

Mikroskopy uniwersalne

Źródło światła

Kolektor

Kondensor

Stolik mikroskopowy

Obiektyw

Okular

Inne

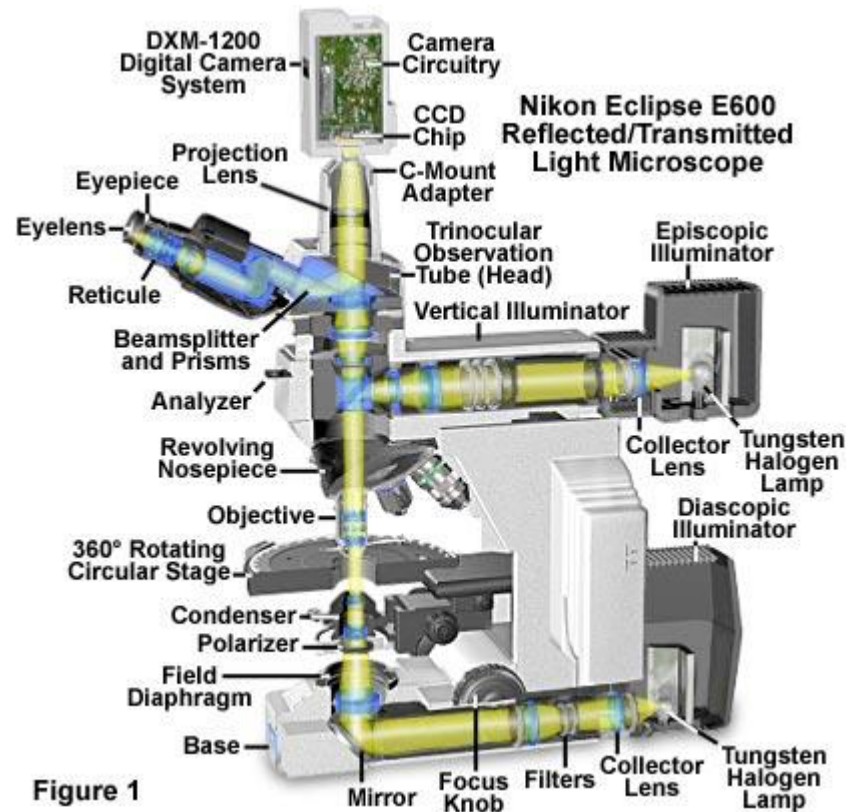
Przesłony

Pryzmaty

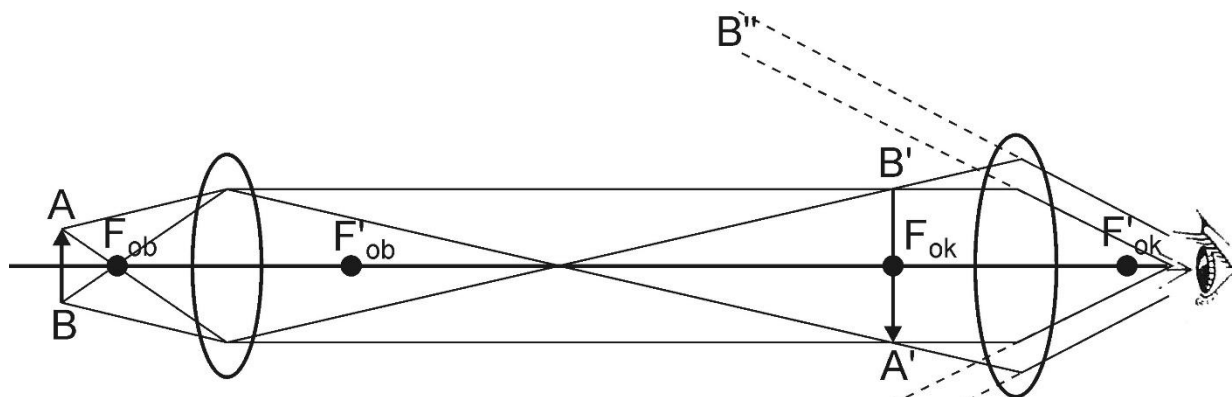
Płytki półprzepuszczalne

Zwierciadła

Nasadki okularowe



Zasada działania mikroskopu z obiektywem korygowanym na skończoną długość tubusu



$$\beta_{ob} = -\frac{t}{f'_{ob}}$$

$$\Gamma_{ok} = \frac{250}{f'_{ok}} \quad \Gamma = \beta_{ob} \cdot \Gamma_{ok}$$

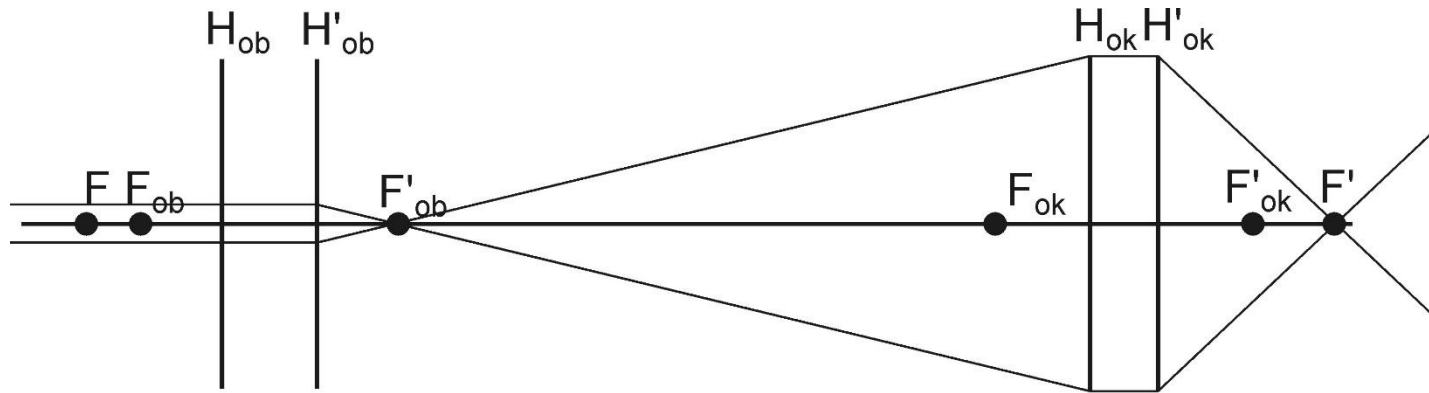
The diagram shows the optical axis with various points. From left to right: F, F_{ob}, H_{ob}, H'_{ob}, F'_{ob}, F_{ok}, H_{ok}, H'_ok, F'_ok, F'. The distance between H'_{ob} and H_{ok} is labeled f'_{mikr}. The equation below the diagram is:

$$f'_{mikr} = -\frac{f'_{ob} \cdot f'_{ok}}{t}$$

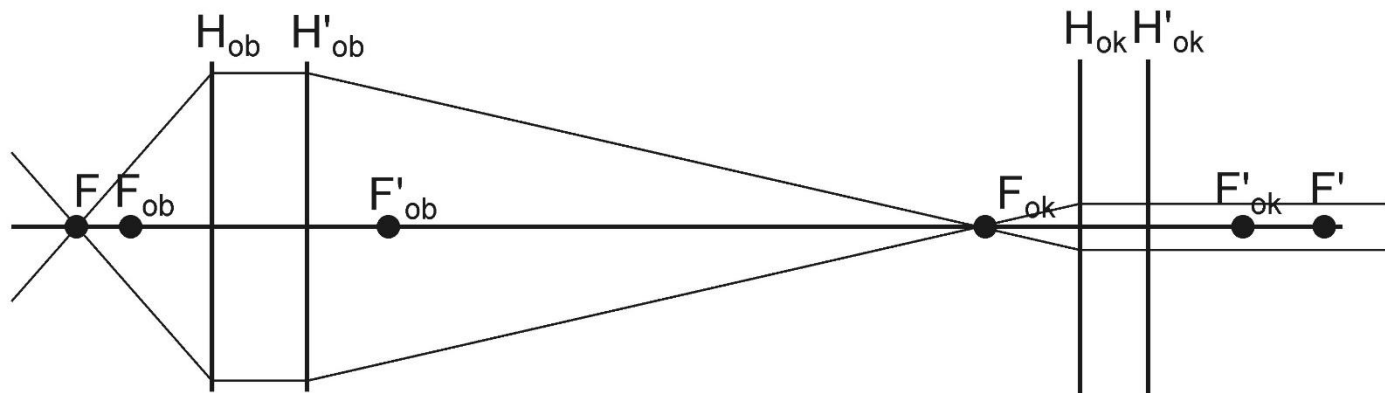
$$\Gamma = -\frac{250 \cdot t}{f'_{ob} \cdot f'_{ok}}$$

$$\Gamma = \frac{250}{f'_{mikr}}$$

Płaszczyzny sprzężone mikroskopu



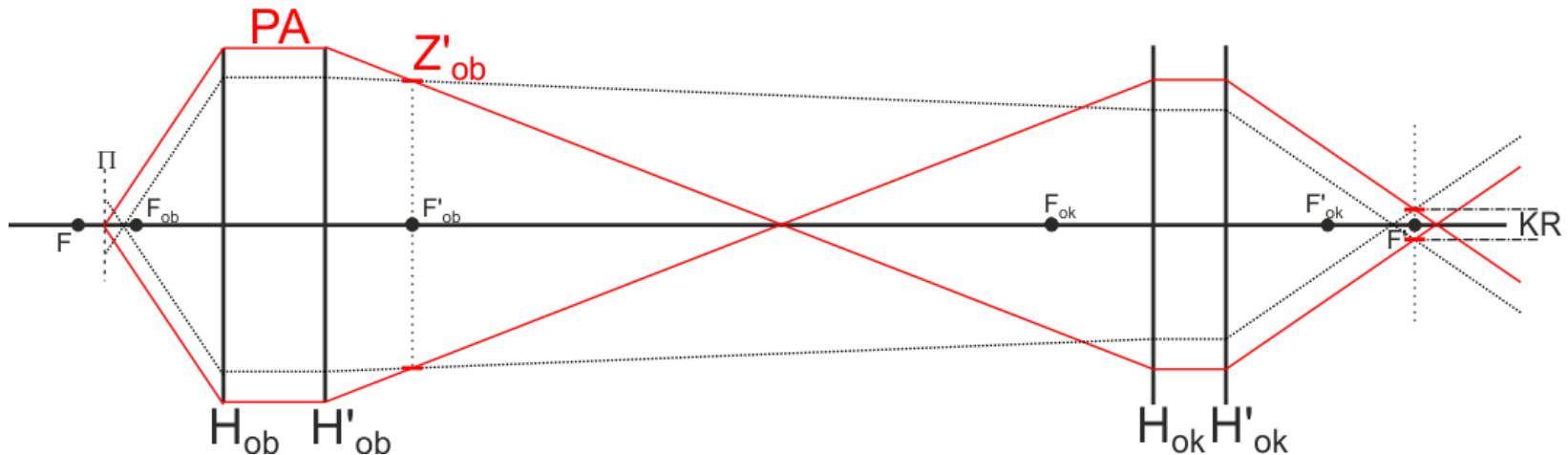
Płaszczyzna ogniskowa obrazowa obiektywu i płaszczyzna ogniskowa obrazowa mikroskopu są płaszczyznami sprzężonymi.



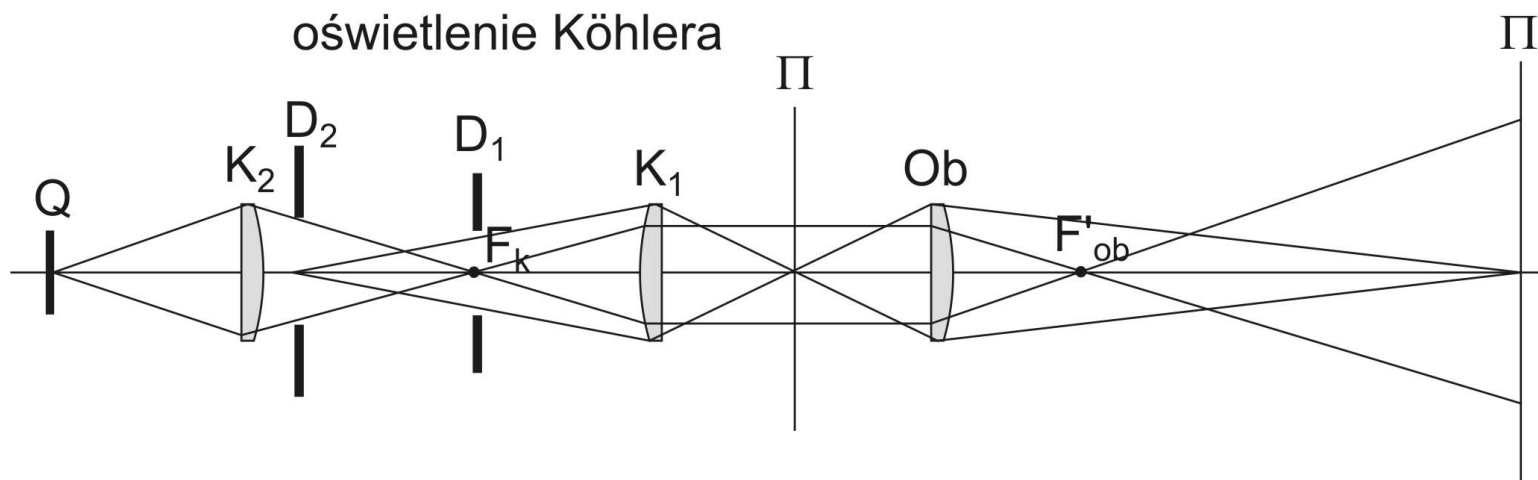
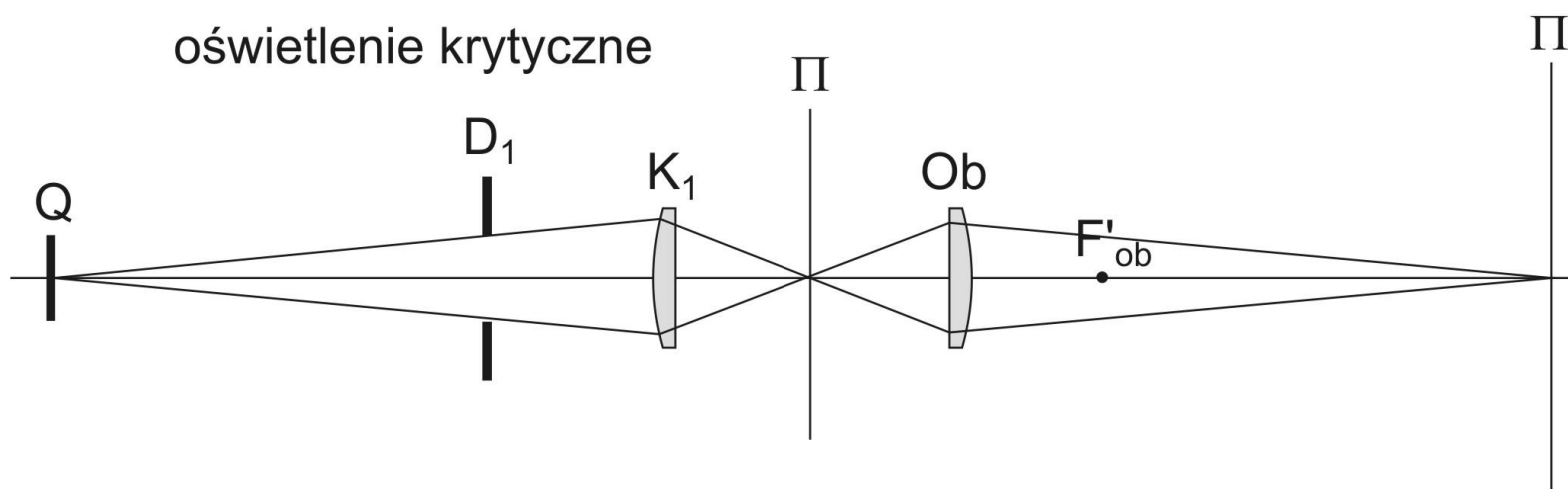
Płaszczyzna ogniskowa przedmiotowa mikroskopu i płaszczyzna ogniskowa przedmiotowa okularu są płaszczyznami sprzężonymi.

Krążek Ramsdena

Krążek Ramsdena – źrenica wyjściowa mikroskopu. Powstaje w płaszczyźnie ogniskowej obrazowej mikroskopu. Prawidłowo zestawiony mikroskop powinien działać w ten sposób, aby krążek Ramsdena pokrywał się ze źrenicą oka.



Oświetlacze



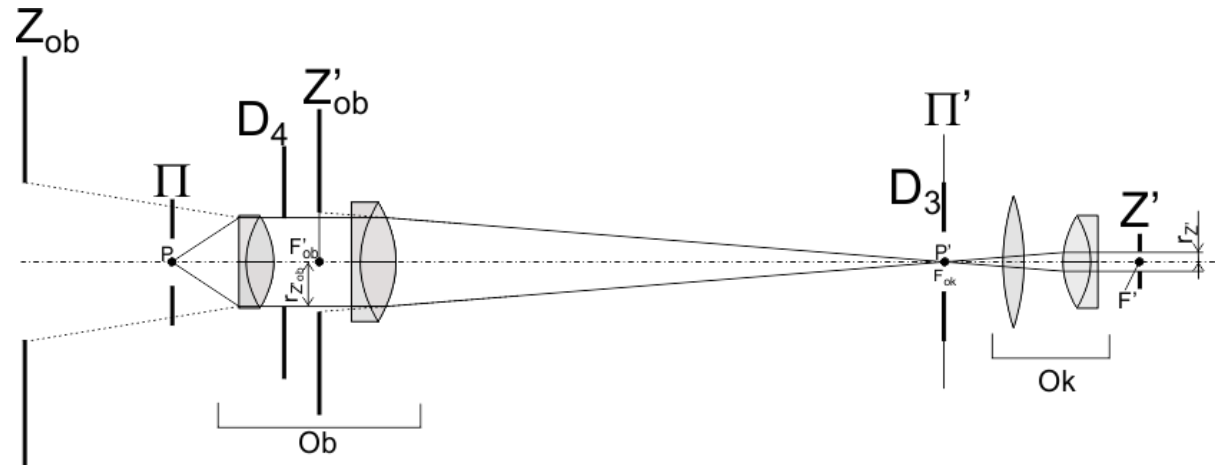
Przysłona aperturowa

- ogranicza kątową rozwartość wiązki promieni świetlnych aperturowych, czyli wychodzących z punktu przedmiotowego leżącego na osi układu optycznego
- decyduje o ilości światła wchodzącego do układu optycznego (lub zeń wychodzącego)

Przysłona polowa

- ogranicza rozwartość kątową promieni świetlnych polowych, czyli przechodzących przez środek otworu przysłony aperturowej
- od niej zależy wielkość odwzorowywanego pola przedmiotowego

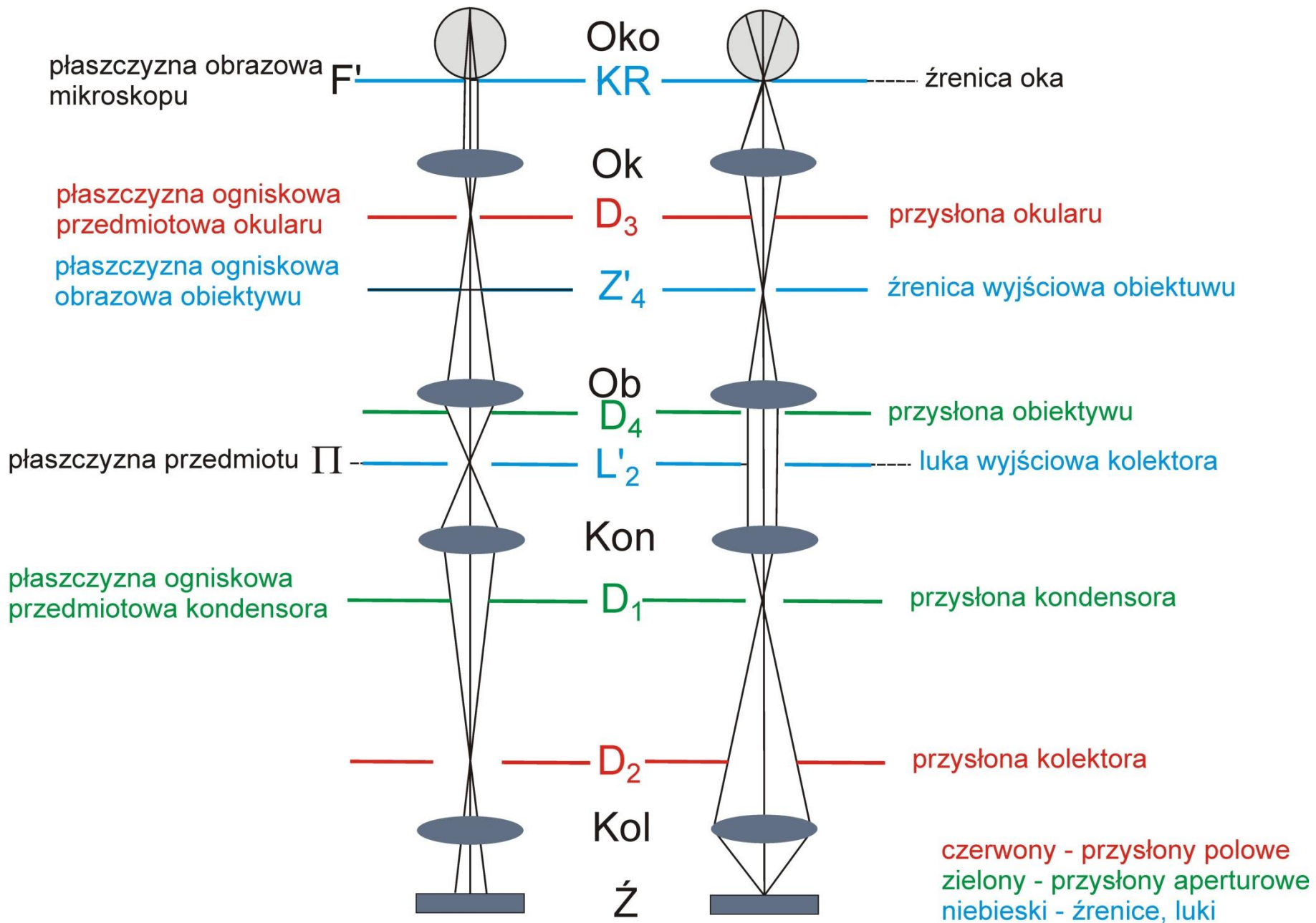
Przysłony obiektywu i okularu



Przysłona aperturowa obiektywu
Przysłona polowa okularu



Żrenica wejściowa/wyjściowa – obraz przysłony aperturowej w przestrzeni przedmiotów/obrazów.
Luka wejściowa/wyjściowa – obraz przysłony polowej w przestrzeni przedmiotów/obrazów.



Przysłony a płaszczyzny sprzężone

Płaszczyzny sprzężone 1

- Źródło
- Przysłona aperturowa kondensora
- Płaszczyzna obrazowa obiektywu (żrenica wyjściowa obiektywu, żrenica wyjściowa kondensora)
- Płaszczyzna obrazowa mikroskopu (żrenica oka, żrenica wyjściowa mikroskopu)

Średnica krążka Ramsdena

$$r_{Z'} = A \frac{250}{\Gamma} [mm]$$

Płaszczyzny sprzężone 2

- Przysłona polowa kolektora
- Płaszczyzna próbki
- Przysłona polowa okularu, luka wyjściowa kolektora

Średnica pola widzenia

$$2r_{\Pi} = \begin{cases} 2 \frac{r_{D_3}}{\beta_{ob}} \\ 2 \frac{r_{D_3}}{\beta_{ob}} \frac{f_{ok}'}{f_2'} \end{cases}$$

Powiększenie użyteczne



Obraz dyfrakcyjny
w płaszczyźnie
przedmiotowej okularu

$$\rho = \frac{0.61\lambda}{A}$$

$$\rho' = \beta_{ob}\rho$$

$$\tan \varepsilon' = \frac{\rho'}{250}$$

$$\frac{\tan \varepsilon''}{\tan \varepsilon'} = \Gamma_{ok}$$

$$\Gamma = \beta_{ob}\Gamma_{ok} = \frac{250\varepsilon''}{\rho}$$

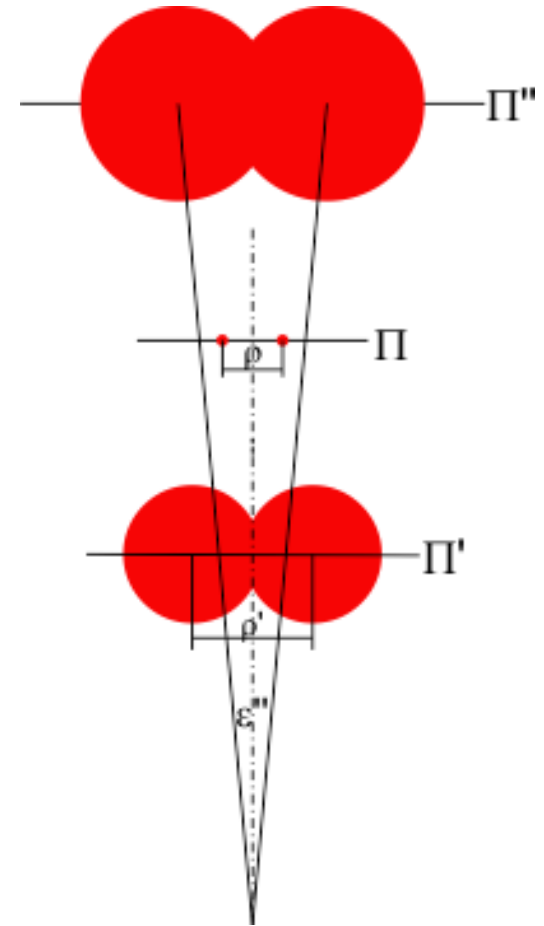
$$2' < \varepsilon''$$

$$\Gamma_u < \frac{0.29}{\rho}$$

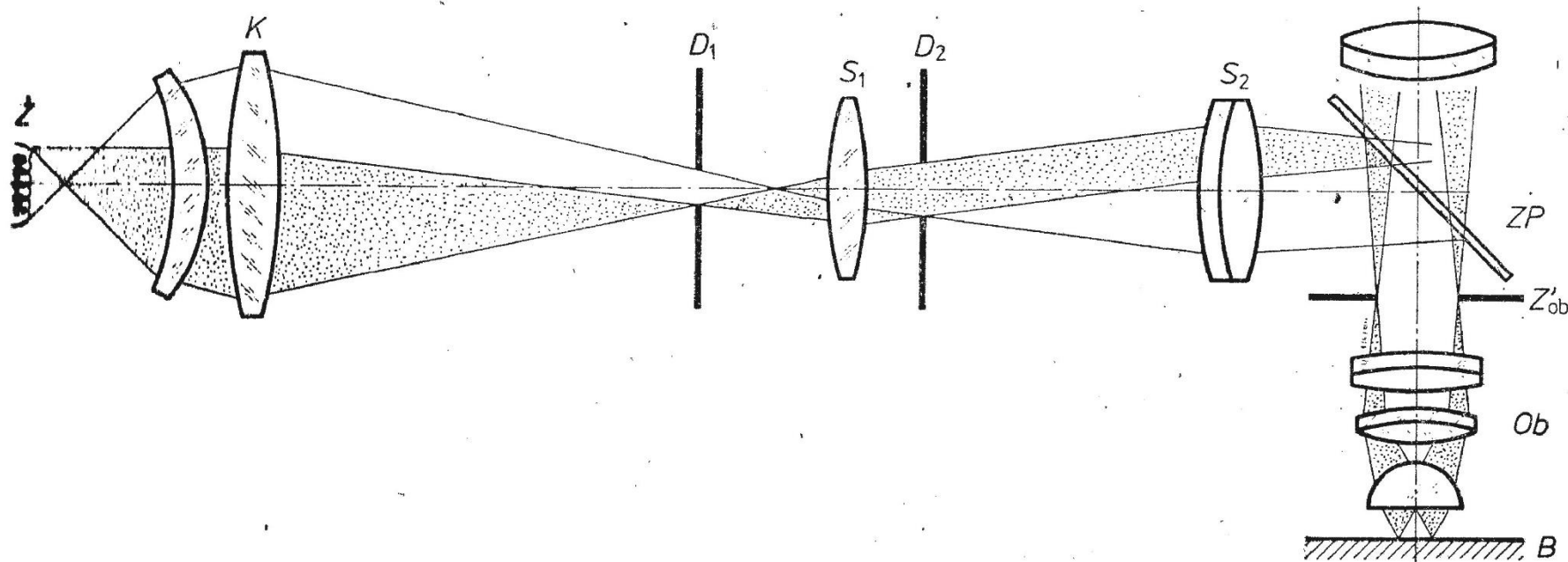
$$\lambda = 550nm$$

$$\Gamma_u < 1000A$$

Przedmiotowa głębina ostrości $g = \frac{n\lambda}{A^2}$

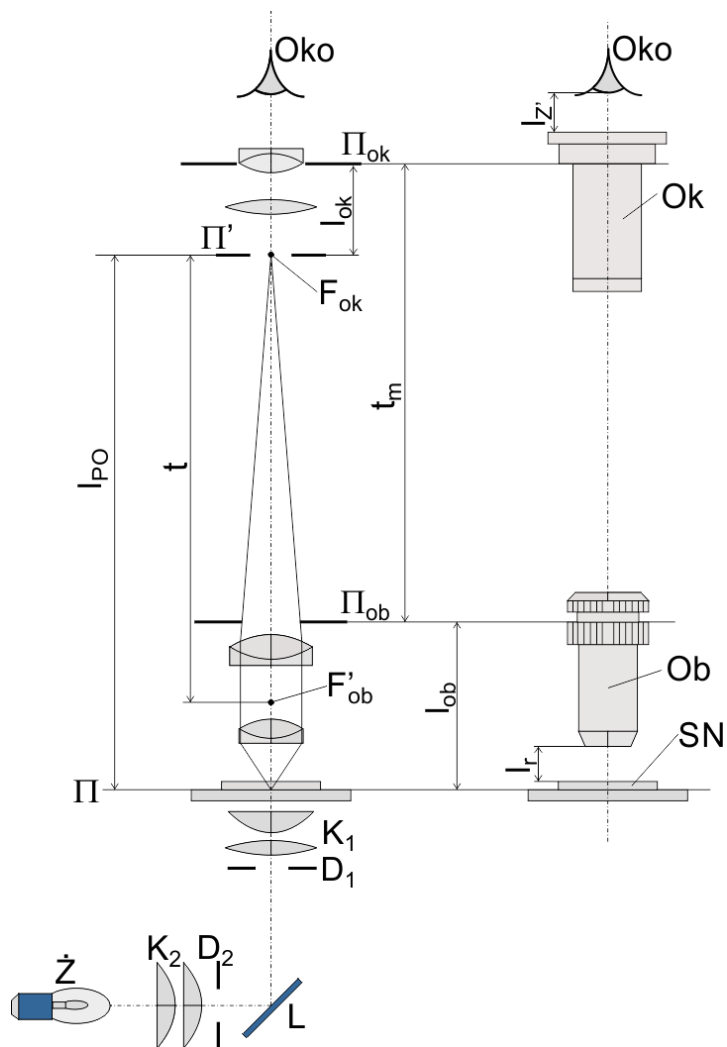


Mikroskopia w świetle odbitym



Oświetlacz „epi” umożliwiające oświetlenie przedmiotu zgodnie z zasadą Köhlera

Parametry konstrukcyjne mikroskopu



t_m – długość tubusu

l_{ob} – długość obiektywu

l_{ok} – długość okularu

l_{PO} – odległość „przedmiot-obraz”

l_r – odległość robocza

$l_{z'}$ – odległość między żrenicą
wyjściową mikroskopu a czołem
oprawy okularu

Przystony

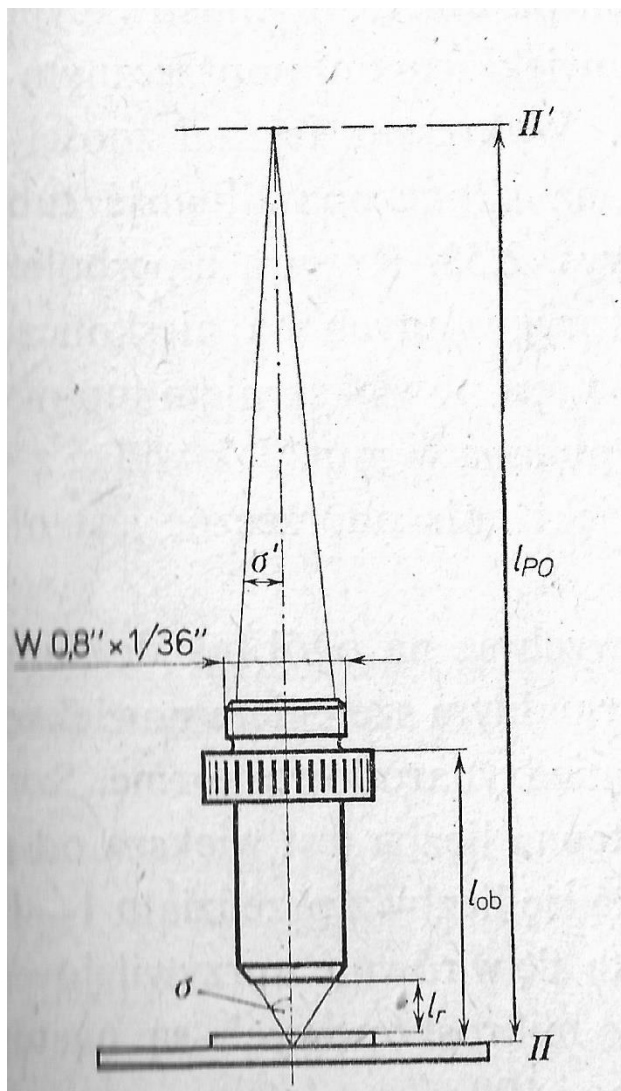
D_2 – polowa

D_1 – aperturowa

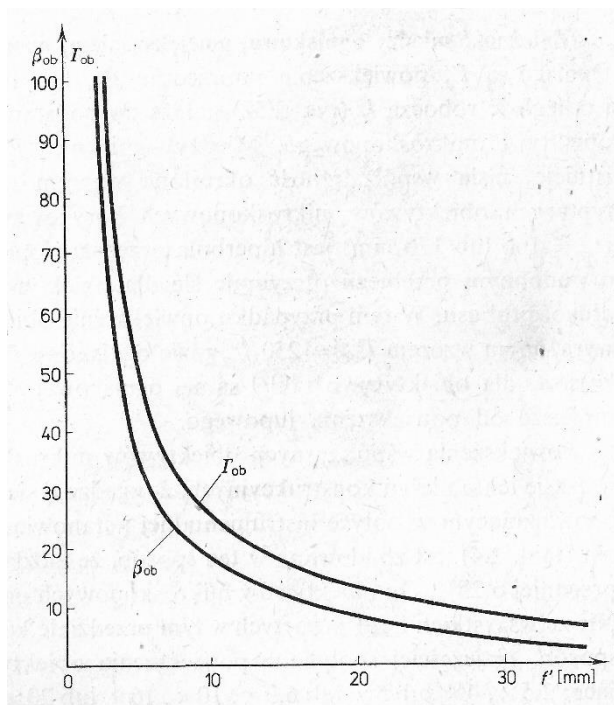
D_3 – polowa w okularze (nieuwidoczna)

Przystona aperturowa obiektywu (nieuwidoczna)

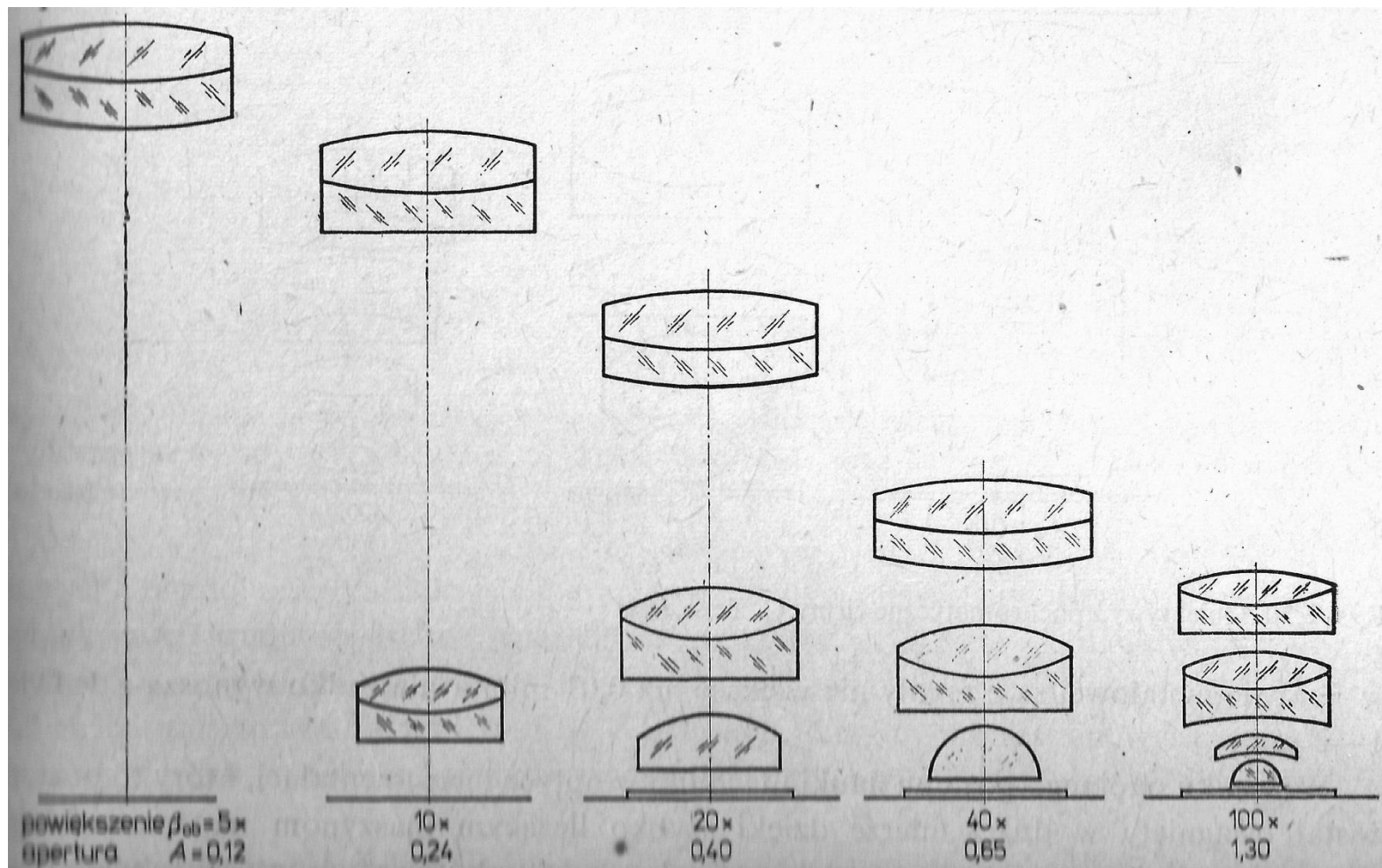
Obiektywy



Obiektywy

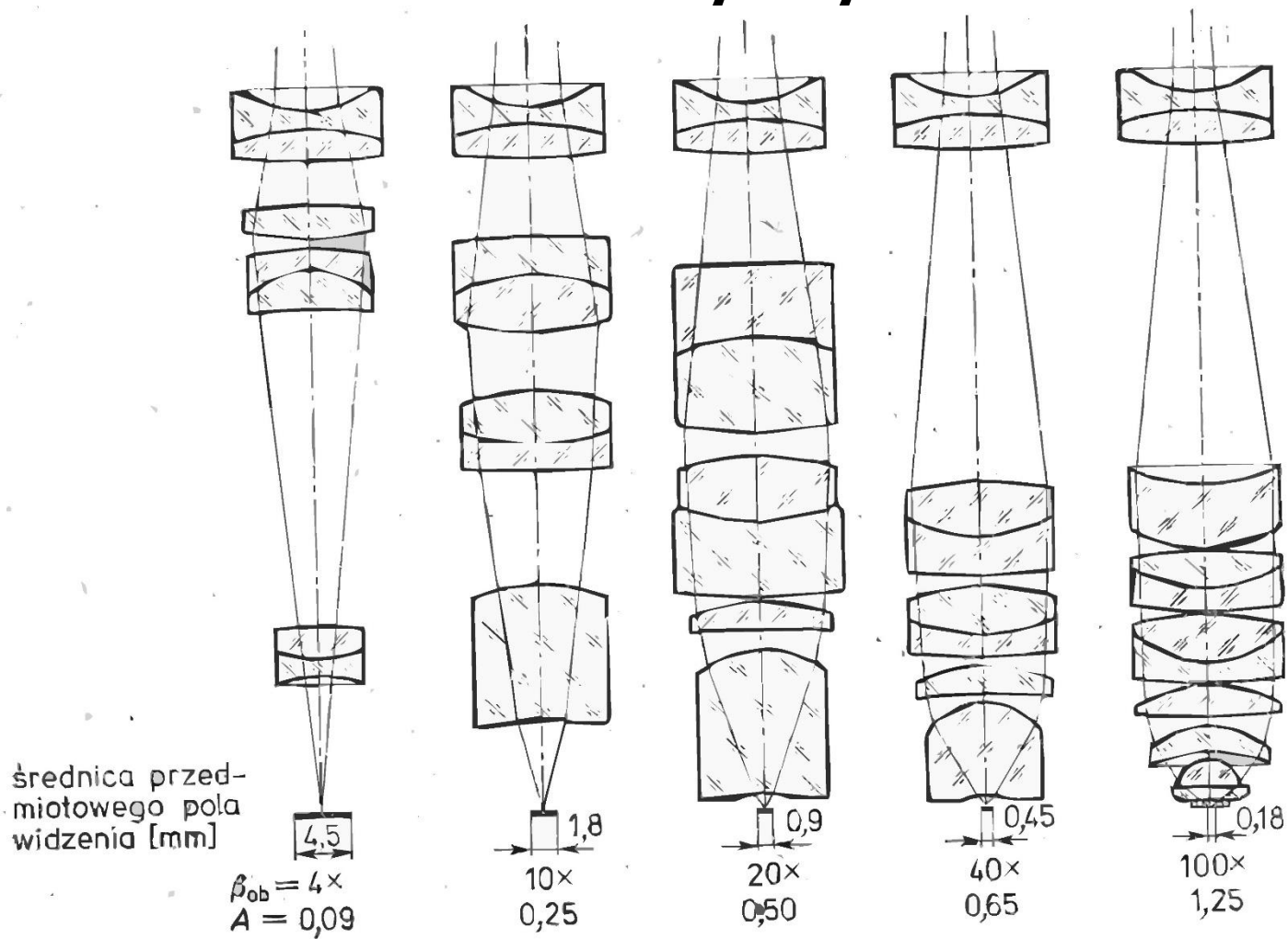


Obiektywy

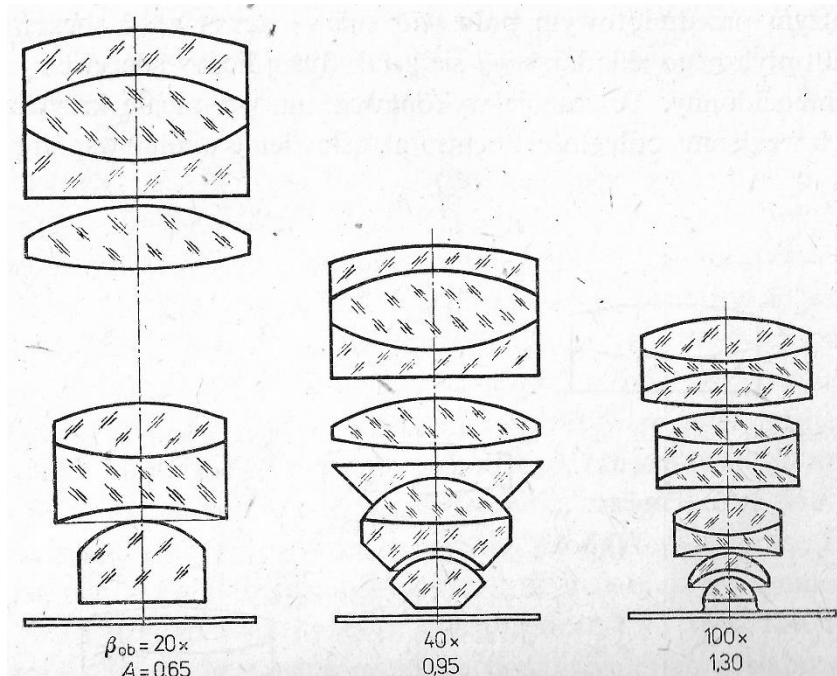


Obiektywy achromatyczne PZO

Obiektywy

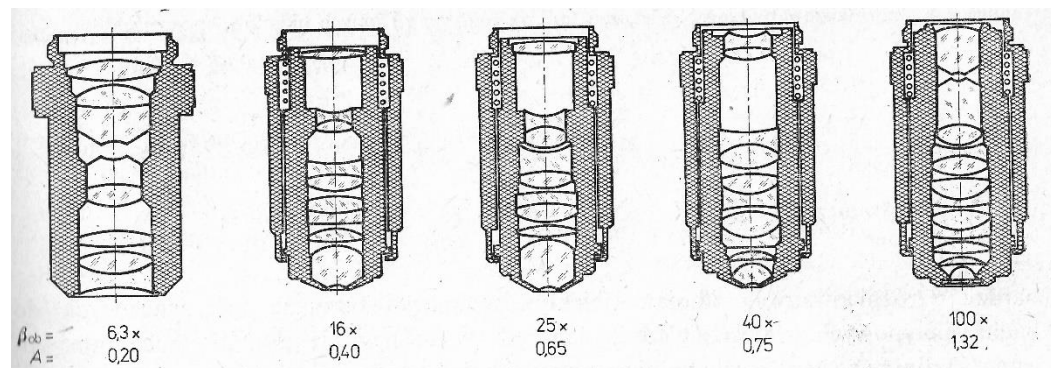


Obiektywy planachromatyczne Bausch & Lomb



Obiektywy

Obiektywy apochromatyczne C. Zeiss Jena

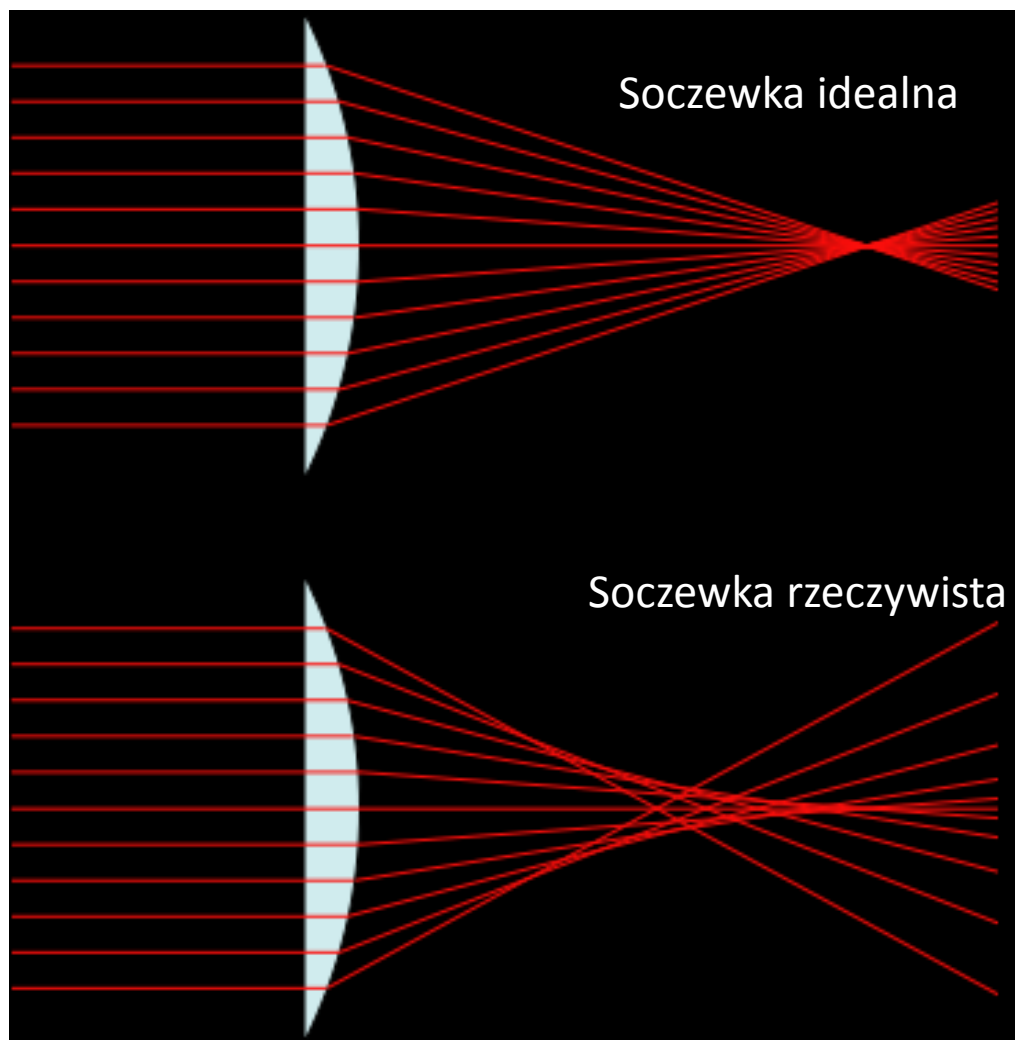


Obiektywy planapochromatyczne E. Leitz Wetzlar

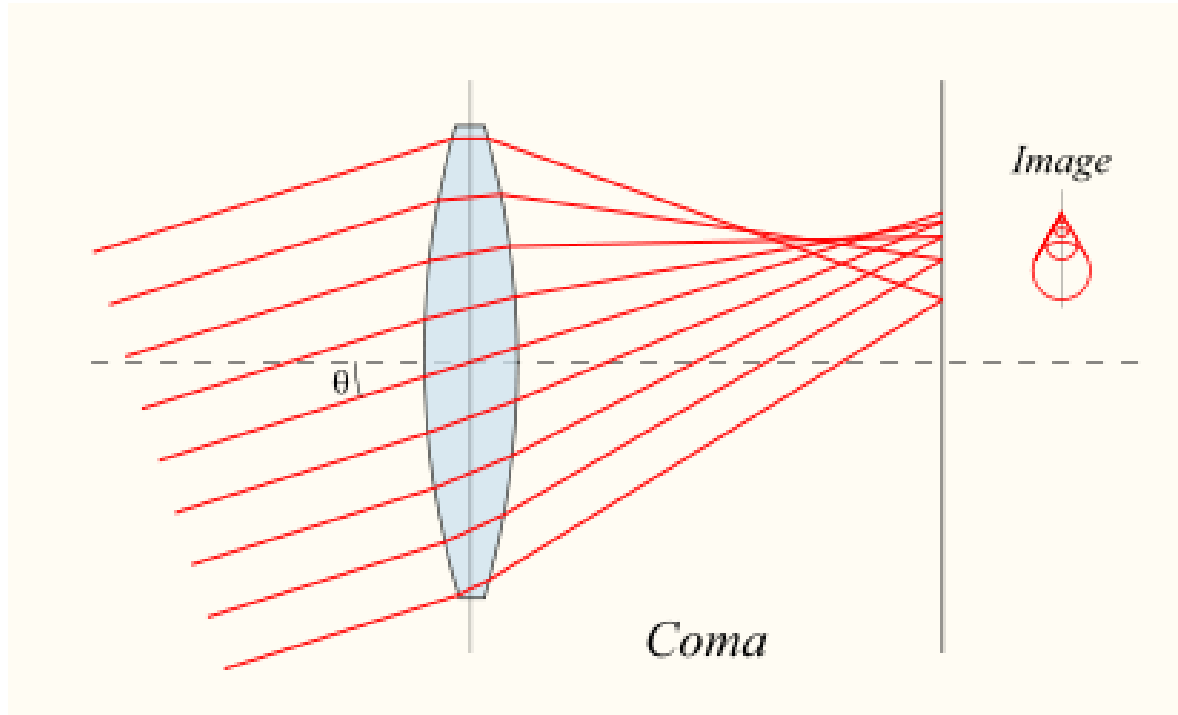
Wady odwzorowania optycznego

- Aberracje monochromatyczne
 - Sferyczna
 - Koma
 - Astygmatyzm
 - Dystorsja
 - Krzywizna pola
- Aberracje chromatyczne
 - zwłaszcza chromatyczna aberracja powiększenia
- Dyfrakcja
 - limit dyfrakcyjny $\lambda/2$
- Winietowanie

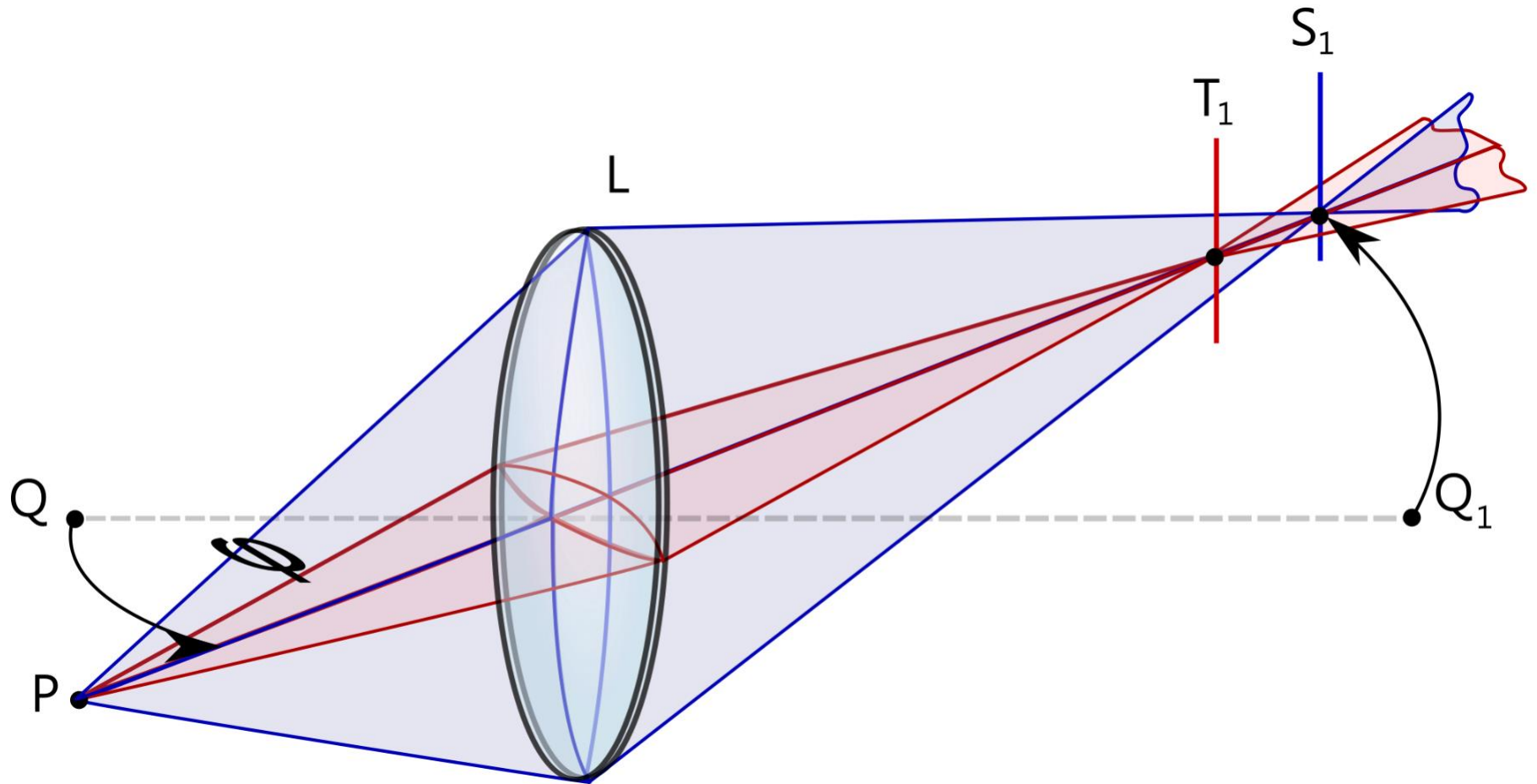
Aberracja sferyczna



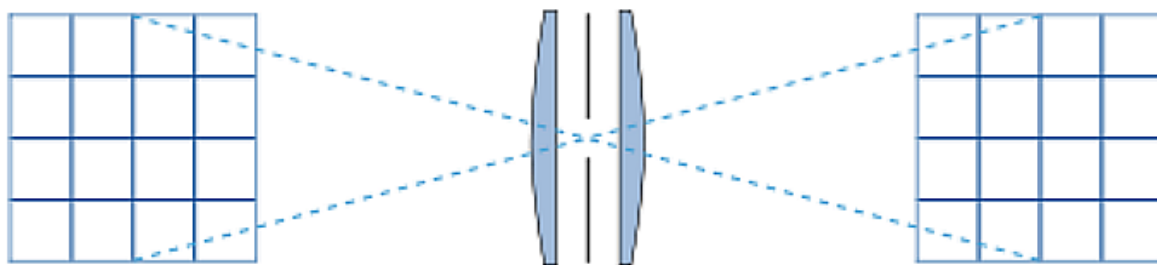
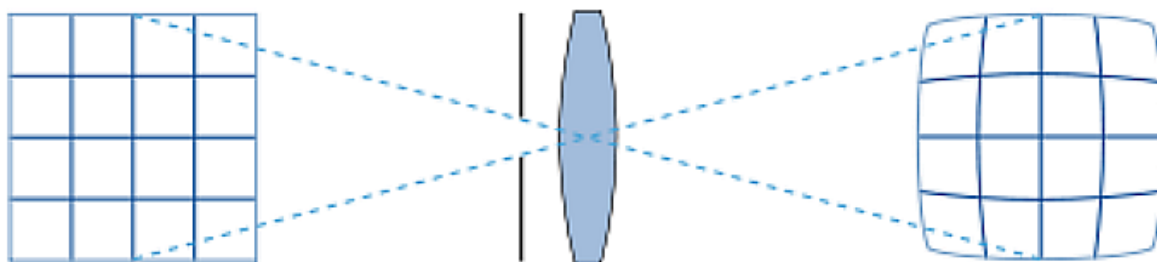
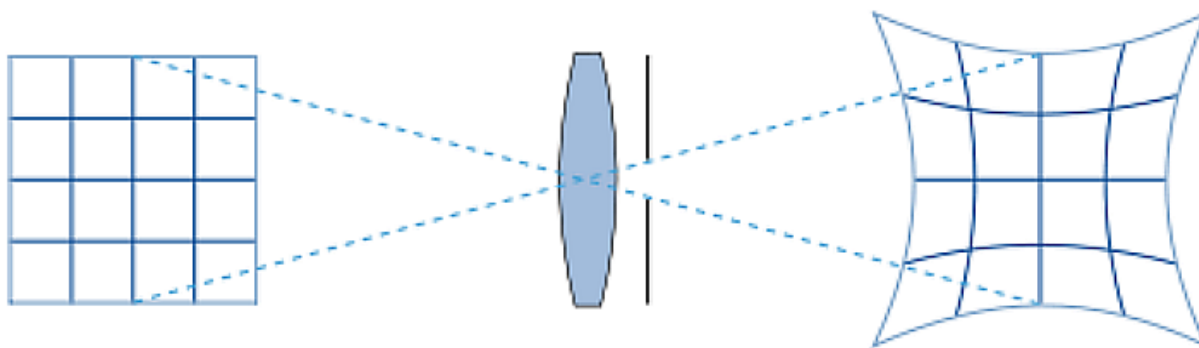
Koma



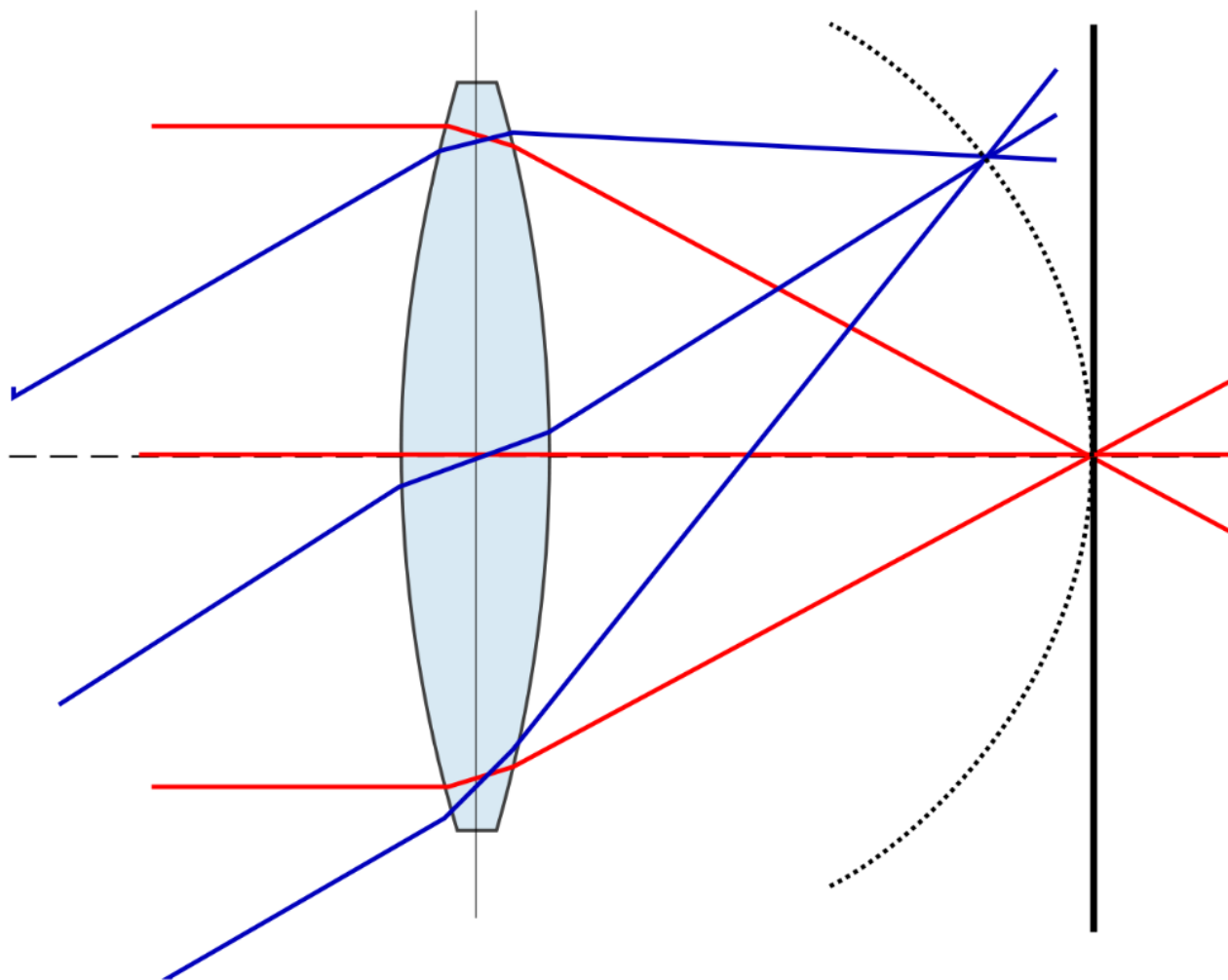
Astygmatyzm



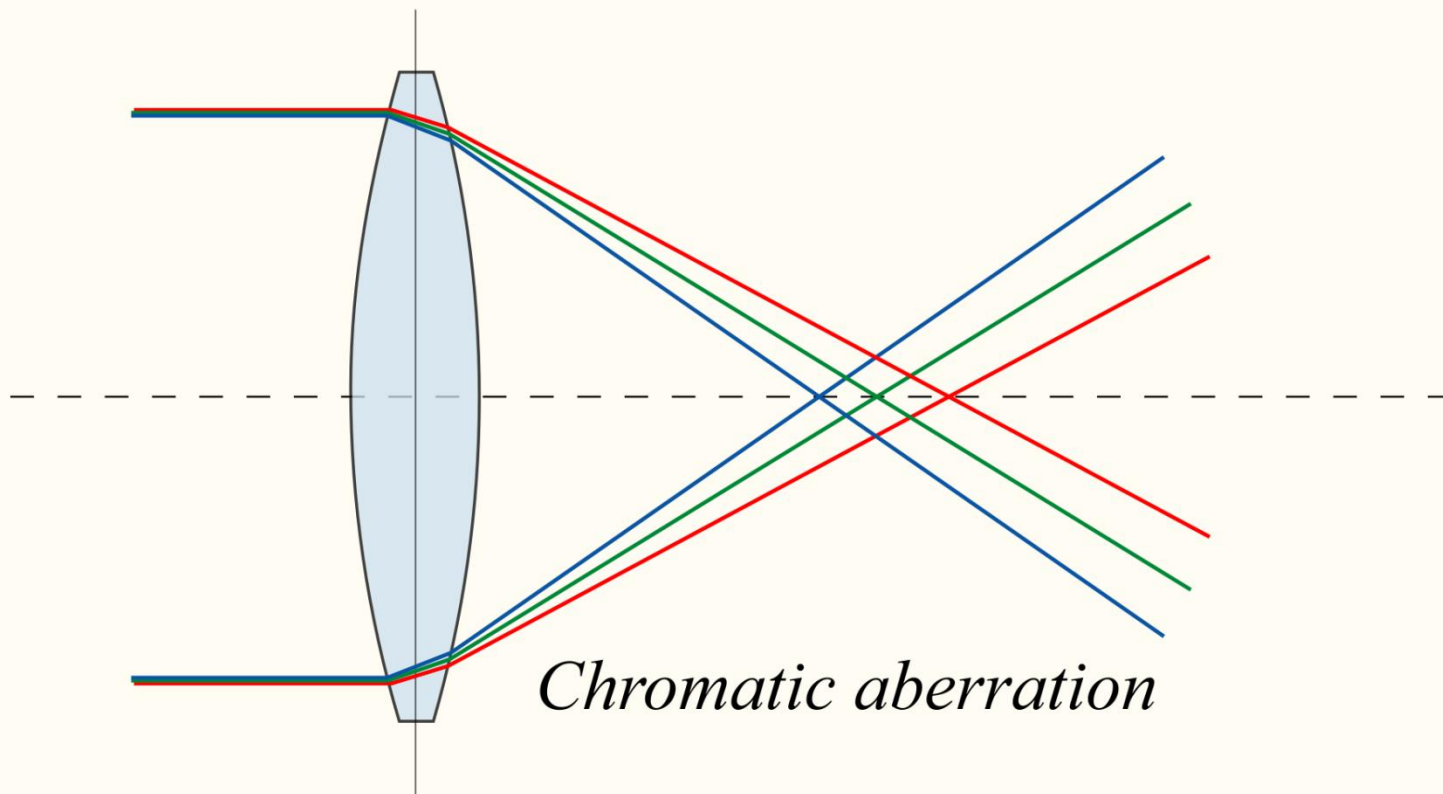
Dystorsja



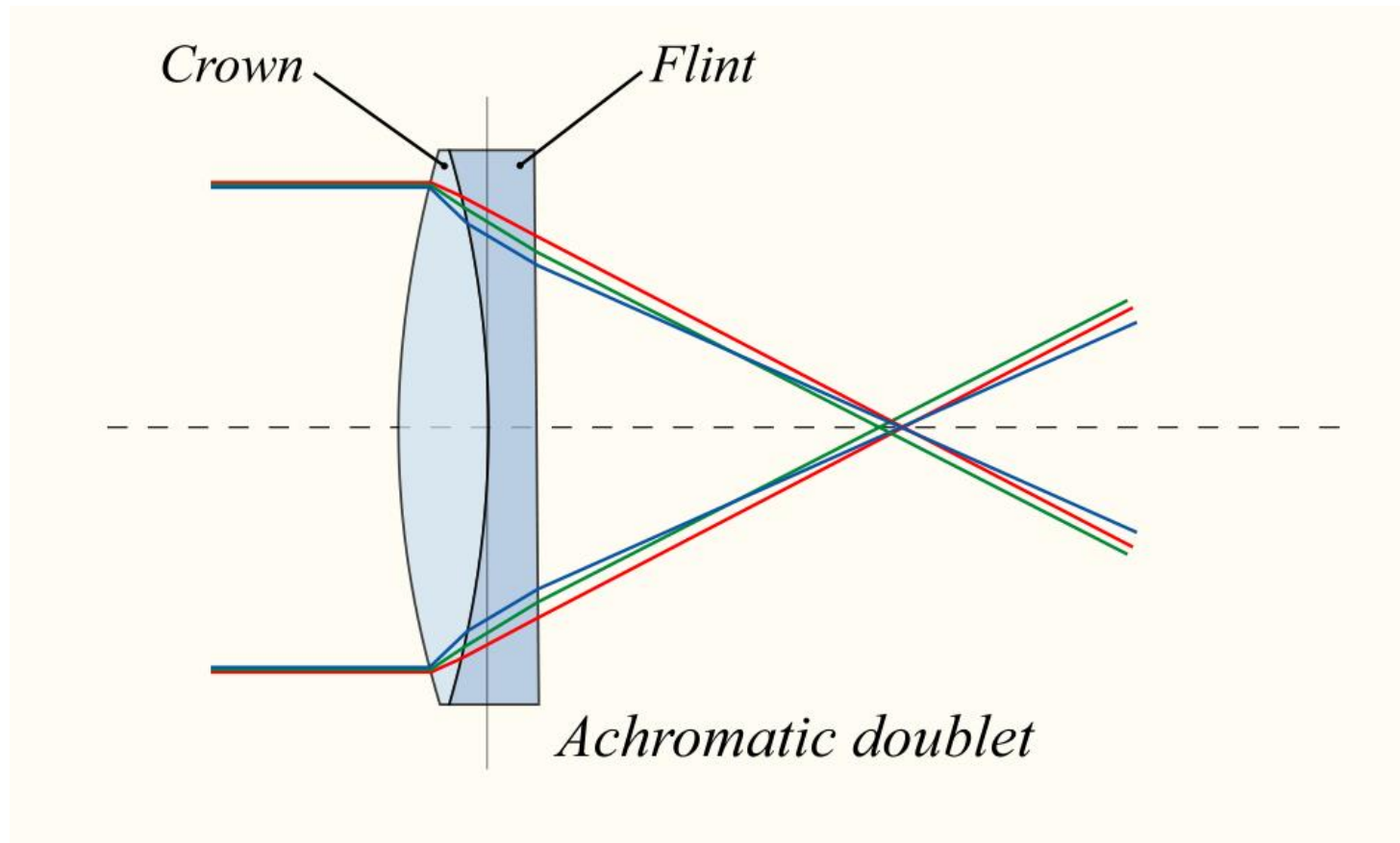
Krzywizna pola



Aberracja chromatyczna



Dublet kronowo-flintowy



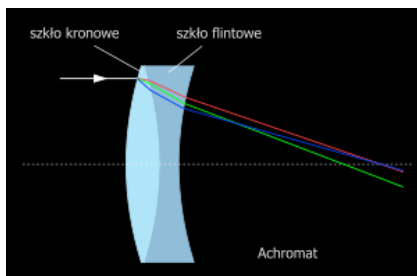
Winietowanie



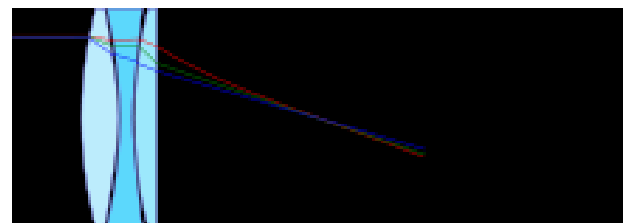
Obiektywy

- Klasyfikacja
 - Monochromaty
 - Achromatyczne
 - Semiapochromaty
 - Apochromatyczne
 - Planachromatyczne
 - Planapochromatyczne

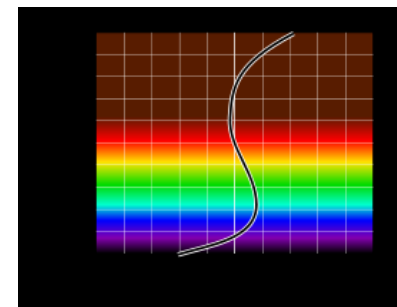
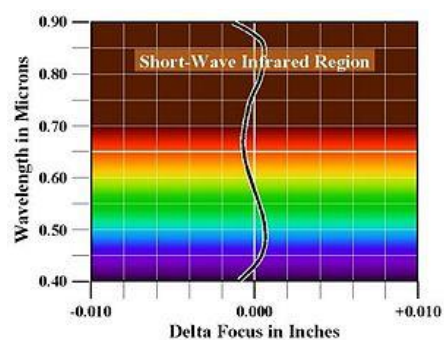
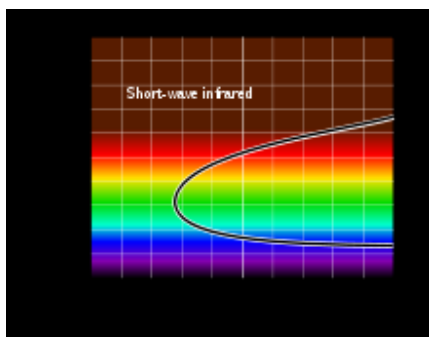
Achromaty



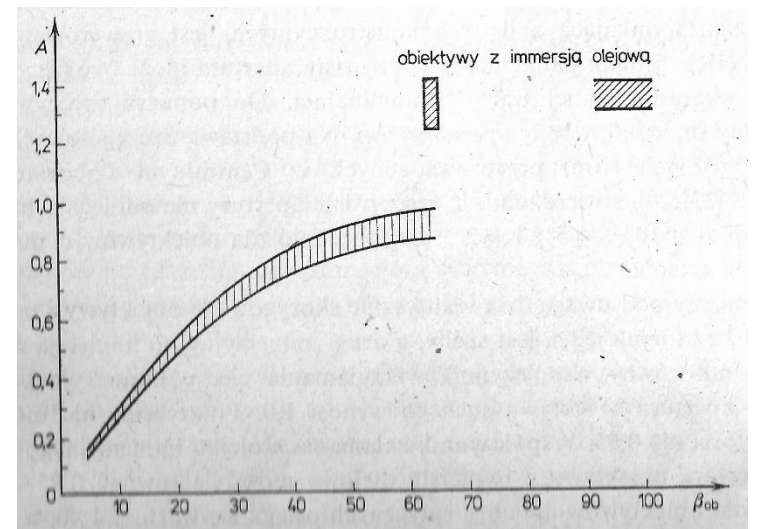
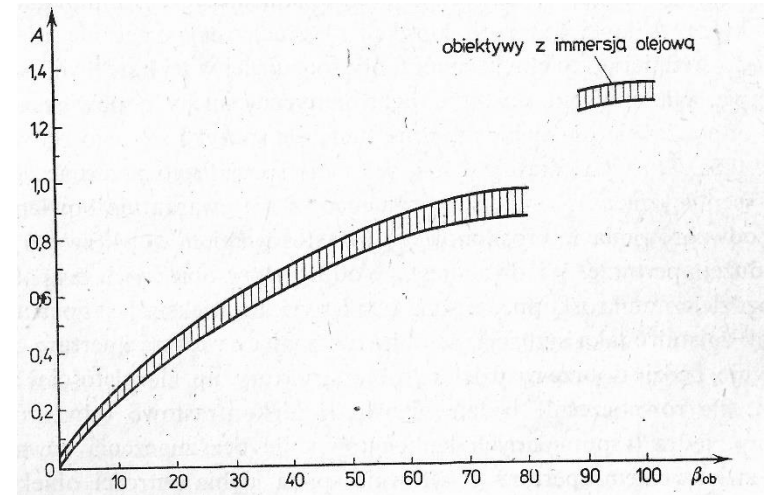
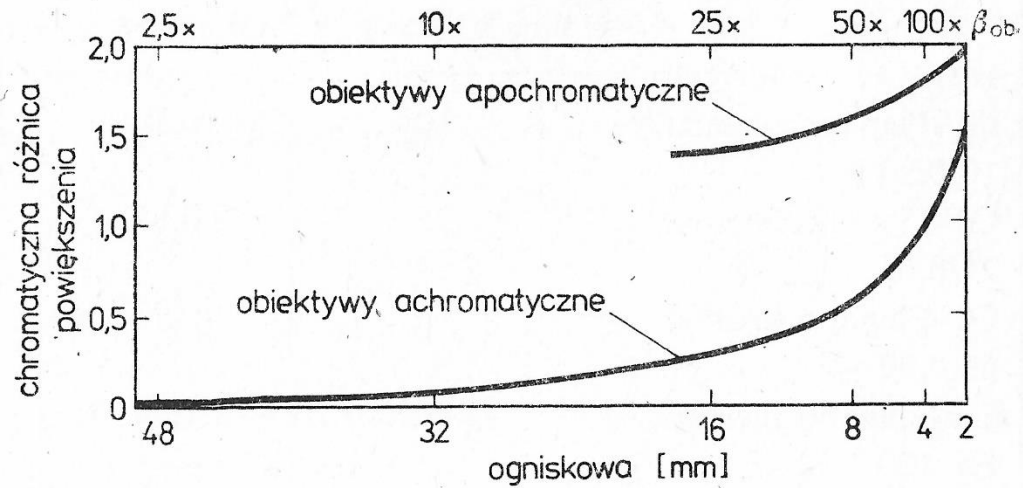
Apochromat



Superachromat



Obiektywy



Obiektywy

C. Zeiss Jena

Symbol i oznaczenie obiektywu	Powiększenie β_{ob}	Apertura numeryczna A	Odległość robocza l_r [mm]	Maksymalne pole przedmiotowe σ [mm]	Liczba soczewek
Obiektywy planachromatyczne					
GF-Planachromat HI 25/0,65	25×	0,65	0,12	1,1	9
GF-Planachromat 40/0,65	40×	0,65	0,22	0,7	brak danych
GF-Planachromat HI 100/1,25	100×	1,25	0,08	0,28	12
Obiektywy planapochromatyczne					
GF-Planapochromat 10/0,30	10×	0,30	1,8	2,8	7
GF-Planapochromat 25/0,65	25×	0,65	0,25	1,1	9
GF-Planapochromat 63/0,90	63×	0,90	0,10	0,44	14
GF-Planapochromat HI 100/1,32	100×	1,32	0,09	0,28	14
długość obiektywu $l_{ob} = 45$ mm mechaniczna długość tubusu $t_m = 160$ mm grubość szkła nakrywkowego $d = 0,17$ mm odległość przedmiot — obraz $l_{ro} = 192$ mm					

HI — obiektyw z immersją olejową

PZO

Symbol obiektywu	Powiększenie β_{ob}	Apertura numeryczna A	Odległość robocza l_r [mm]	Mechaniczna długość tubusu t_m [mm]	Grubość szkiełka nakrywkowego [mm]	Ogniskowa f'_{ob} [mm]
Achromaty						
Ob 33	3×	0,1	18,0	160	0,17*	35,98
Ob 54	5×	0,12	12,0			26,67
Ob 103c	10×	0,24	4,99			15,85
Ob 203c	20×	0,40	2,11			8,80
Ob 404	40×	0,65	0,44			4,63
Ob 1003c	100×	1,30 IO	0,13			1,86
Ob 1003P	100×	0,8—1,3 IO	0,13			1,86
Planachromaty						
Ob 28	2,5×	0,08	6,5	160	0,17*	57,85
Ob 58	5×	0,15	4,6			37,74
Ob 108	10×	0,26	1,0			14,81
Ob 208	20×	0,40	0,5			8,24
Ob 408	40×	0,65	0,2			4,32
Ob 608	60×	0,80	0,12			2,92
Ob 1008	100×	1,25 IO	0,13			2,23

Obiektywy



Obiektywy PZO



Obiektyw Zeiss

Labeling of the Objective

Objective class, special designations are used for this, e.g. LD for Long Working Distance

Magnification / Numerical Aperture

plus additional details on

- immersion medium (Oil /W/ Glyc)
- adjustable cover glass correction (Korr.)
- contrast method

Tube Length / Cover Glass Thickness (mm)

ICS optics: ∞

Infinity Color Corrected System
standard cover glass: 0.17
without cover glass: 0
insensitive: -

Mechanical Correction Collar

- cover glass thickness correction
- different immersion
- different temperature
- adjusting an iris diaphragm



Color of writing

Contrast method

Standard	
Pol / DIC	
Ph 0 1 2 3	

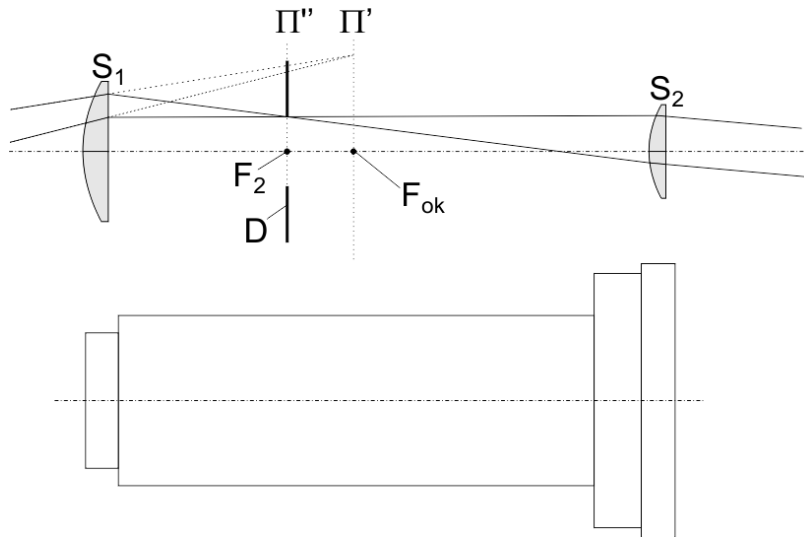
Color Coding of Magnification

1.0/1.25	
2.5	
4/5	
6.3	
10	
16/20/25/32	
40/50	
63	
100/150	

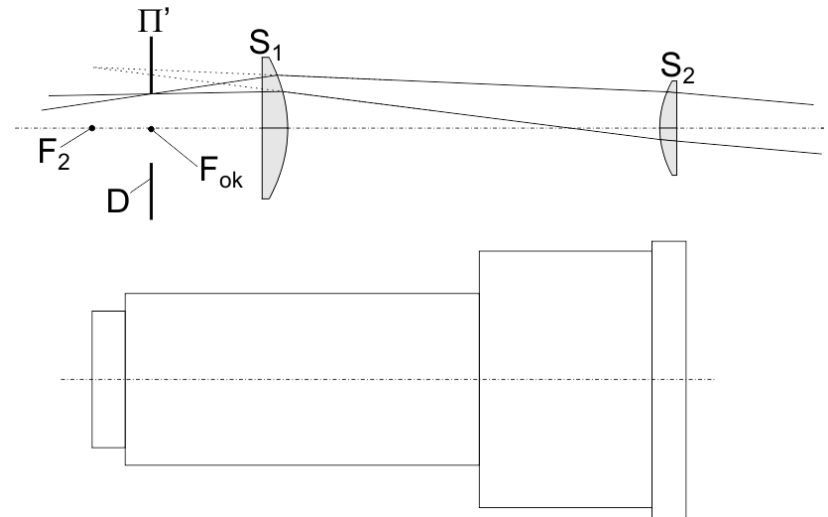
Immersion Fluid

Oil	
Water	
Glycerin	
Oil /Water / Glycerin	

Okulary



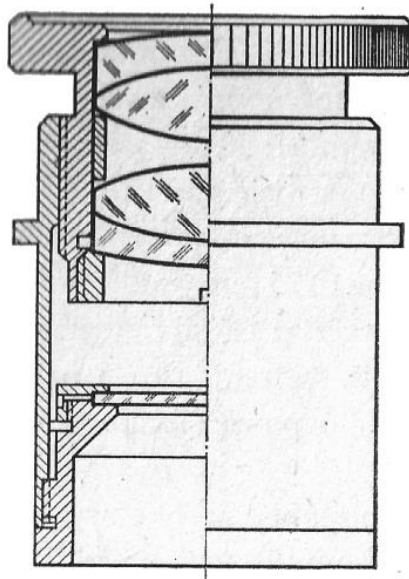
Okular Huygensa



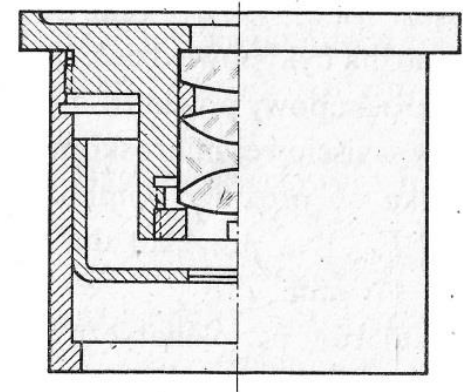
Okular Ramsdena

Soczewki:

- Oczna (główna rola w powiększaniu obrazu pośredniego w mikroskopie)
- Kolektywowa (decyduje o odwzorowaniu źrenicy wyjściowej mikroskopu w odpowiedniej odległości od okularu)

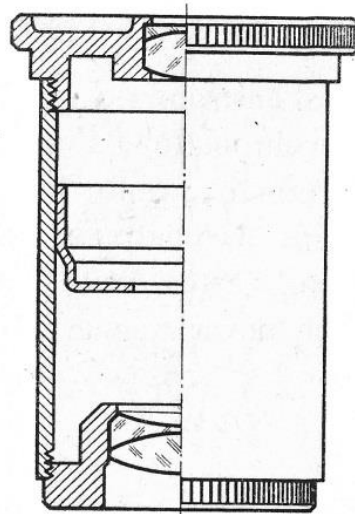


Okular symetryczny



Okular ortoskopowy

Okulary

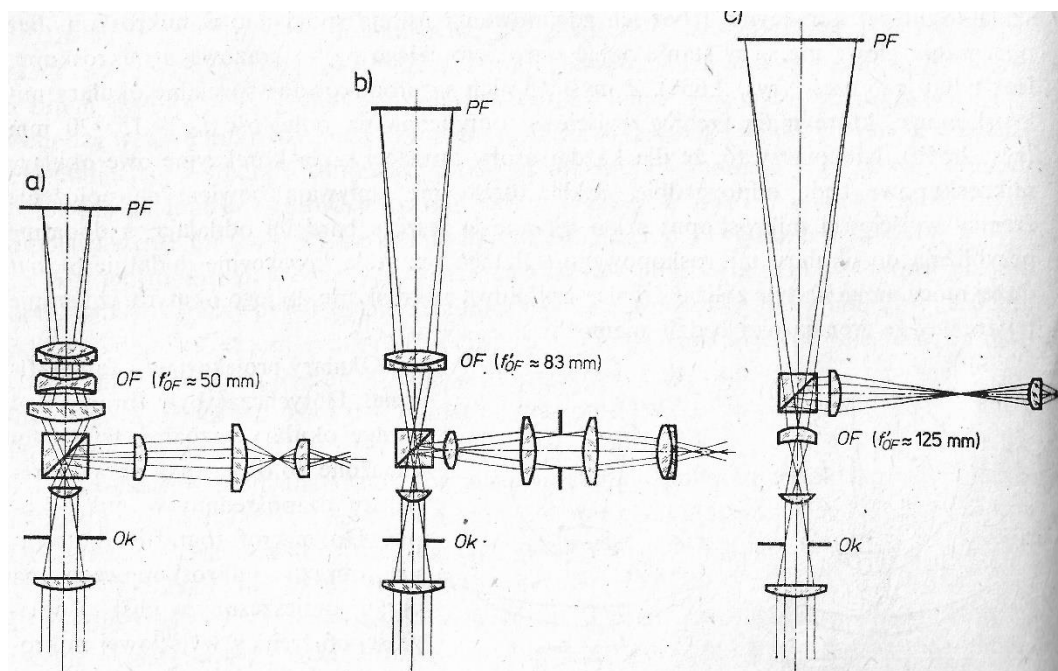


Okular kompensacyjny



Okular periplanatyczny

Nasadki mikrofotograficzne

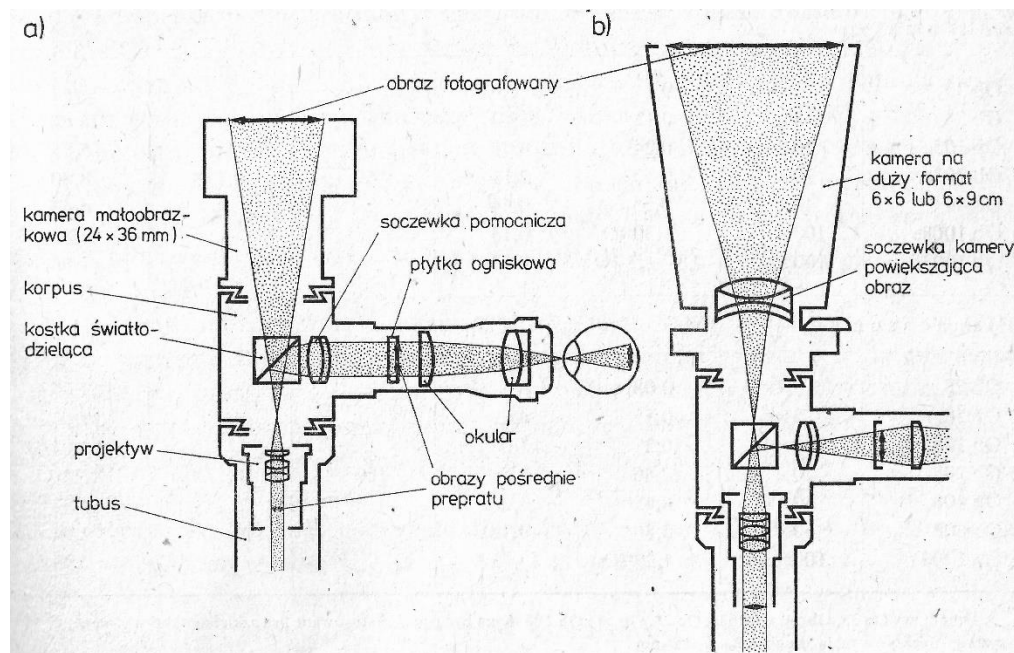


Okulary

PZO

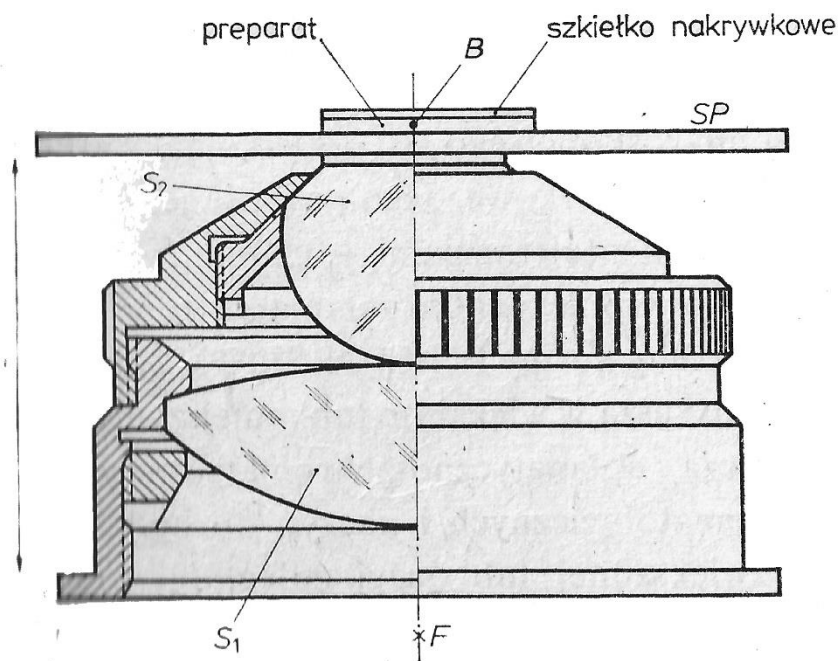
Symbol	Powiększenie Γ_{ok}	Ogniskowa f' [mm]	Liniowe pole widzenia [mm]
Huygensa			
OK5A	5×	50,09	16
OK8H	8×	31,05	14,5
OK10H	10×	24,25	13,5
Ortoskopowe			
OK7a	12,5×	20,0	16
OK8	17×	14,7	13,5
Szerokokątne			
OK10SK	10×	25,0	17
OK15SK	15×	16,7	16,5
Plankompensacyjne			
OK8PK	8×	31,25	17,7
OK16PK	16×	15,6	12

Nasadka mikrofotograficzna

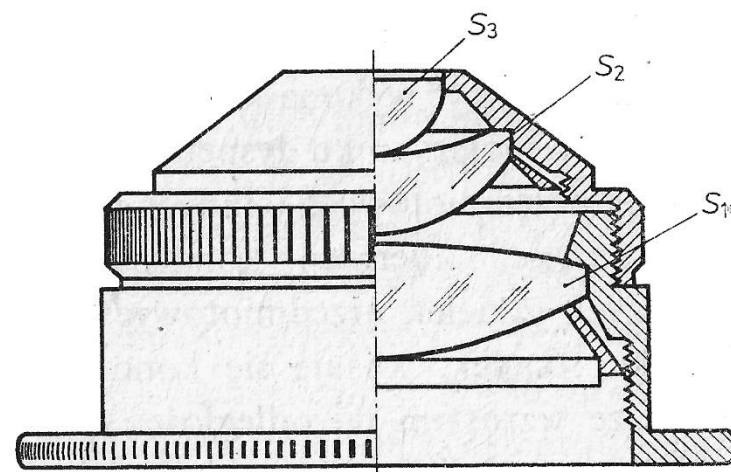


- a) Kamera małoobrazkowa
- b) Kamera na duży format zdjęć

Kondensory



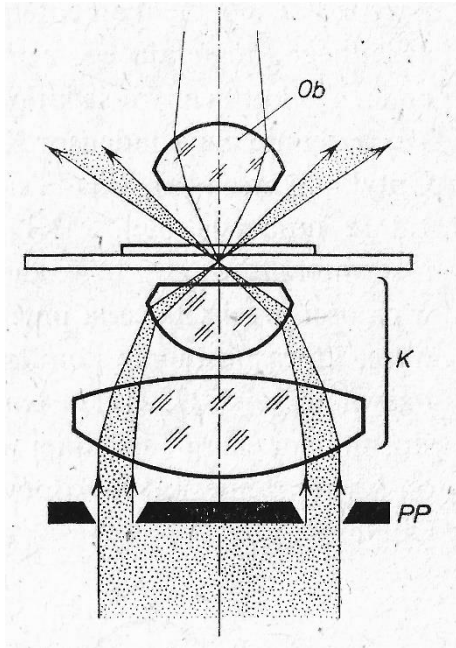
Kondensor dwusoczewkowy (Ab-



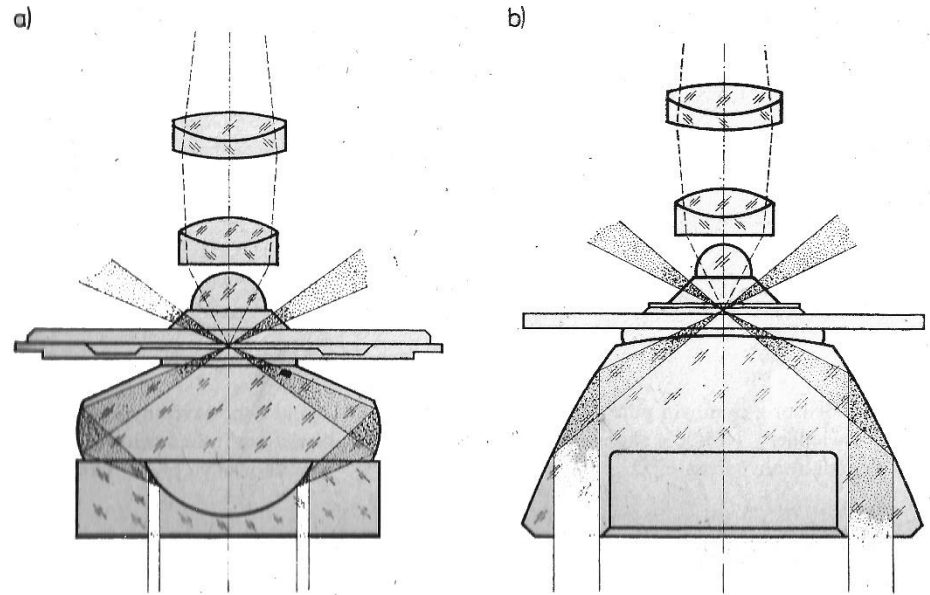
Kondensor trójsoczewkowy (aplanatyczny)

Kondensory

- jasne, ciemne pole

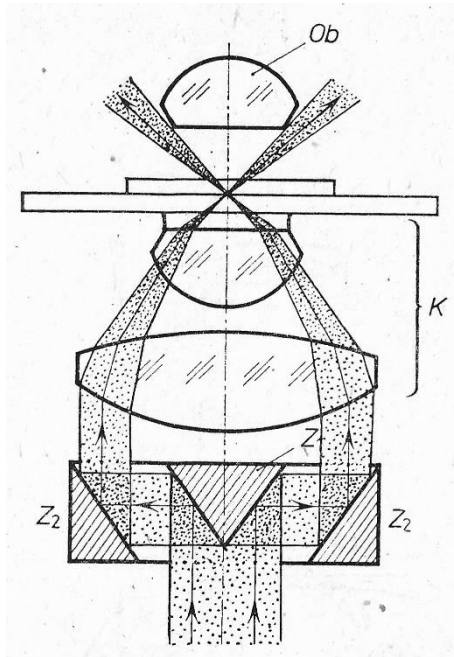


Kondensor z jasnym polem zamieniony
w kondensor z ciemnym polem przez
wstawienie w jego płaszczyznę
ogniskową przedmiotową przystony
pierścieniowej PP

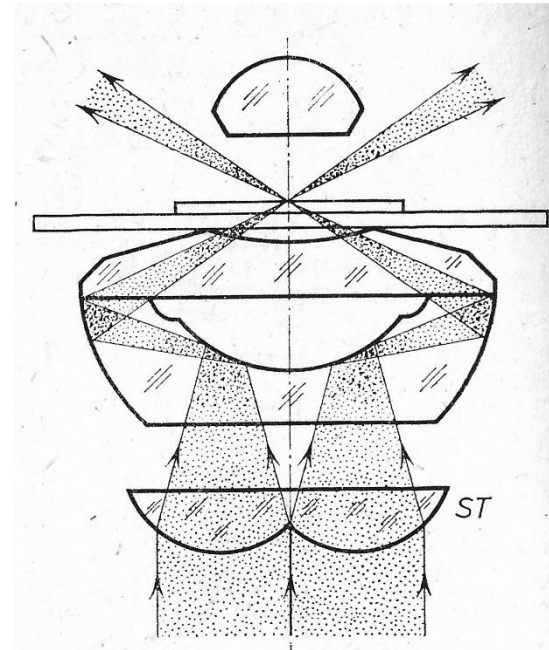


Typowe kondensory z ciemnym polem: a) kardoidalny, b) paraboloidalny

Kondensory – ciemne pole



Kondensor CLO/PZO



Kondensor firmy Tiyoda
(o dużej wydajności świetlnej
(„Superwide Darkfield Condenser”))