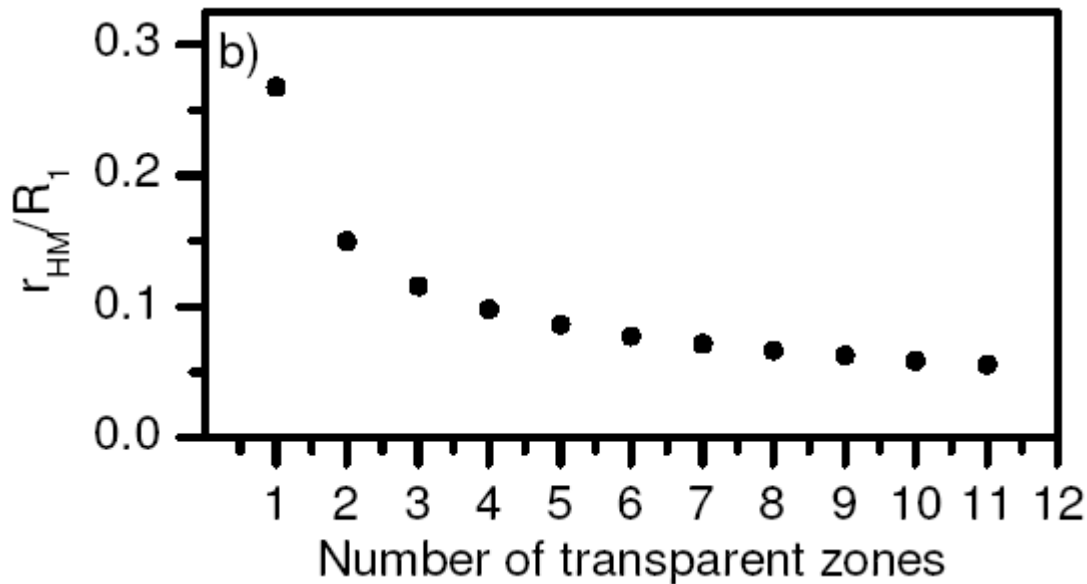
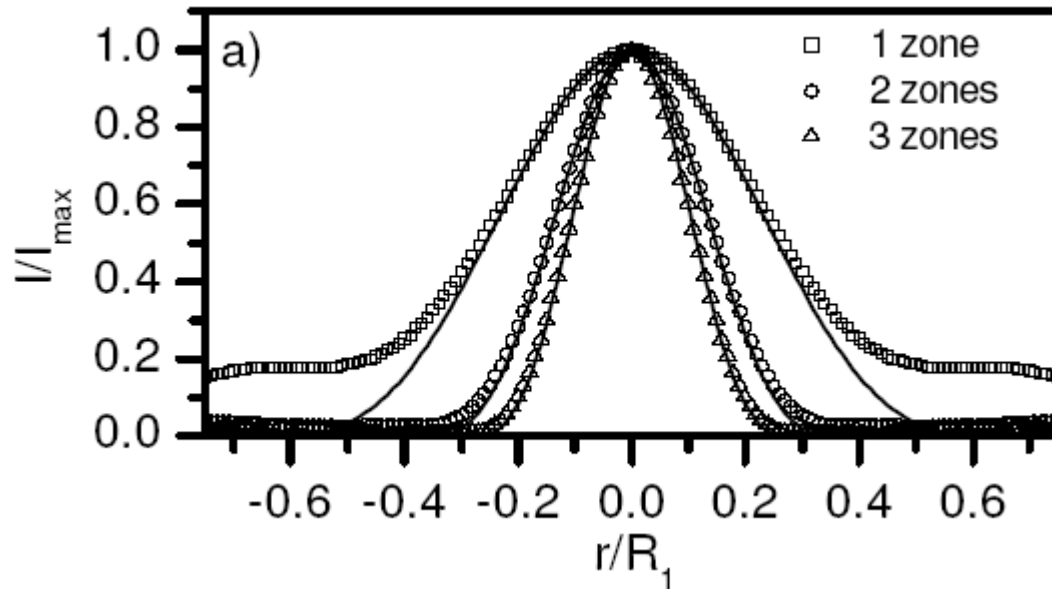
soczewka
o ogniskowej f/N

Płytki strefowa

– wiązka gaussowska



Płytki strefowe vs soczewki



Migdał et al. (2007),
zaakceptowane w AJP

Bibliografia

- M. Sussman, „*Elementary Diffraction Theory of Zone Plates*”, Am. J. Phys. 28, 394-398 (1960).
- J. Higbie, „*Fresnel zone plate: Anomalous foci*”, Am. J. Phys. 44, 929-930 (1976).
- C. W. Clark and Y. N. Demkov, „*Making zone plates with a laser printer*”, Am. J. Phys. 59, 158-162 (1991).
- P. Migdał, P. Fita, C. Radzewicz, Ł. Mazurek, „*Wavefront sensor with Fresnel zone plates for use in an undergraduate laboratory*”, Am. J. Phys. (accepted 5 October 2007)

Koniec



Dziękuję za uwagę!