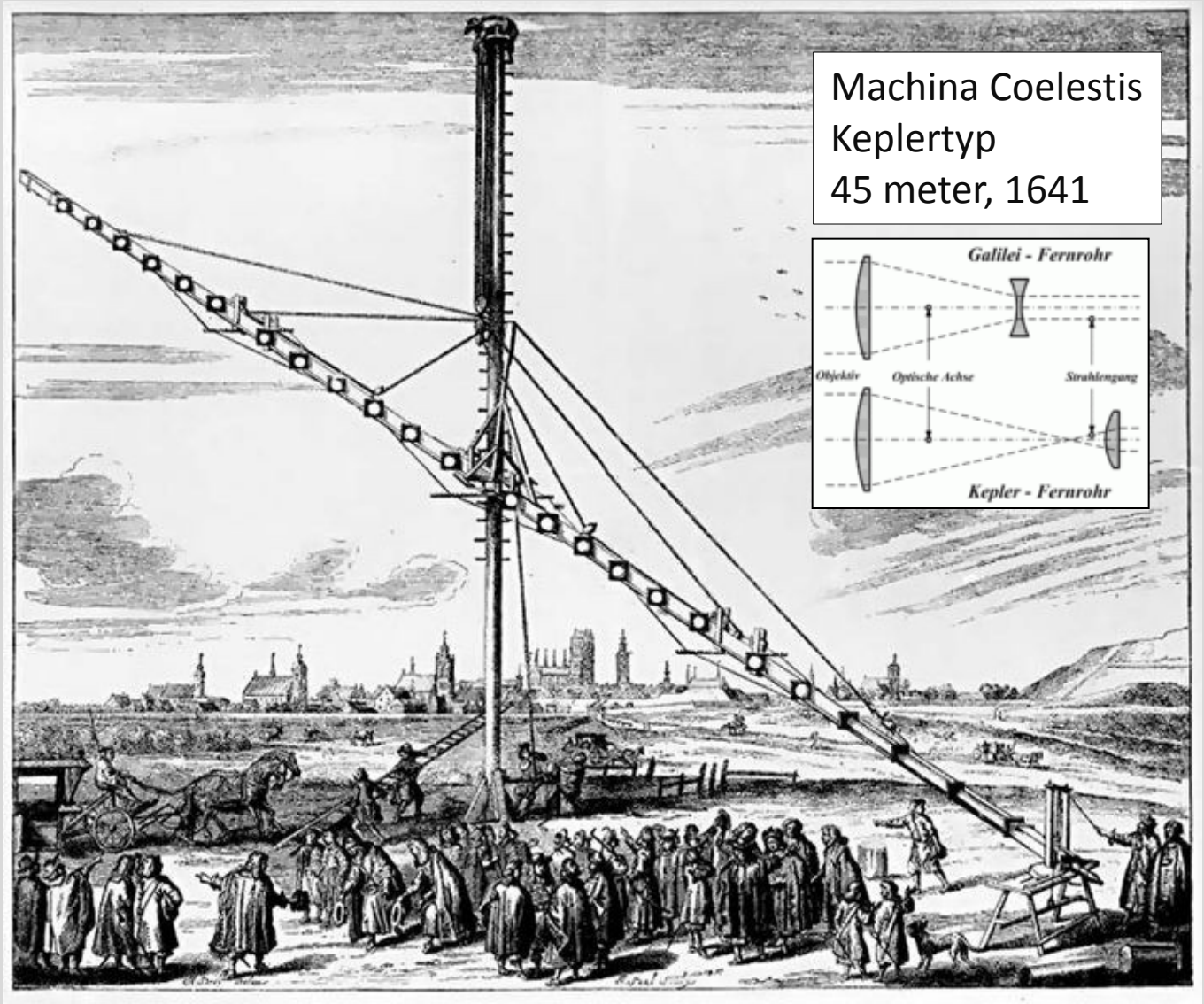
Grundläggande begrepp inom (astronomi)optik

Göte Flodqvist, STAR
2012 09 24


Machina Coelestis
Keplertyp
45 meter, 1641
Galilei - Fernrohr
Objektiv
Optische Achse
Strahlengang
Kepler - Fernrohr

Öga

Näthinna
Mörkerseende
Upplösning

Prismakikare

Förstoring
Utgångspupill

Teleskop

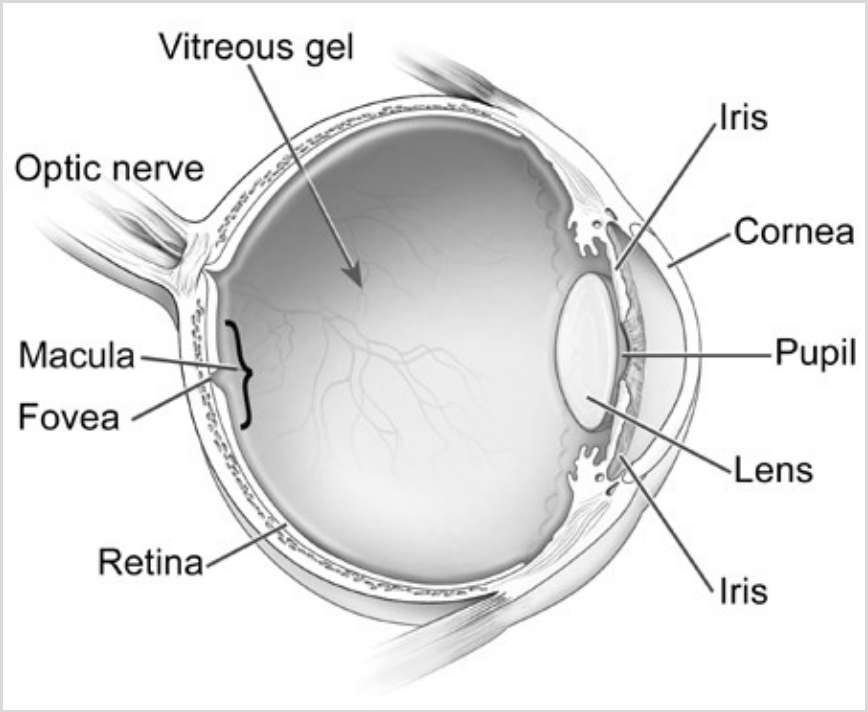
Linsteleskop
Spegelteleskop
Upplösning

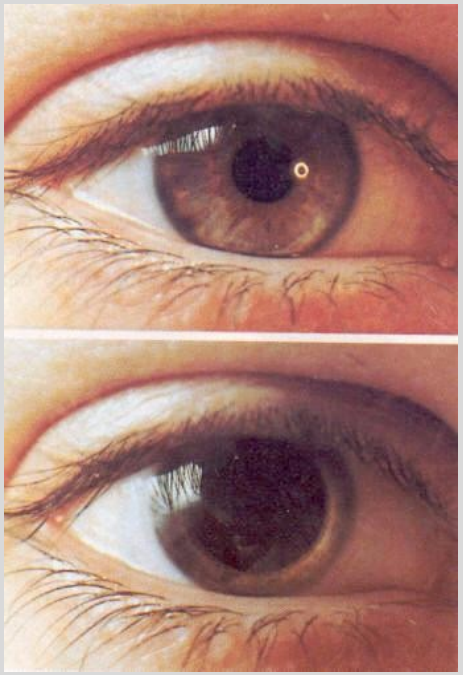
Okular

Förstoring
Synfält

Bildmaterial: N.N © Internet

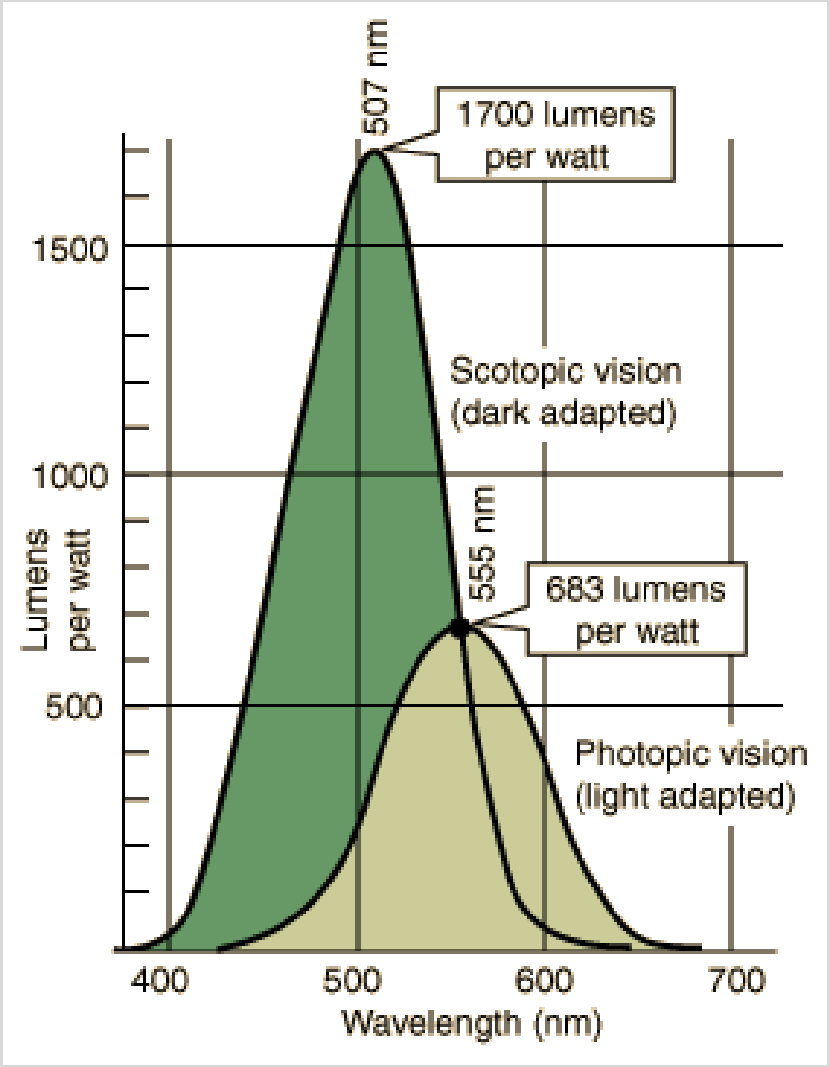
Öga





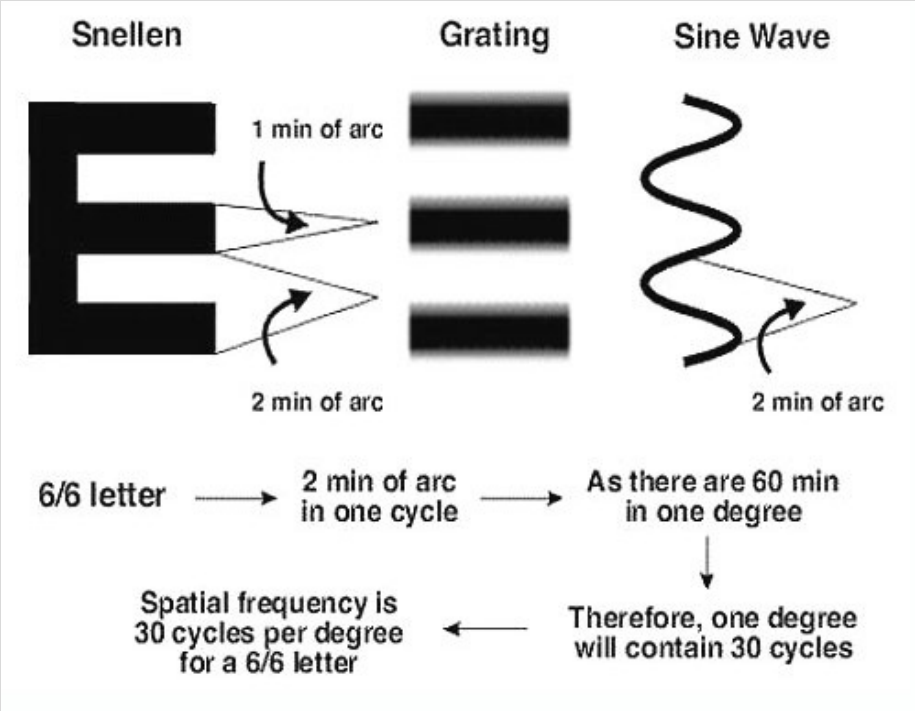
Stavar och tappar är celler som reagerar på ljuset. Stavarna är ljuskänsligast, men kan inte skilja färgerna åt. Tapparna är färgkänsliga och är aktiva när det är gott om ljus. Stavarna ligger i näthinnans yttre kanter, medan tapparna finns i gula fläcken (Macula). Pupillen ca 2 – 8 mm i diameter.

Öga



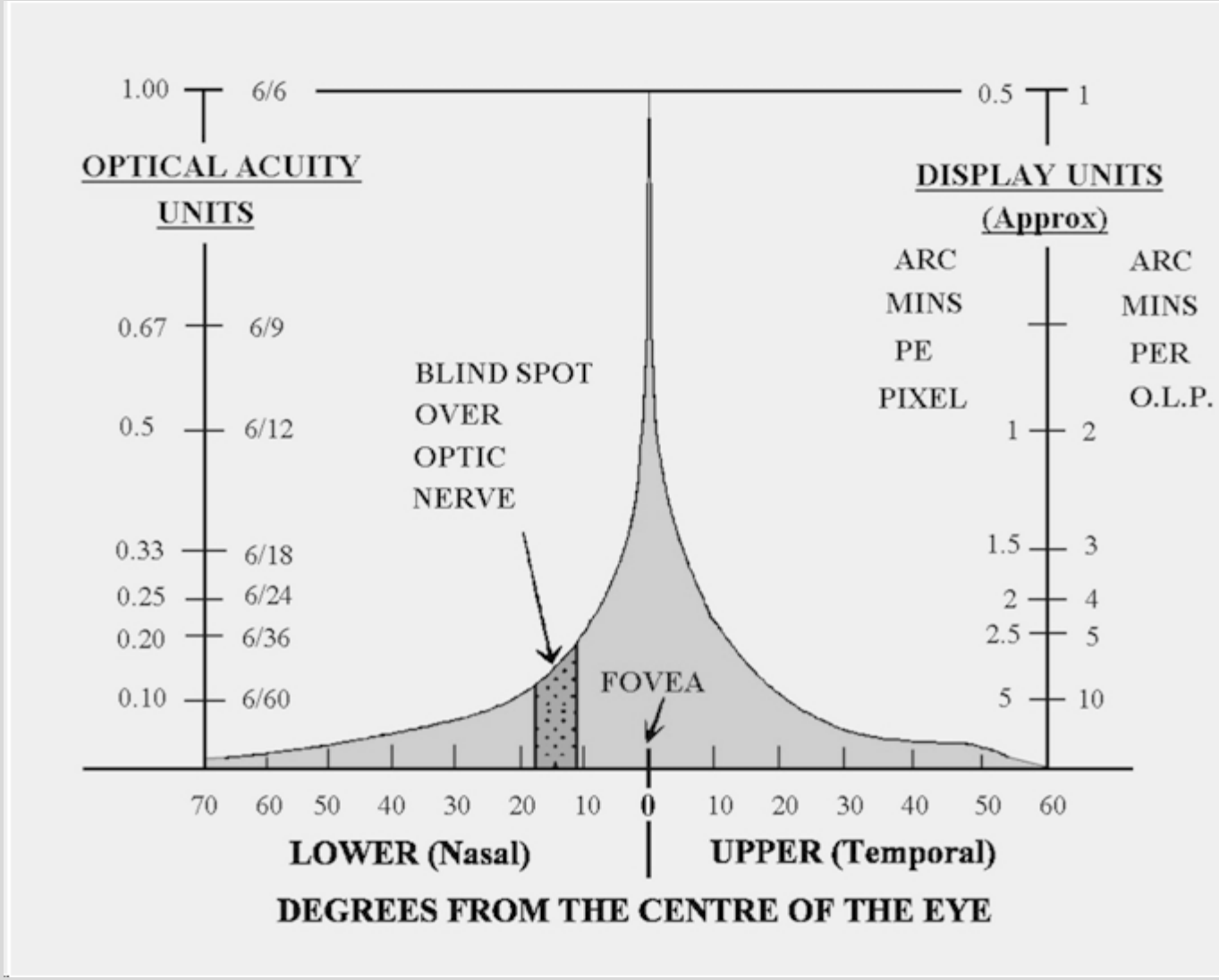
Dagsljusseende med tappar och (fotopiskt) och mörkerljusseende med stavar(skotopiskt). Mörkerseendets halveringstid ca 5 minuter och ca 35 minuter till maximal ljuskänslighet.

Öga



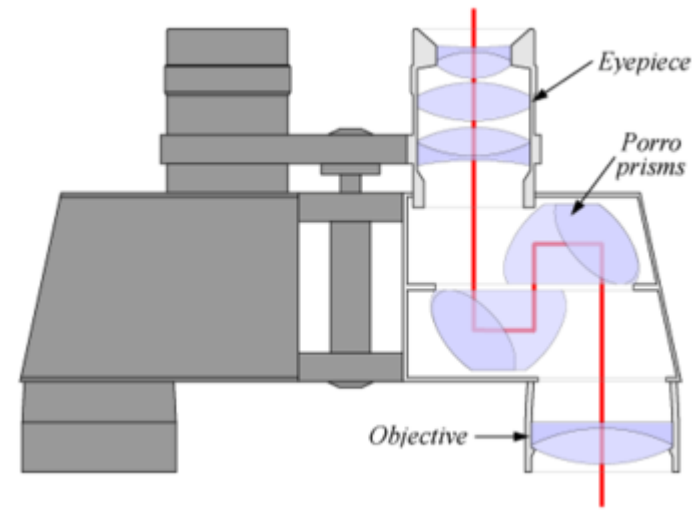
Det mänskliga ögats förmåga att skilja två punkter åt anges som en vinkelupplösning. Denna vinkel är cirka 0,005 grader (0,3 bågmin), så vi kan skilja 200 punkter i ett synfält på en grad. Antar man att det totala synfältet är 120 grader både lodrätt och vågrätt, uppgår det totala antalet bildpunkter som ögat kan skilja till 576000000. Man kan således säga att människans öga är ett ”chip” på 576 Mpix.

Öga


1.00
6/6
OPTICAL ACUITY UNITS
0.67
6/9
0.5
6/12
0.33
6/18
0.25
6/24
0.20
6/36
0.10
6/60
BLIND SPOT OVER OPTIC NERVE
FOVEA
0.5
1
DISPLAY UNITS (Approx)
ARC MINS PE PIXEL
ARC MINS PER O.L.P.
1
2
1.5
3
2
4
2.5
5
5
10
70 60 50 40 30 20 10 0 10 20 30 40 50 60
LOWER (Nasal)
UPPER (Temporal)
DEGREES FROM THE CENTRE OF THE EYE

Prismakikare

Rättvänd bild
Snabb och enkel användning, normalt inget stativ nödvändigt
Låg vikt
Oftast prisvärd
Annan användning än astronomi



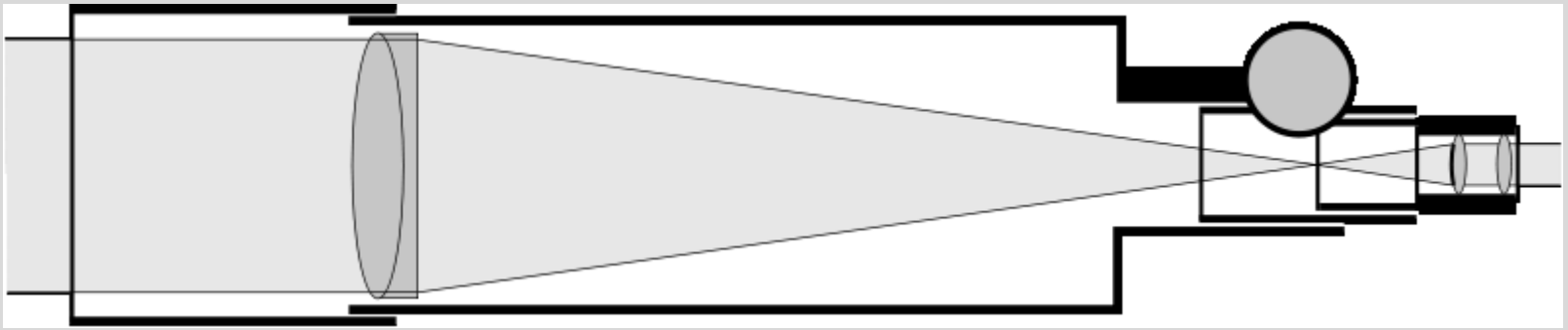
Objektivdiameter : 22 – 150 mm
Förstoring: 7 – 30 ggr

$$\text{Förstoring} = \frac{F_{objektiv}}{F_{lupp}} \qquad \text{Utgångspupill} = \frac{D_{objektiv}}{\text{Förstoring}}$$

Prismakikare

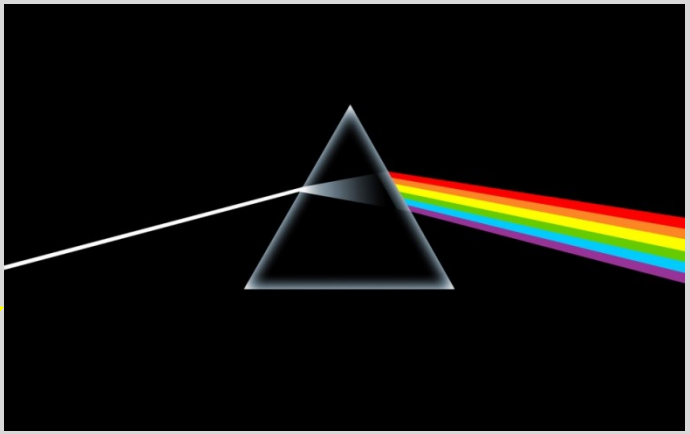
Fujinon 25 x 150: Inte alltid portabel, lätt att använda. Problem i zenit.

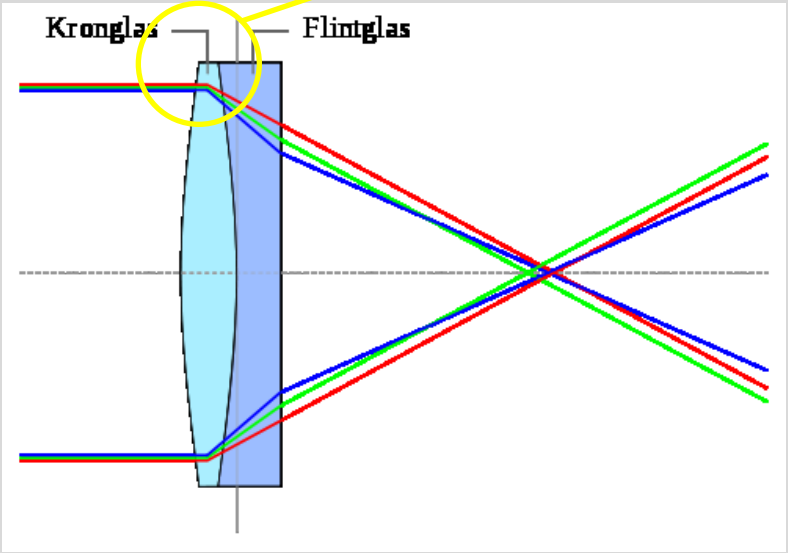
Linsteleskop



Objektiv *Bildplan* *Okular*

Linsteleskop



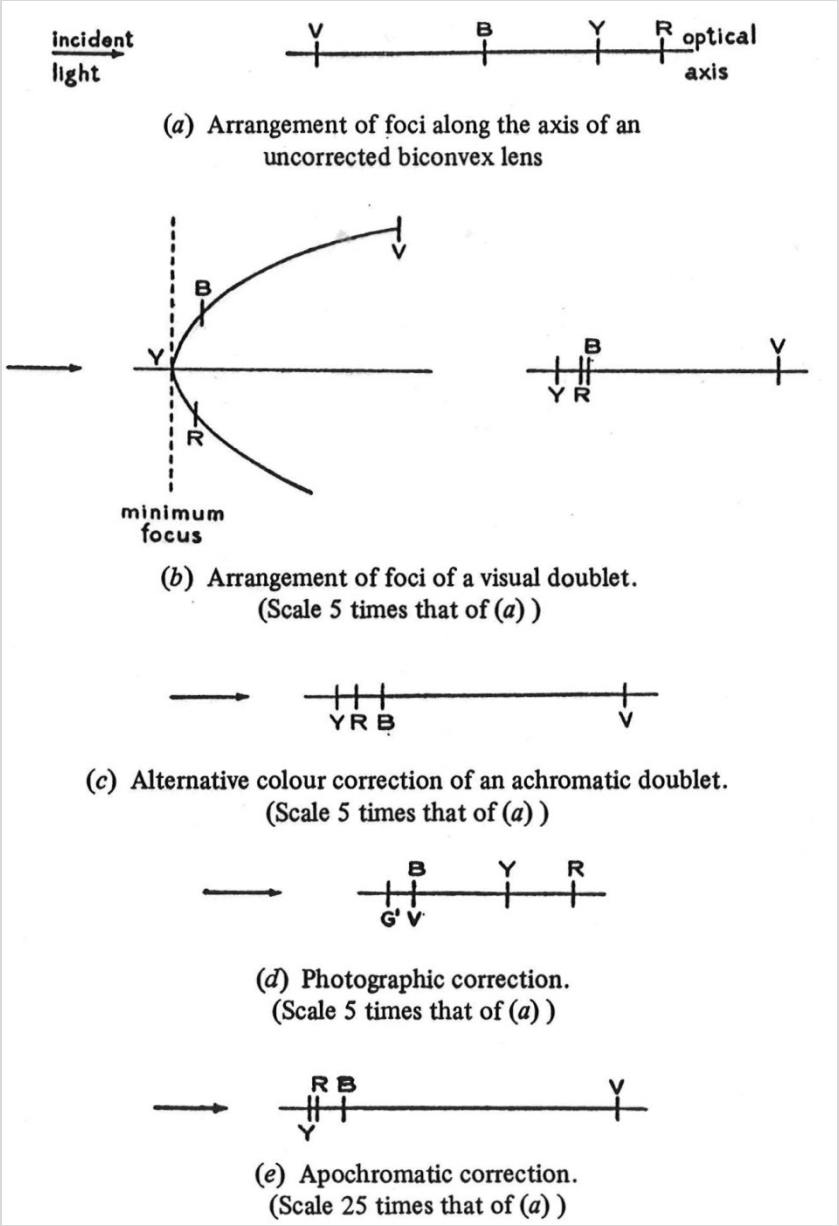


Refraktion, dispersion, prismaeffekt

Linsteleskop

V = violet
B = blue
Y = yellow
R = red

Dispersion, prismaeffekt



(*a*) Arrangement of foci along the axis of an uncorrected biconvex lens

(*b*) Arrangement of foci of a visual doublet. (Scale 5 times that of (*a*))

(*c*) Alternative colour correction of an achromatic doublet. (Scale 5 times that of (*a*))

(*d*) Photographic correction. (Scale 5 times that of (*a*))

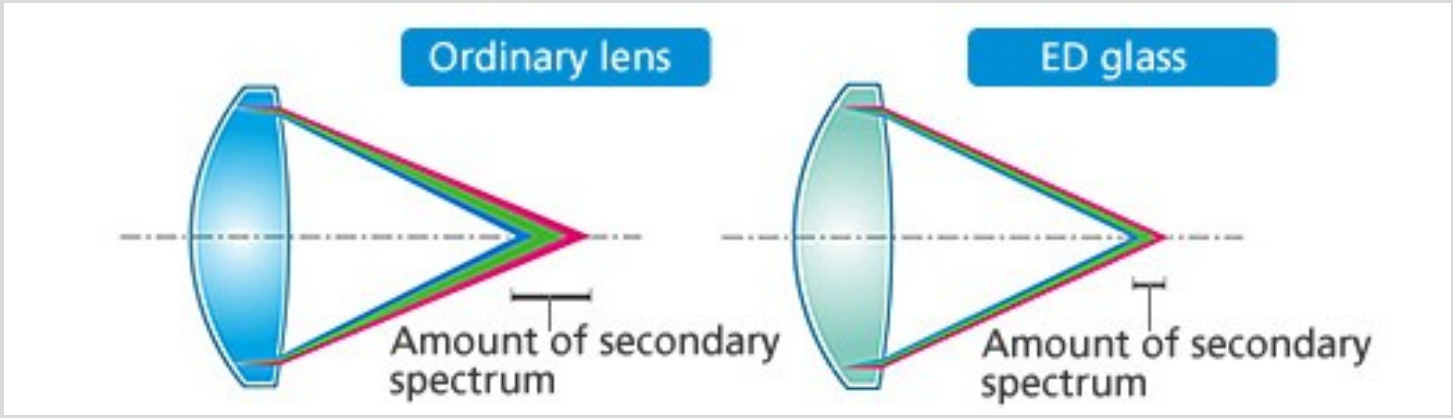
(*e*) Apochromatic correction. (Scale 25 times that of (*a*))

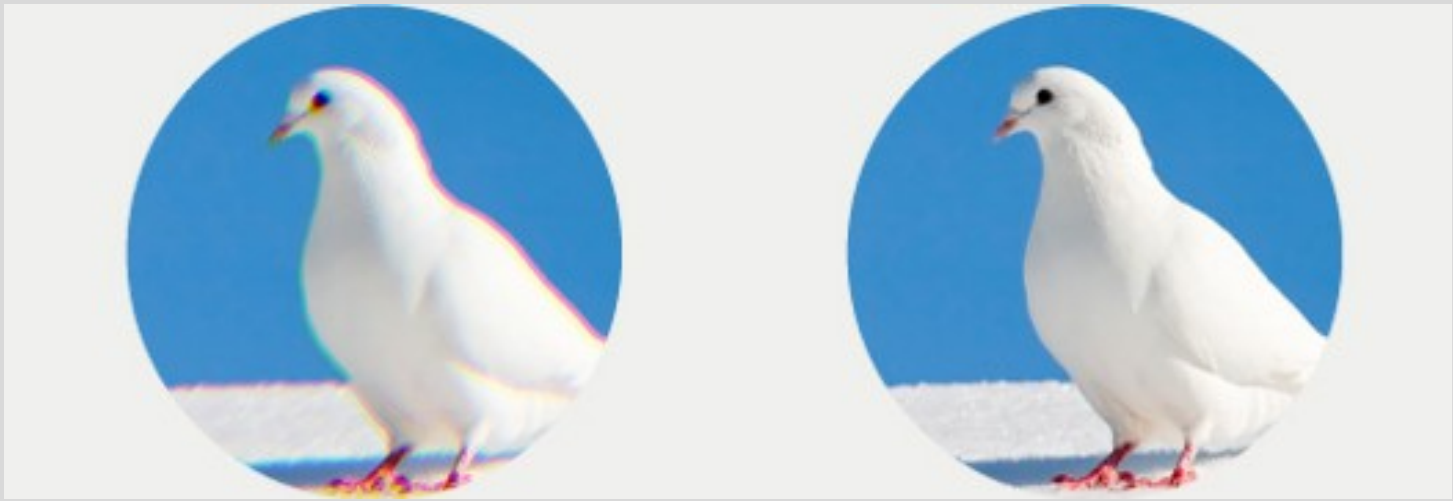
Linsteleskop

Akromatlins (se ”b” i föregående bild)

Linsteleskop

Extra-low Dispersion





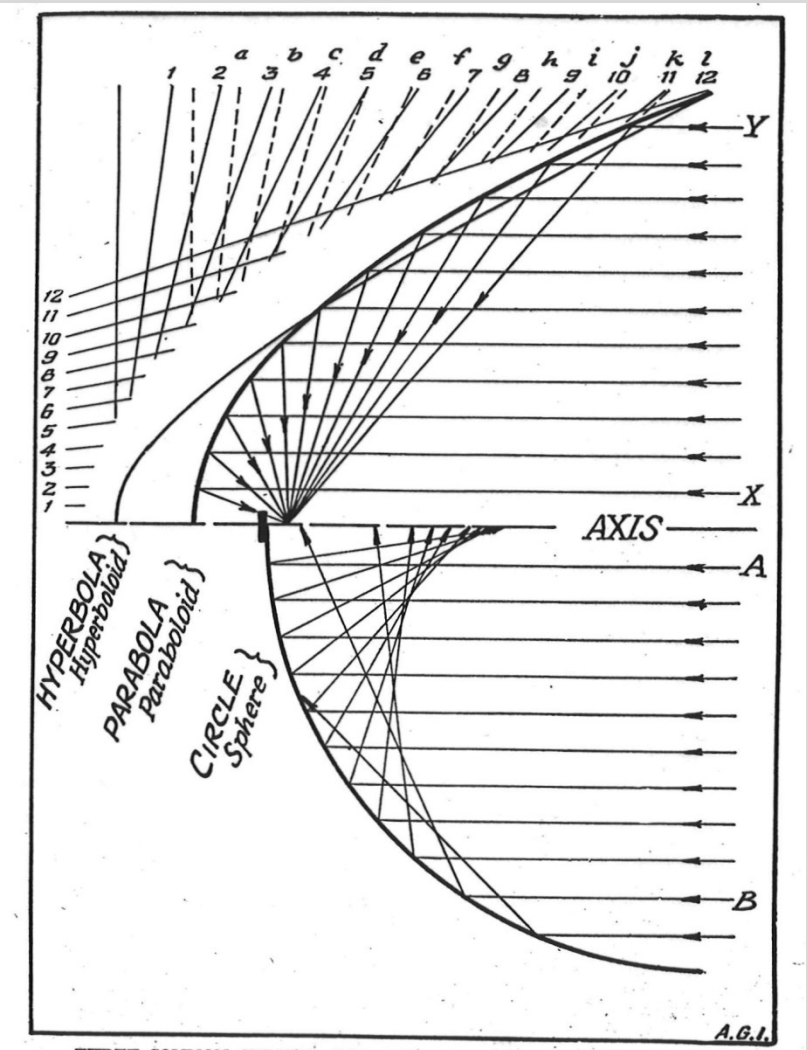
Fokusyta plan, odistorderad, jämnt utlyst och skarpttecknande => flera linser

Spegelteleskop

Reflexion

Spegelteleskop

Spegeltyper:
- *Paraboloid*
- *Sfäroid*
- *Hyperboloid*
- *Plana*



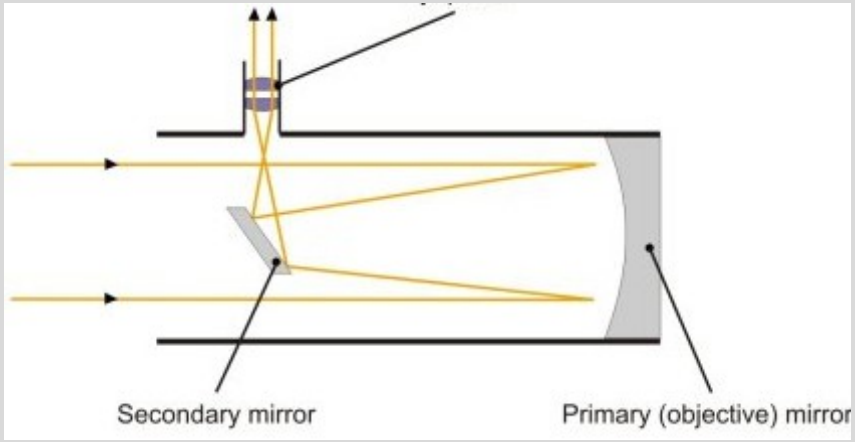
THREE COMMON CURVES. FOR EXPLANATION, SEE OPPOSITE PAGE.

283

Spegelteleskop

Optiska lay-outer

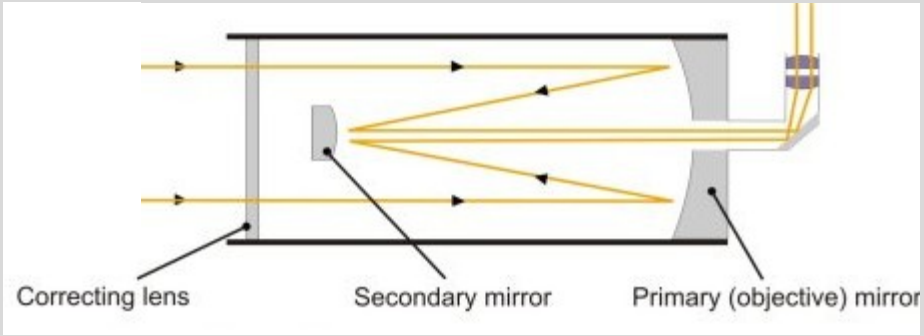
Newton



Cassegrain

Schmidt-Cassegrain

Maksutov



Teleskopupplösning

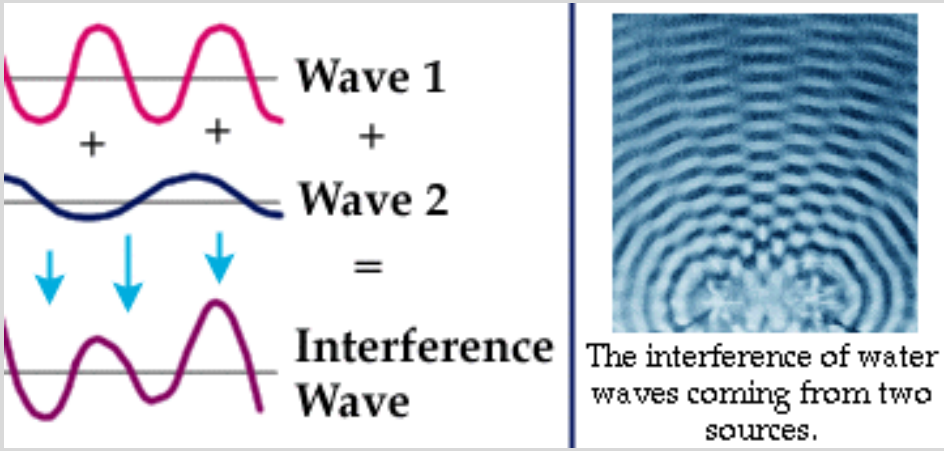
Instrumentberoende

Diffraktionsbegränsning (optisk konstruktion)

Primära aperturen (storleken på det ljussamlande elementet)

Teleskopupplösning

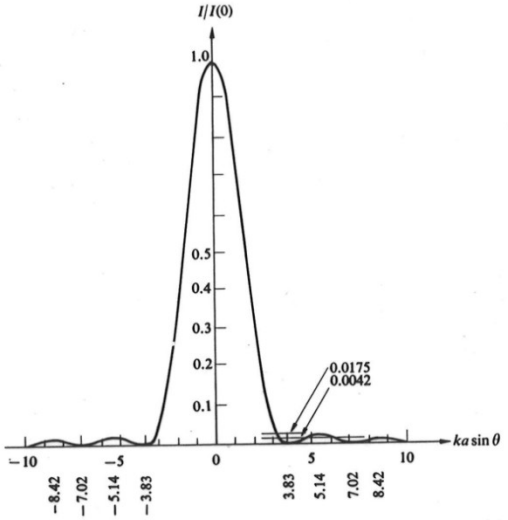
Interferens, diffraktion

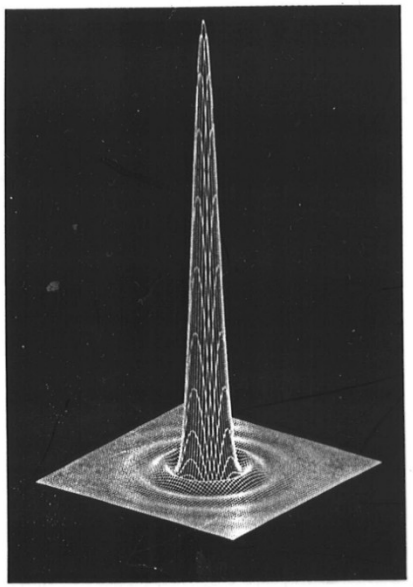


The interference of water waves coming from two sources.

Teleskopupplösning

Primära aperturen





(c)

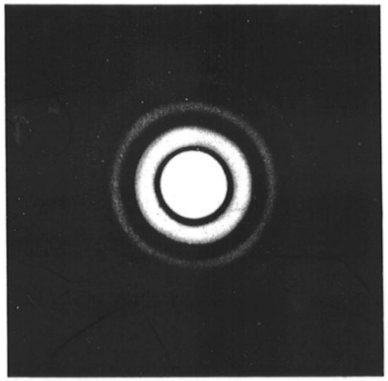
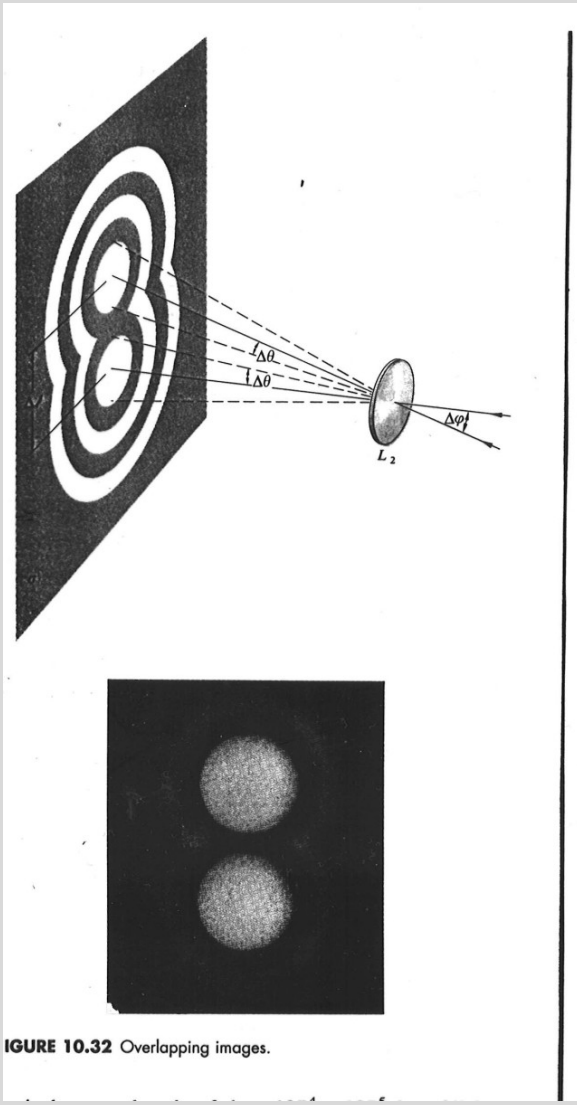


FIGURE 10.30 Airy rings (1.0-mm hole diameter). (E. H.)

$$\sin\theta = 1.220\frac{\lambda}{D}$$

Θ = vinkelupplösning
Λ = ljusets våglängd
D = diametern på aperturen

Teleskopupplösning



IGURE 10.32 Overlapping images.

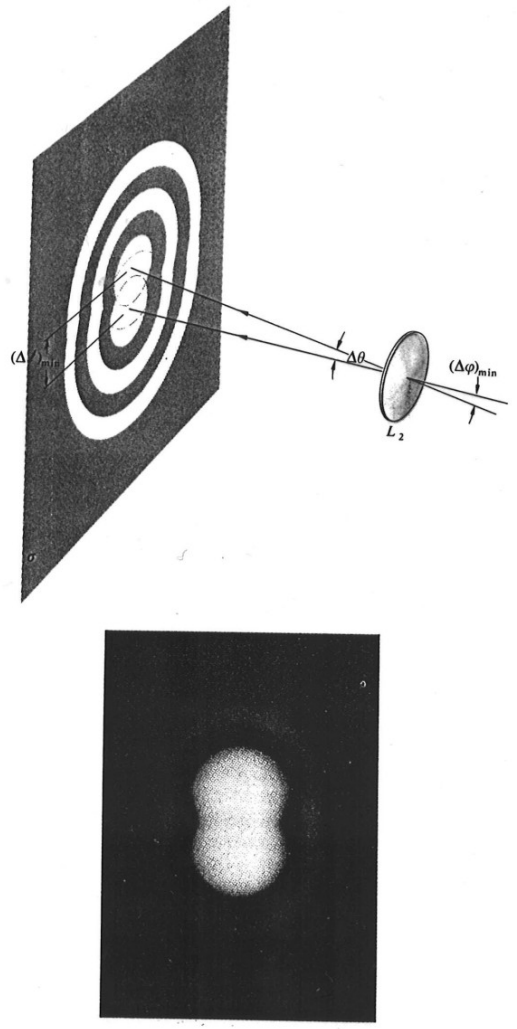


FIGURE 10.33 Overlapping images.

Teleskopupplösning

Instrumentberoende

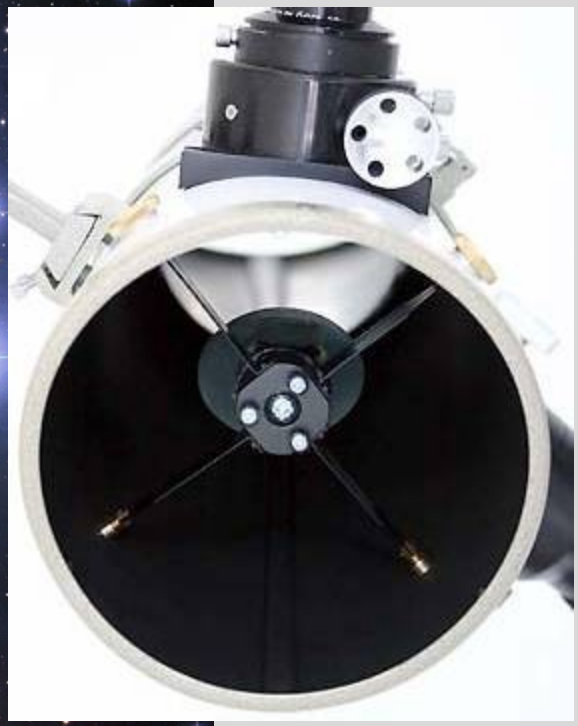
- *Linsytors noggrannhet (oftast sfäriska, mindre problem)*
- *Linsers antireflexbehandling (kontrast Zeiss 1935)*
- *Spegelytors noggrannhet*
- *Aluminisering (högvakuumteknologi 1930)*
- *Sekundärspeglar*
- *Övriga optiska komponenter i strålgången*

Yttre faktorer

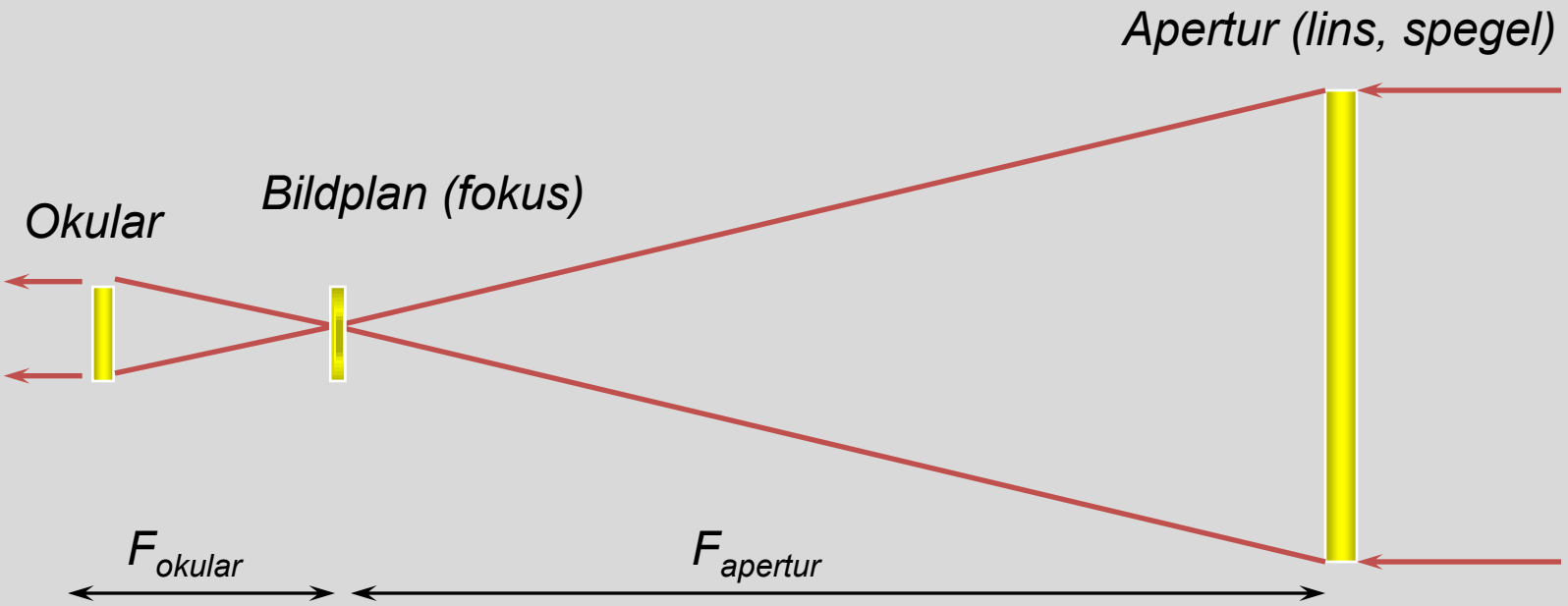
- *Luftoro, turbulens, seeing*
- *Mekanisk montering*

Teleskopupplösning

Diffraktionsspikar i klassiskt Newtonteleskop



Förstoring, bländare, utgångspupill



$$\text{Förstoring} = \frac{F_{apertur}}{F_{okular}} \qquad \text{Utgångspupill} = \frac{D_{apertur}}{\text{Förstoring}}$$

$$\text{Öppningsförhållande (1/bländare)} = \frac{D_{apertur}}{F_{apertur}}$$

Okular (lupp)

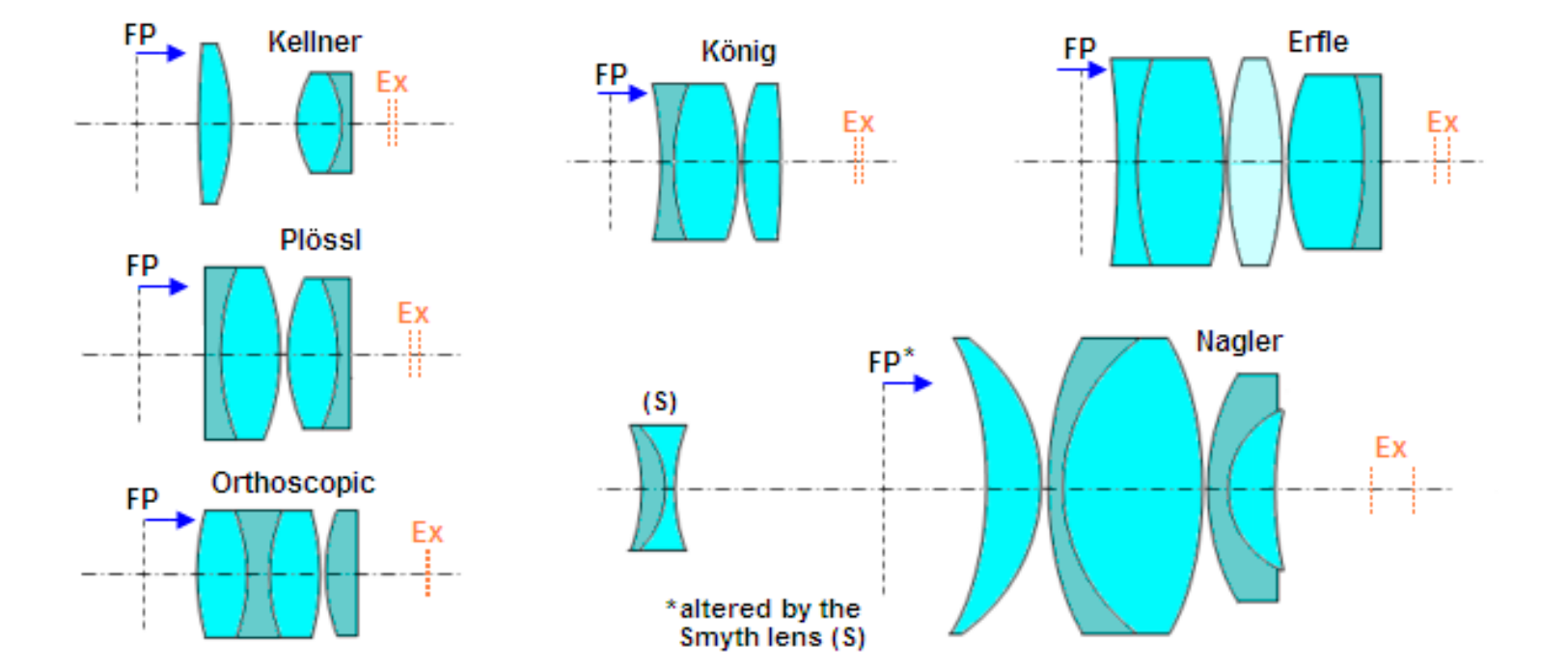
Optiska egenskaper

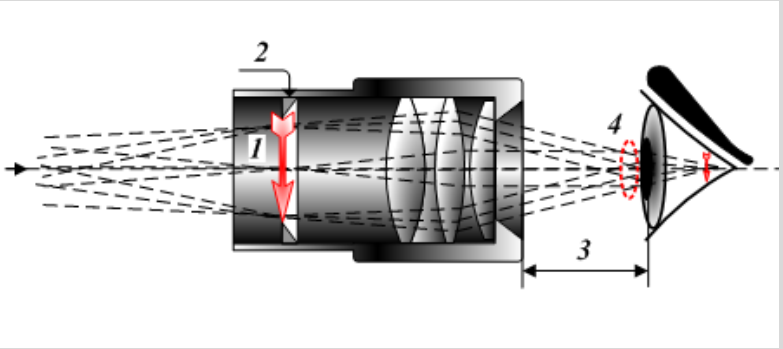
…...en uppsjö…….

Brännvidd
Förstoring
Verkligt synfält
Skenbart synfält
Parfokala
Binokulära
Glasögonbärare
Vikt
Pris

Okular (lupp)

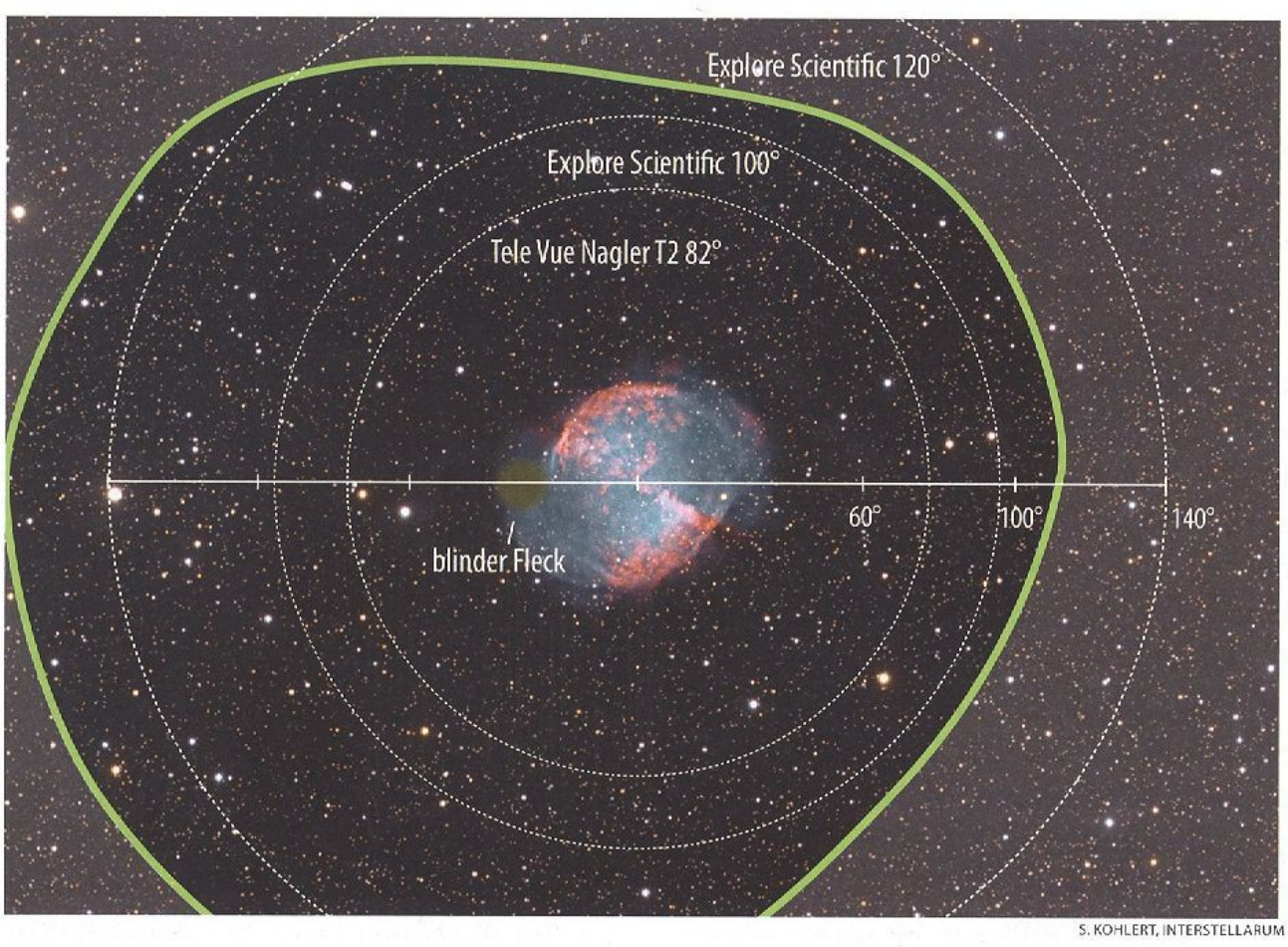
Optisk lay-out





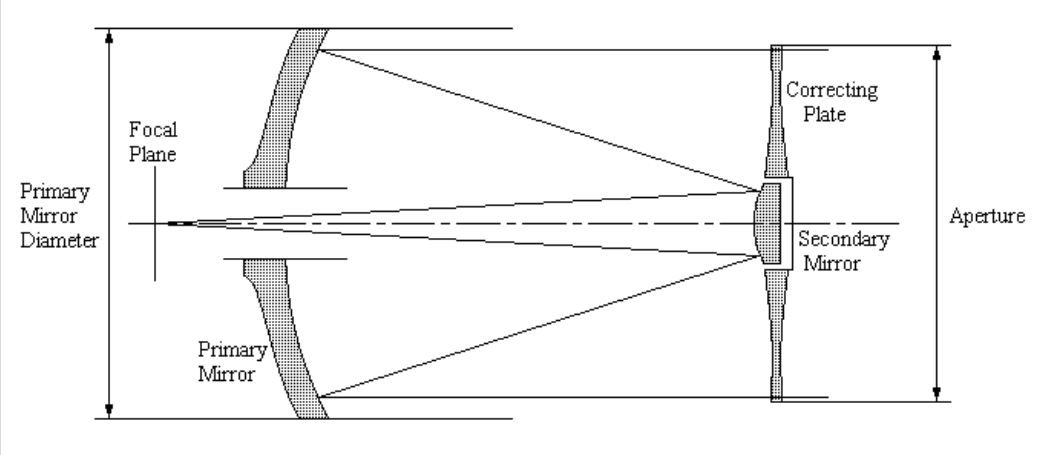
Okular (lupp)

Vidvinkelokular *ca 1,3 kg*
ca 10.000 kr



STARs teleskop i Magnethuset

Optisk lay-out



Ljusöppning: 10” (250 mm)

Brännvidd: 2500 mm

Bländare 10 (F/10)

Okularens brännvidd: 50 - 9 mm

Förstoringar: 50 - 280 ggr

Utgångspupill: 5 - 1 mm

Stjärnklart
så klart…….