

Komavirhe ja uudet okulaari-innovaatiot

Lauri Kangas / Laitepäivät 2026

   Varoitus   



Varoitus

Pahoja tarttuvia tauteja:

- Okulaarikuume
- Koma-allergia



Pahoja tarttuvia tauteja:

- Okulaarikuume
- Koma-allergia

Tartuntatautilaki (1227/2016)

3 § Määritelmät

Tässä laissa tarkoitetaan:

6) *epidemialla* tartuntatautitapausten lukumäärän lisääntymistä odotettua enemmän jonakin ajanjaksona tietyssä väestössä tai tietyllä alueella;

Onhan sulla
okulaarihommat
kondiksessa?



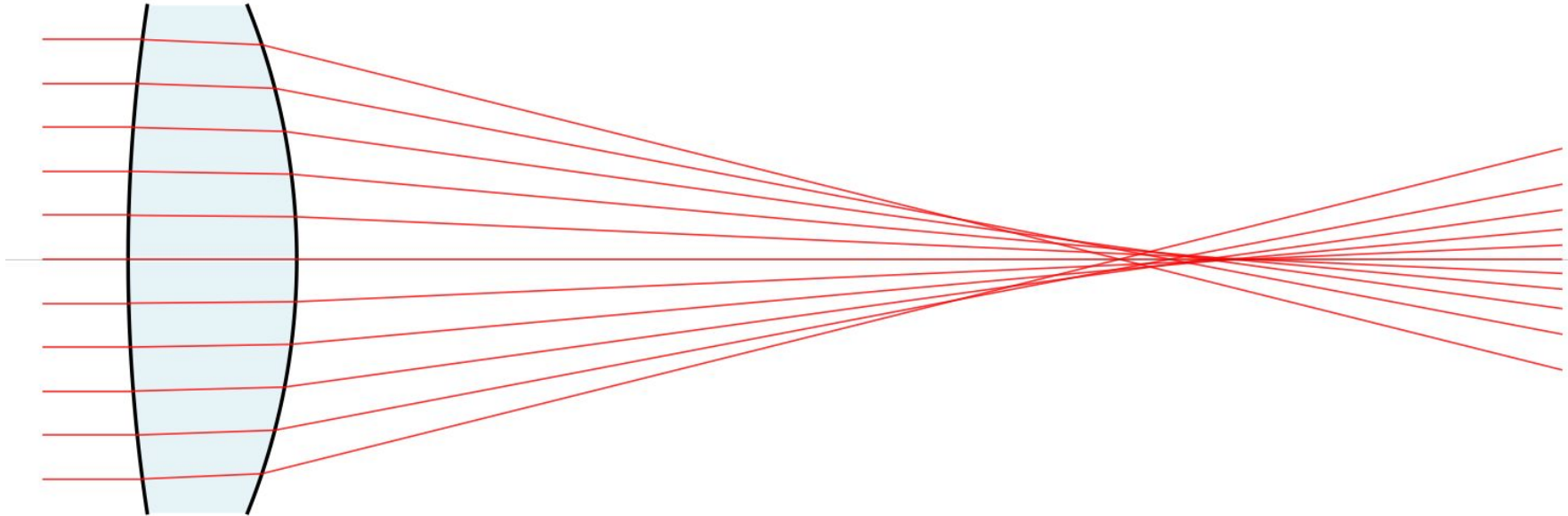
Ensin pari sanaa kaukoputkista

(aloitetaan ihan alusta)

Pikakurssi kaukoputken kehitykseen: Yksi linssi

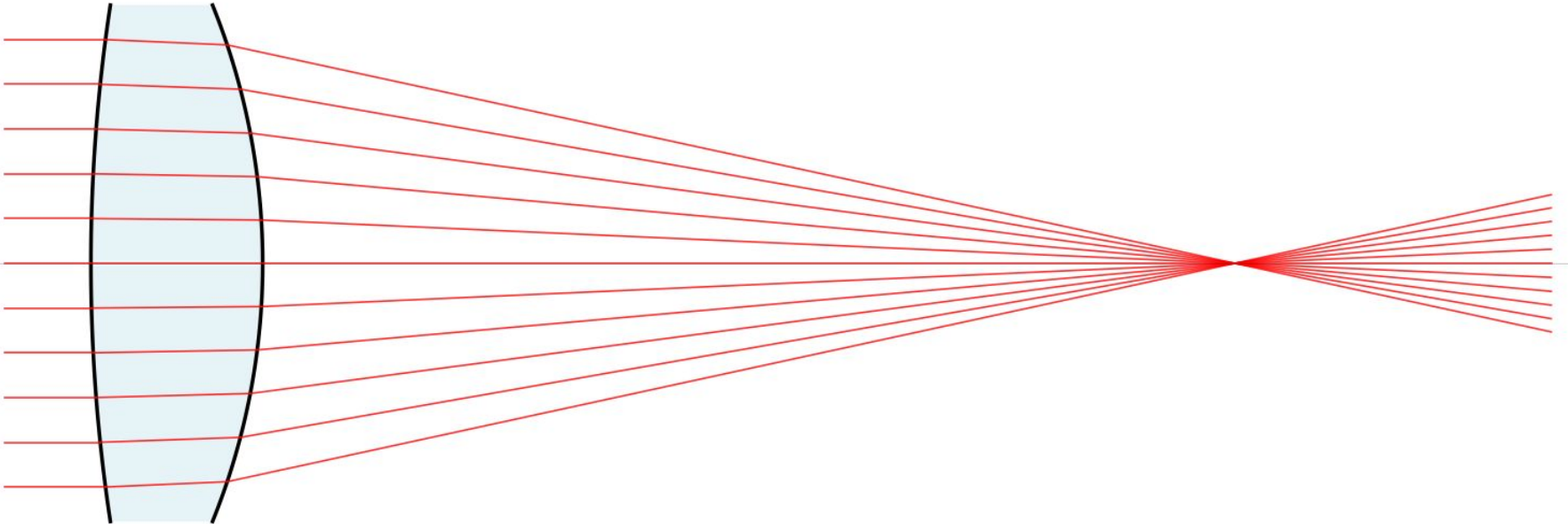
Yksi linssi, yksi aallonpituus.

→ Palloaberraatiota. Mikä avuksi?

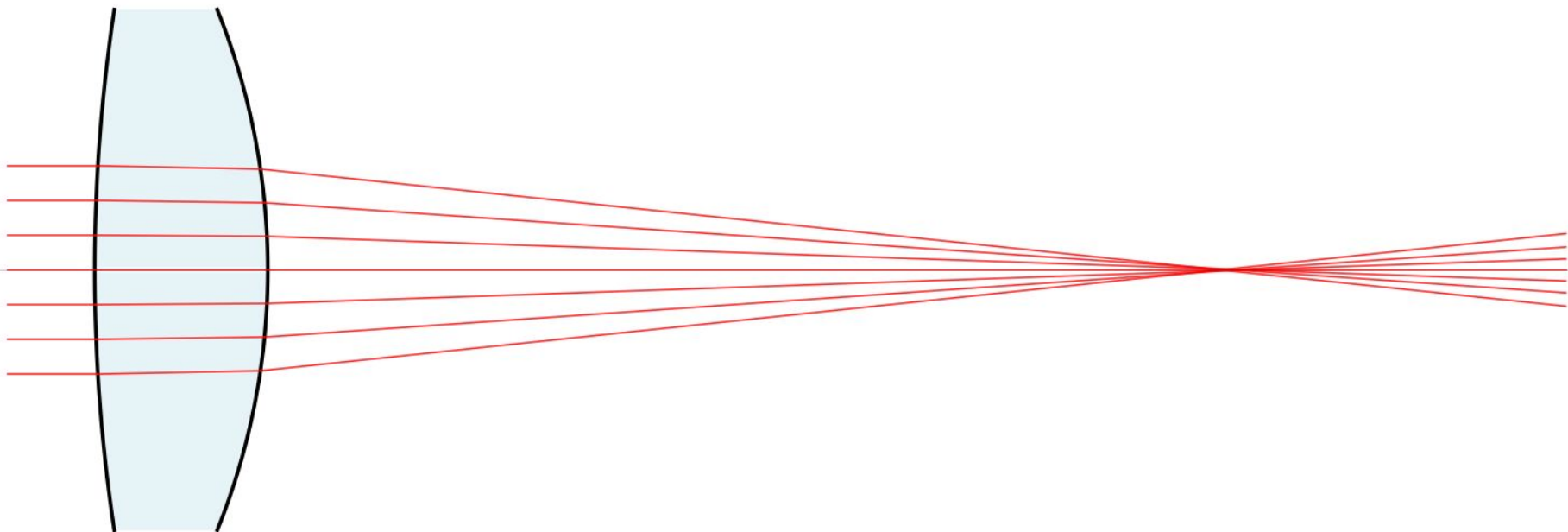


Yksi linssi: Ratkaisu #1: Asfäärinen pinta

→ Hieman kallista ja hankalaa

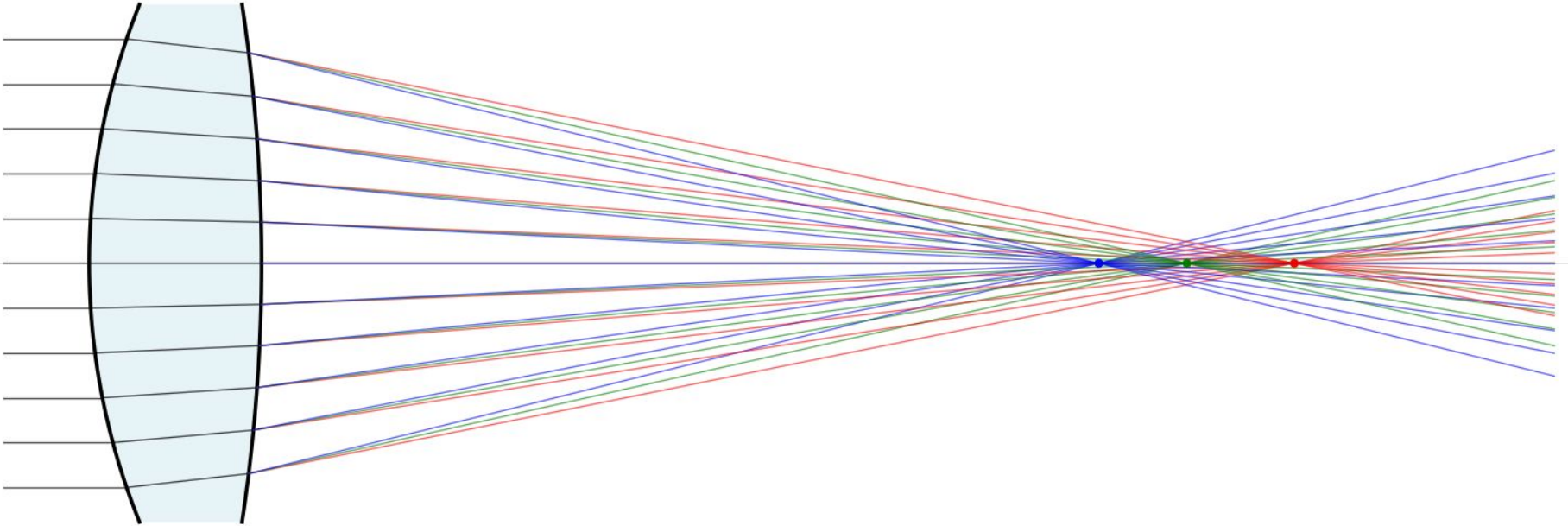


Yksi linssi: Ratkaisu #2: Hitaampi aukkosuhde



Yksi linssi: Useampi aallonpituus

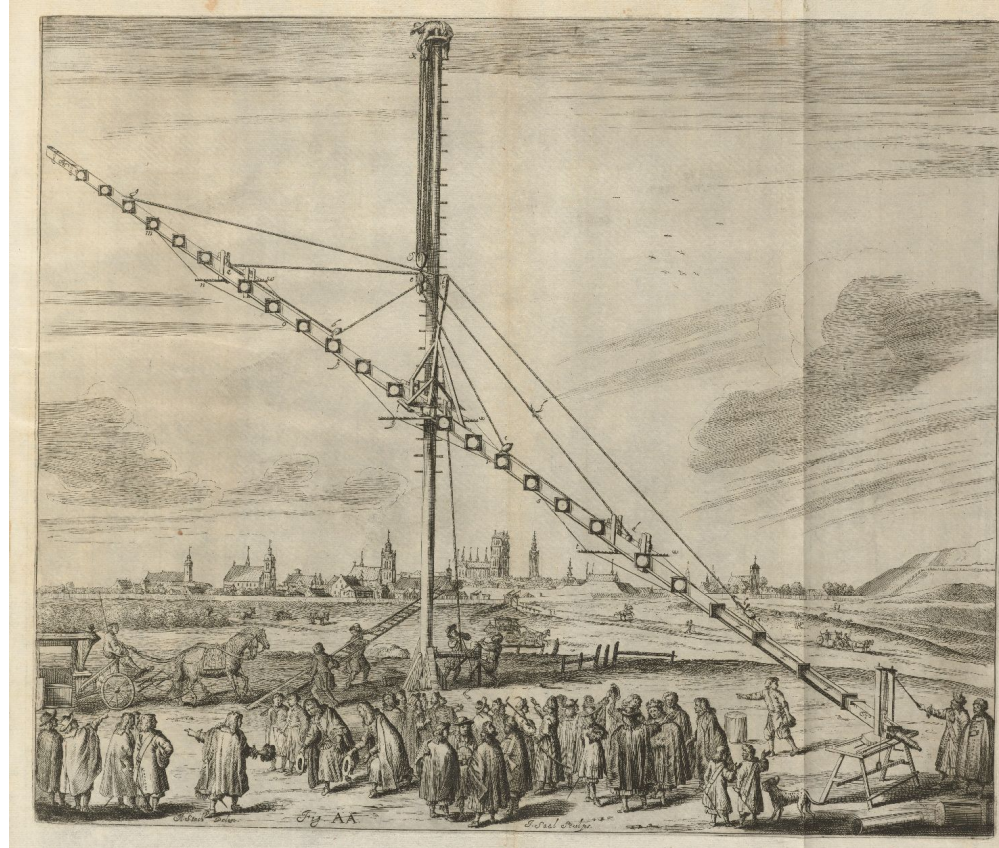
→ Pitkittäistä värivirhettä



Yksi linssi: Väriverheen kanssa eläminen

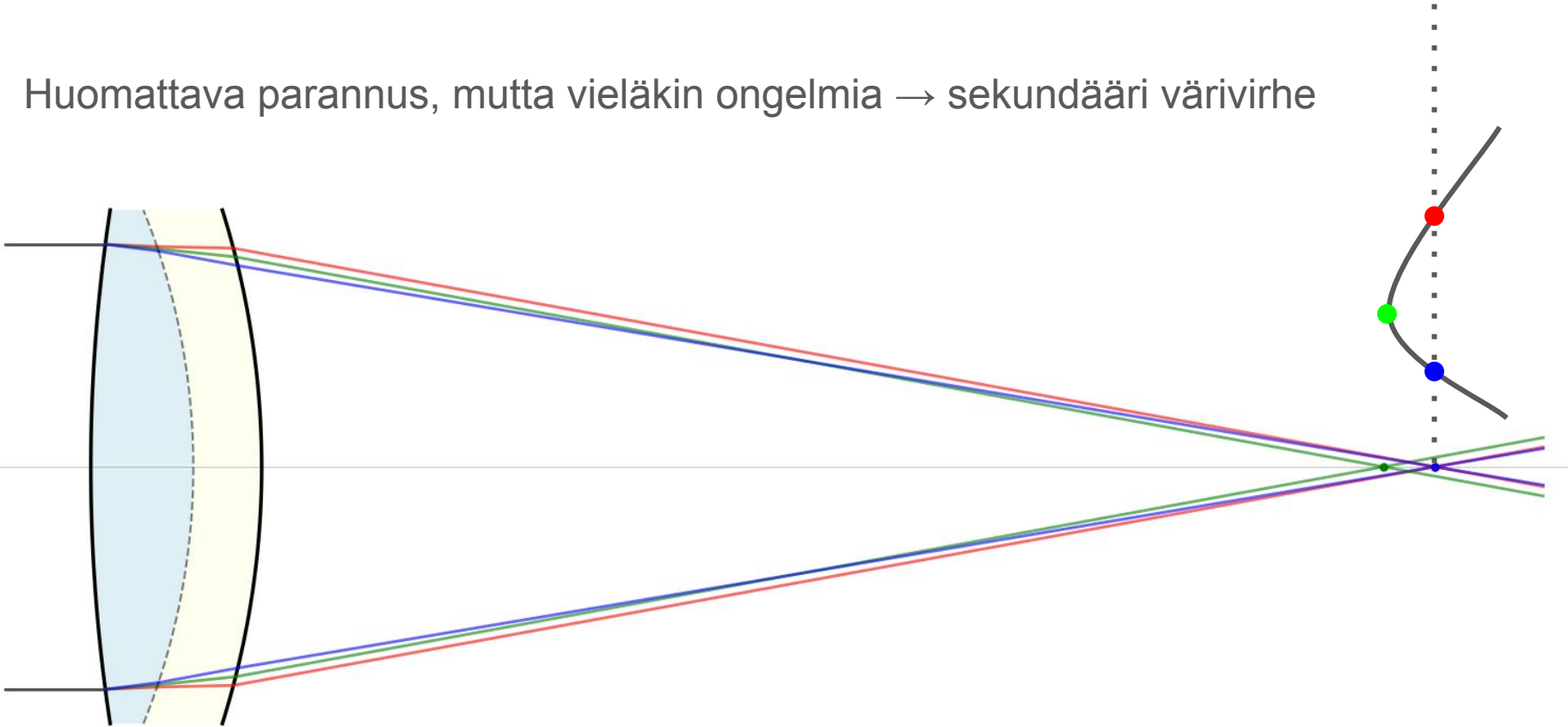
Pitkä aukkosuhde taltuttaa väriverheen. Hitaassa putkessa on pieni apertuuri, jolloin diffraktio on vielä suurempaa kuin väriverhe.

Kuvassa Heveliuksen 8-tuumainen, 1673.



Akromaatti: Kaksi eri materiaalin linssiä

Huomattava parannus, mutta vieläkin ongelmia → sekundääri värvirhe



Pitkät akromaattit

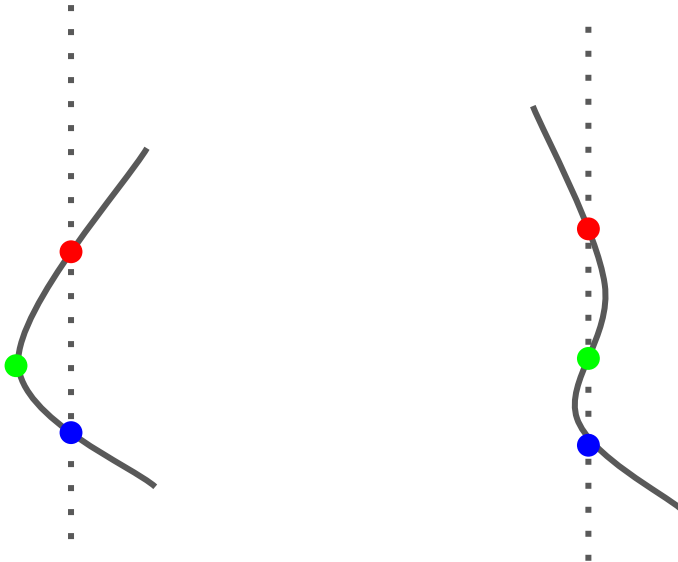
Pitkä aukkosuhde auttaa akromaattissakin.



Akromaatti vs. ED

Akromaatin kruunulasin tilalle ED-lasi (esim. FPL-51, FK-61, ...)

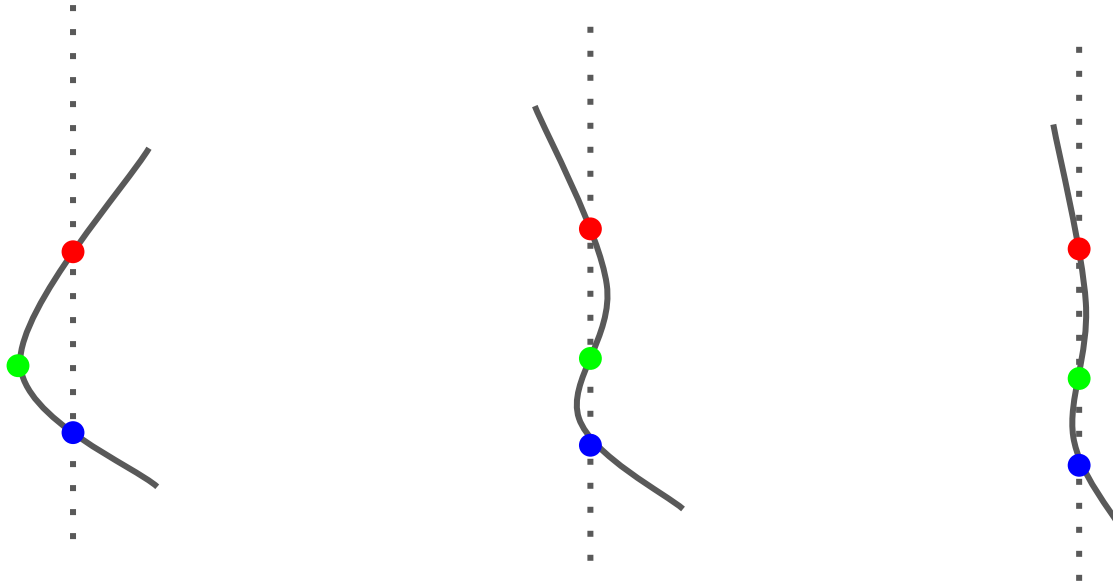
→ tertiääri värvirhe (pienempi)



Akromaatti vs. ED vs. SD

ED-lasin tilalle SD-lasia (esim. FPL-53, FCD-100, ...)

→ tertiääri värvirhe (vielä pienempi)



Tripletti

- Sopivalla SD-lasilla tertiääri värivirhe on riittävän pieni
- Kolmannen linssielementin lisääminen mahdollistaa saman performanssin nopeammalla aukkosuhteella
- Nelielementtinen objektiivi ei enää paranna performanssia

Jäljelle jäävät ongelmat:

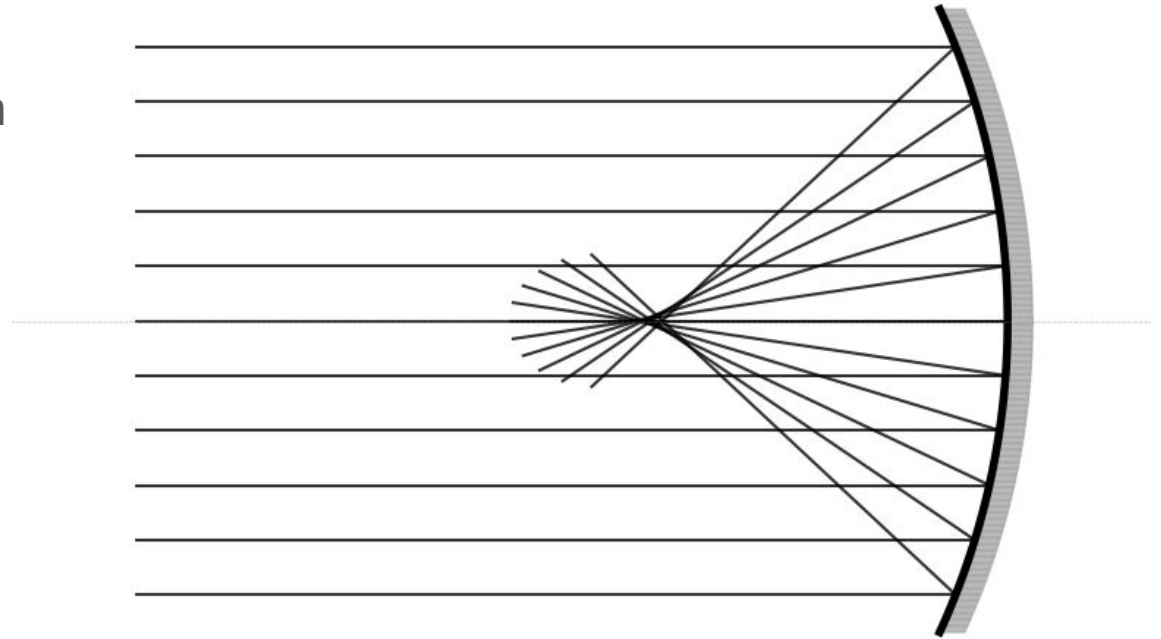
→ Sferokromatismi

→ Hinta 😞

Takaisin 1600-luvulle: Hiotaan peili

Ei enää värivirhettä!

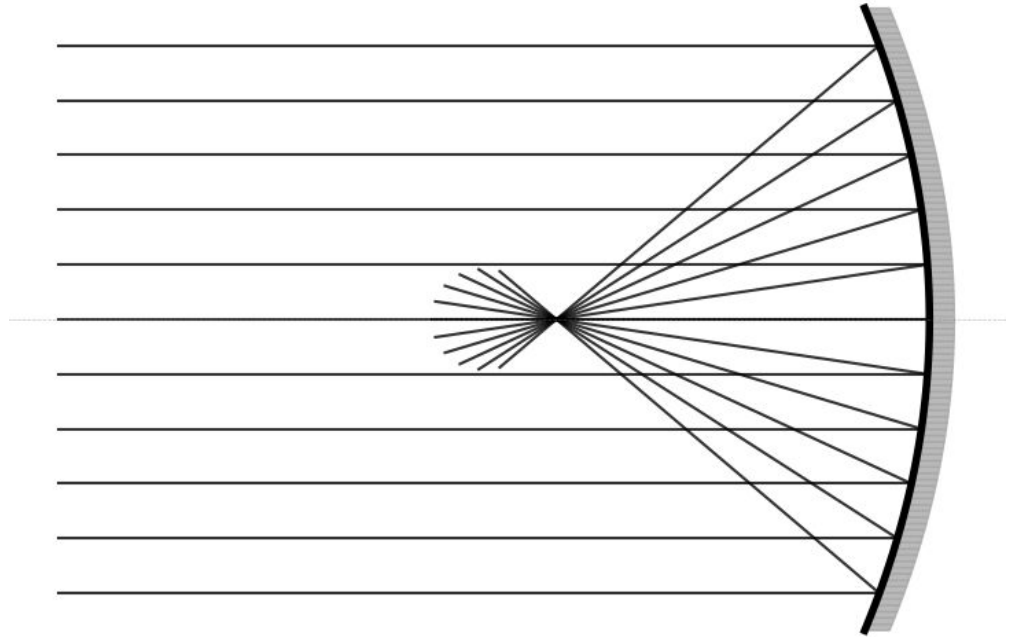
→ Palloaberraatio tuli takaisin



Paraboloidipeili

Tähden kuvajainen on nyt
täydellinen piste!
(keskellä kuvaa)

Entä reunoilla?

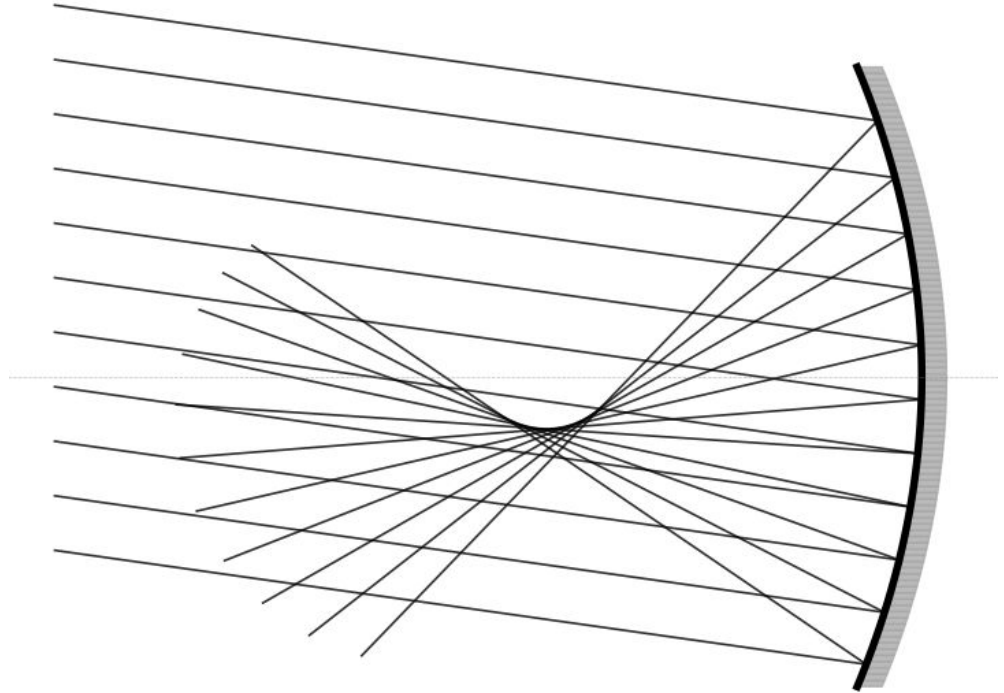


Komavirhe

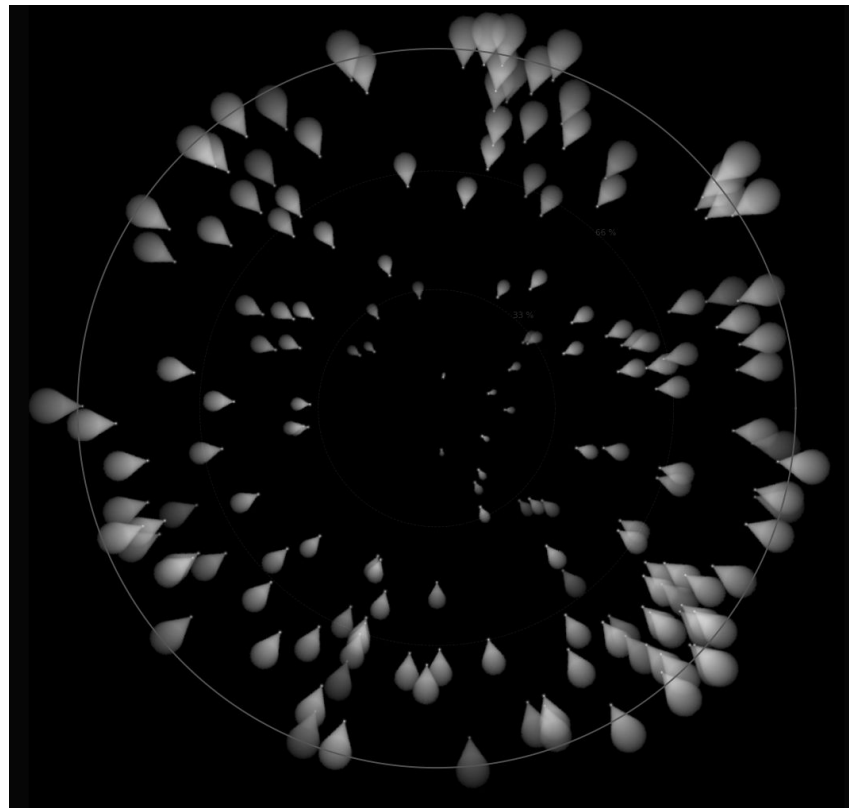
Peilin eri säteisiltä alueilta (zone) muodostuu kuva eri suurennuksella (poikittain) ja tarkennuksella (pitkittäin).

Pistemäiset tähdet piirtyvät pienten komeettojen näköisinä.

Tämä on Newtonin ominaisuus. Myös kertakaikkisen täydellinen peili piirtää komaa.



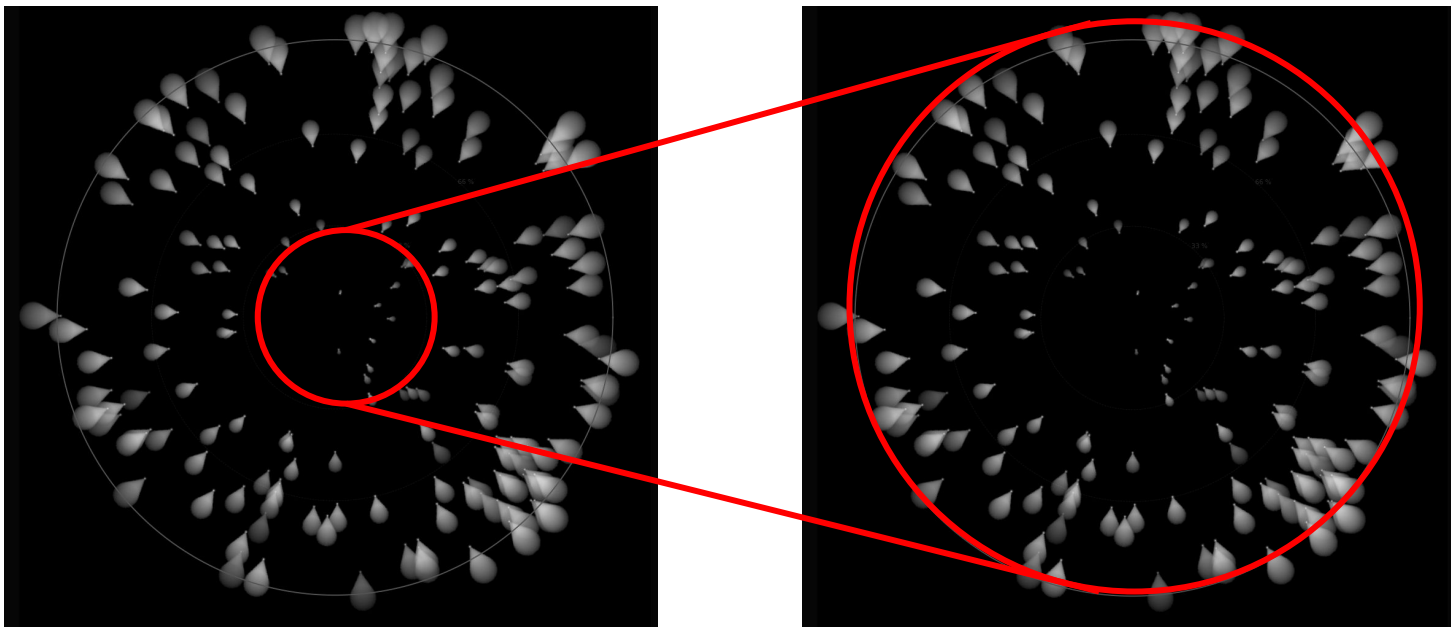
Komavirhe - äärimmäinen esimerkki okulaarinäkömästä



Haittaako koma vain pienellä suurennuksella, laajoilla kulmilla?

Ei. Koma on lineaarisesti verrannollinen kentän kulmaan.

Suurennuksen kasvattaminen suurentaa komaa.



Koman aiheuttajat

- Kentän kulma: lineaarinen
- Aukkosuhde: Kääntäen neliöön

Koman huomaa helpoiten:

- Nopeissa Newtonneissa
- Laajakulmaisissa (AFOV) okulaareissa

Kun havaitset koman ensimmäisen kerran f/5 putkessasi, takaisin ei ole paluuta!

Rutten & van Venrooij - Telescope Optics

Chapter 4

Image Aberrations and Their Presentation

“Experienced amateur astronomers tend to see image aberrations rather than stars through colleagues’ telescopes.”

Dr. W. J. P. van Enckevort

Koma ja okulaarit

Okulaarin voisi suunnitella putken aberraatiot huomioiden.

Yleensä kuitenkin okulaarit suunnitellaan katsomaan täydellistä kuvaa.
Varsinkin kalliit.

On putken vastuulla tuottaa hyvä kuva kuvatasolle.

Okulaari-innovaatioiden aikajana

Jaetaan kahteen osaan:

- Aika Ennen Naglereita (-1981)
 - Huygens, Ramsden, Kellner, Plössl, Erfle, König, jne...
- Aika Naglereiden Jälkeen (1981-)
 - Nagler, Ethos, jne.
 - ES, XWA, yms. Kloonit

Pretoria 1980-luvulla

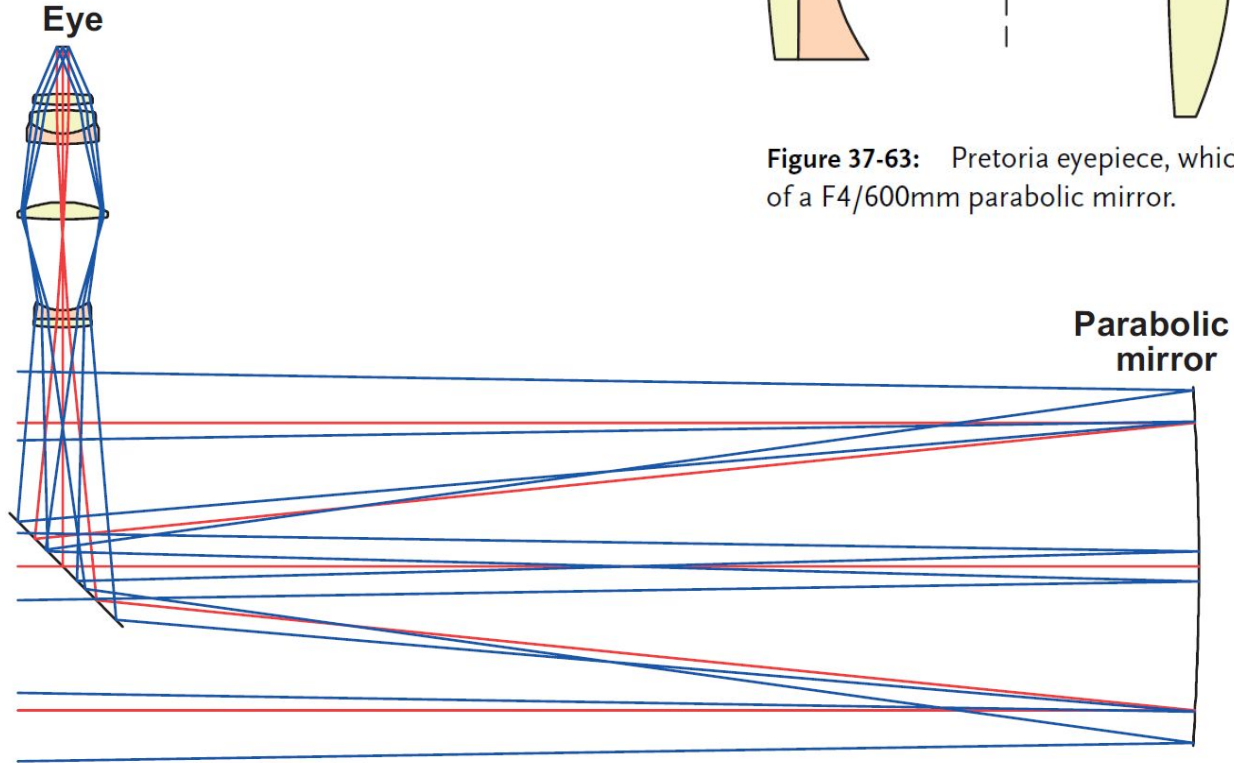


Figure 37-65: Pretoria eyepiece, in combination with an F4/600mm Newton telescope.

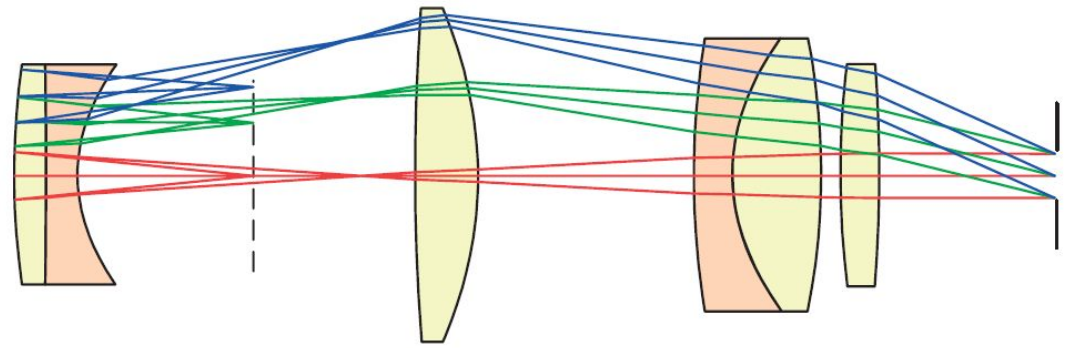


Figure 37-63: Pretoria eyepiece, which compensates aberrations of a F4/600mm parabolic mirror.

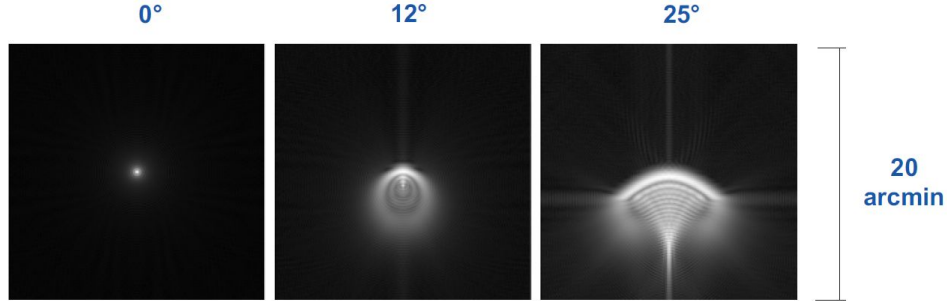
Pretoria toimi, mutta vanhentui käsiin

Innovatiivinen okulaari oli auttamatta vanhanaikainen

(AFOV 50°)

Tele Vue ei nähnyt tarpeelliseksi räätälöityä okulaaria, keskittyi myymään ParaCorria

a)
PSF of Pretoria eyepiece alone



b)
PSF of Pretoria eyepiece when used in combination with a F4/600mm parabolic mirror (without accommodation)

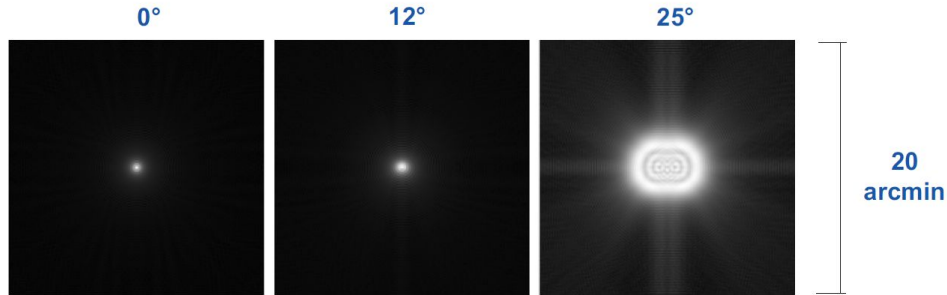


Figure 37-66: Point spread function (PSF) of a Pretoria eyepiece. a) Pretoria eyepiece alone. b) Pretoria eyepiece in combination with an F4/600mm Newton telescope. Notice that field curvature of the combination is less than 1 diopter which is easily accommodated by the eye.

2020-luvulle asti

Dobsonin koolla ei tunnu olevan ylärajaa.

Tikapuiden välttämiseksi aukkosuhteet nopeutuvat.



2020-luvulla

Mistä nopea putki ja täydellinen kuva?

Kovimmat hifistelijät tietävät vastauksen:

Paracorr + Ethos / Nagler

Paracorr Type 2 painaa 499 g

Nagler 31 mm Type 5: 998 g

Ethos 21 mm: 1021 g

Hinnat melko lähellä 1 €/g



Robert Houdart (Belgia)

Jos Dobson on ihmisarvoisen
elämän mittari, eikö
okulaariasialle voisi tehdä
jotain?



Houdini

Apollo



Vendor

1,133

Loc: Europe

July 13, 2007

Posted August 6, 2024

... #1 ↩

Hello all,

In the past we've discussed **coma correcting eyepieces**: eyepieces specifically designed for Newtonian telescopes with parabolic mirror that remove the need for a separate coma corrector like the Televue Paracorr. In November last year we talked about this in this topic <https://www.cloudynights.com/topic/899381-invention-of-wide-fov-eyepiece/?p=13092088> .

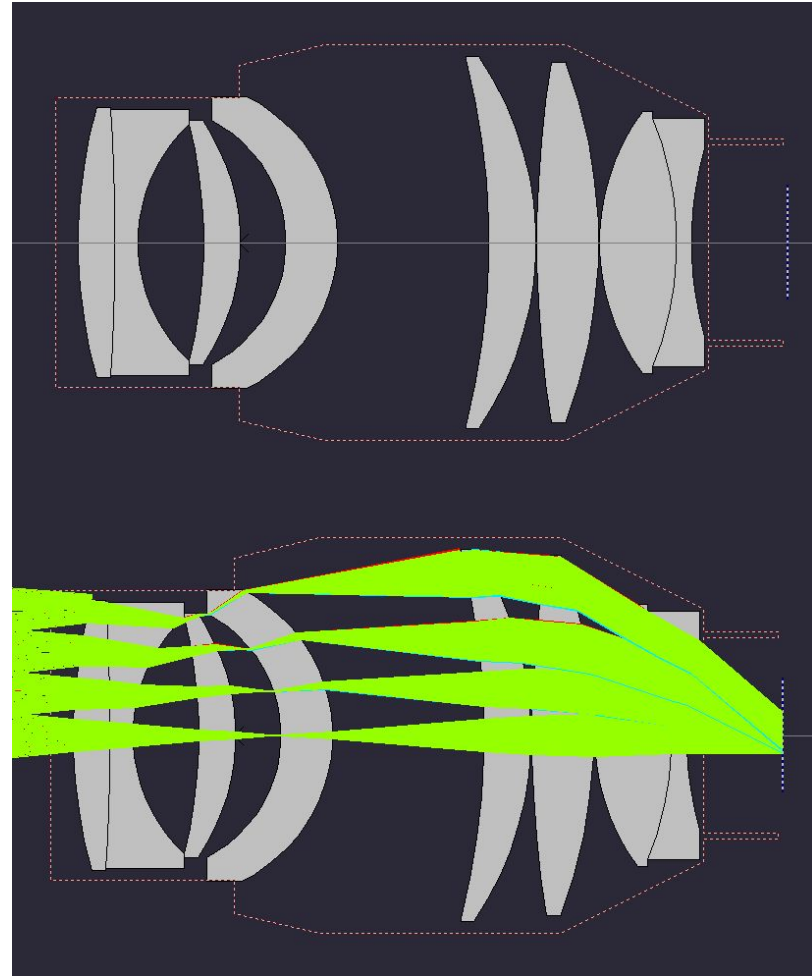
I have now completed a number of promising eyepiece designs I already hinted at in November.

I've published a (long-ish) article about the subject on my Cruxis web site, you can start reading <https://www.cruxis.com/scope/comacorrecting.htm> if you're interested.

Eyepiece designer

Optimointikriteerit

- Spotti f/4:llä
- Silmäväli 16-20 mm
- Matala vääristymä
- Matala lähtöpupillin palloaberraatio
- Matala kentän kaarevuus ($< 1D$)
- Maltillinen vinjetointi
- Pieni massa
- Pieni koko
- Halvat lasimateriaalit



Use (F2) Larger Font Smaller Font

Clear Rays Group "16 mm 100' 58x113" OO

15360 Rays

One Tick = 2' (View @13.7 m) Rows: 10 Transpose Clear

Parabolic Mirror

f=1200.0000 z=-1200.000 h=150.000

Group "16 mm 100' 58x113"

Lens

mat=SF r1=-191.8948 r2=-77.3518

z=-25.648 t=4.000 h1=16.623 h2=16.401

varyheight=1 t-min=4.000 t-max=10.000 h-max=20.000

Lens

mat=LAK r1=136.6411 r2=20.3779

z=-21.548 t=3.600 h1=15.580 h2=14.341

varyheight=1 t-min=3.600 h-max=20.000

Doublet

mat1=SF mat2=SK r1=-99.5822 r2=-24.2564 r3=-61.4503

z=-11.167 t1=6.090 t2=2.500 h1=14.228 h2=14.978 h3=16.445

varyheight=1 h-max=20.000

Lens

mat=SF r1=-18.5768 r2=-26.0600

z=5.106 t=11.533 h1=16.398 h2=22.719

varyheight=1 h-max=27.000

Lens

mat=LAK r1=-54.2646 r2=-35.9918

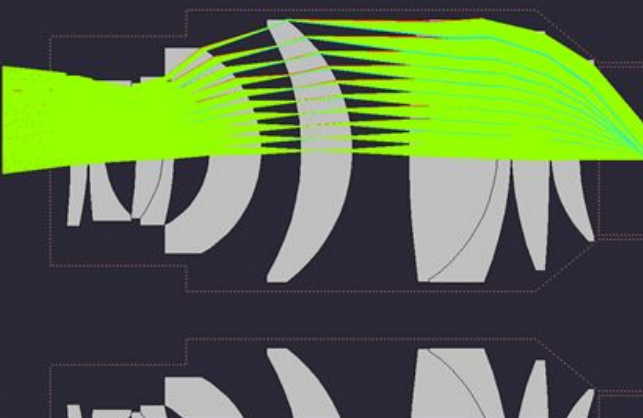
z=25.280 t=11.491 h1=27.554 h2=29.000

varyheight=1 h-max=29.000

Doublet

mat1=LAK mat2=SF r1=200.9405 r2=-34.3405 r3=-73.7356

z=49.031 t1=19.592 t2=3.022 h1=28.873 h2=28.425 h3=29.000



Log

Optimization

Angle	Field	Spot Circle	RMS	Relief	Curvature	Vignet	Power rad/tan
0.00°	0.07°	1.0' x 1.0'	0.42'	19.49	0.242 /m	0.00%	74.86/ 74.86
0.07°	5.55°	1.1' x 1.2'	0.45'	19.43	0.288 /m	0.00%	74.88/ 74.75
0.15°	11.10°	1.1' x 1.6'	0.52'	19.28	0.415 /m	0.00%	74.94/ 74.42
0.22°	16.66°	1.2' x 2.0'	0.64'	19.02	0.592 /m	0.00%	75.04/ 73.87
0.30°	22.22°	1.2' x 2.5'	0.77'	18.65	0.771 /m	0.00%	75.21/ 73.10
0.37°	27.80°	1.4' x 2.9'	0.93'	18.17	0.898 /m	0.00%	75.39/ 72.13
0.44°	33.40°	1.7' x 3.5'	1.14'	17.58	0.930 /m	0.00%	75.45/ 70.92
0.52°	38.97°	2.1' x 4.0'	1.31'	16.92	0.869 /m	0.00%	74.96/ 69.47
0.59°	44.48°	2.5' x 4.7'	1.51'	16.30	0.774 /m	0.00%	73.27/ 67.71
0.67°	49.83°	2.7' x 4.8'	1.60'	16.46	0.291 /m	13.11%	71.89/ 65.64

Spot Diagram	0.002702
Power Target	0.000014
Eye Relief	0.000097
SA Exit Pupil	0.000032
Field Curvature	0.000023
Distortion-AMD	0.000024
Vignetting	0.000066
Size	0.011246
Glass mass	0.000476
Cost	0.000067
=====	
Total Score	0.015547

Field: 0.07°

D80: 1.0'x1.0', RMS: 0.42', Curvature: 0.242 /m

Field: 5.55°

D80: 1.1'x1.2', RMS: 0.45', Curvature: 0.288 /m

Field: 11.10°

D80: 1.1'x1.6', RMS: 0.52', Curvature: 0.415 /m

Field: 16.66°

D80: 1.2'x2.0', RMS: 0.64', Curvature: 0.592 /m

Field: 22.22°

D80: 1.2'x2.5', RMS: 0.77', Curvature: 0.771 /m

Field: 27.80°

D80: 1.4'x2.9', RMS: 0.93', Curvature: 0.898 /m

Field: 33.40°

D80: 1.7'x3.5', RMS: 1.14', Curvature: 0.930 /m

Field: 38.97°

D80: 2.1'x4.0', RMS: 1.31', Curvature: 0.869 /m

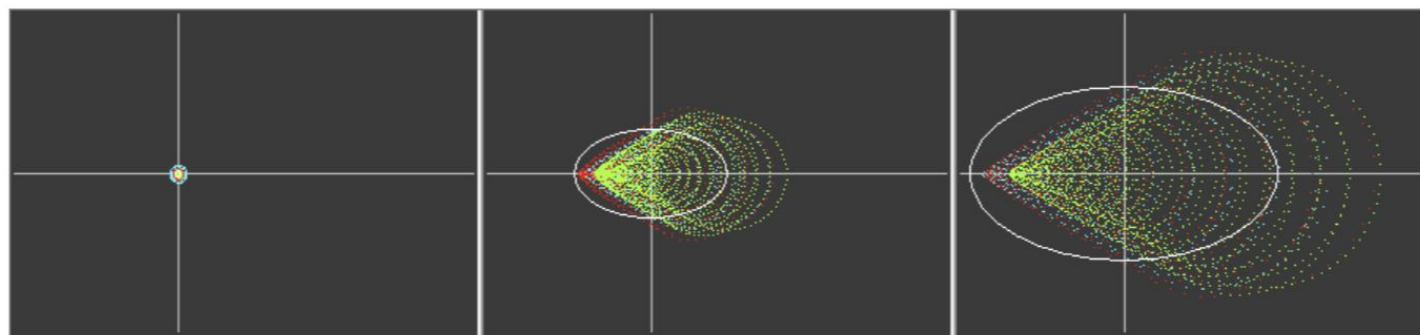
Field: 44.48°

D80: 2.5'x4.7', RMS: 1.51', Curvature: 0.774 /m

Field: 49.83°

D80: 2.7'x4.8', RMS: 1.60', Curvature: 0.291 /m

Standard 20 mm eyepiece

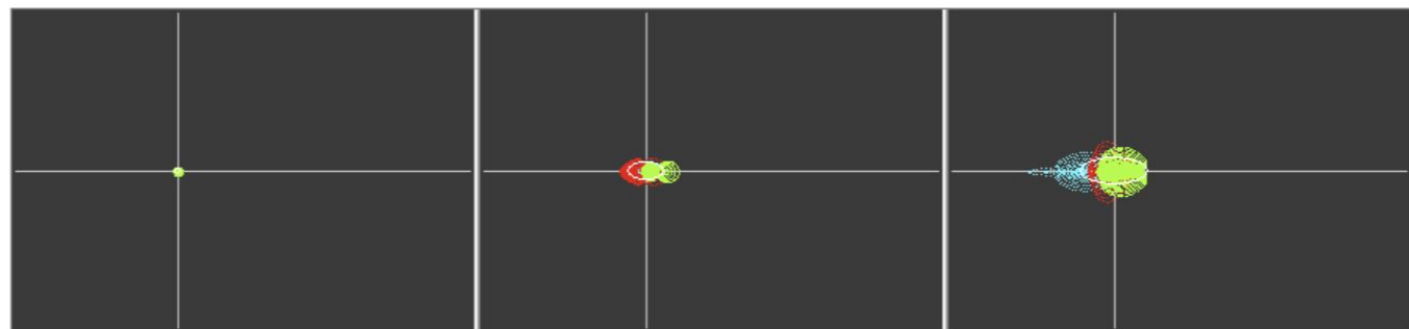


Center (0°)

Midway (20°)

Edge (40°)

Houdini 20

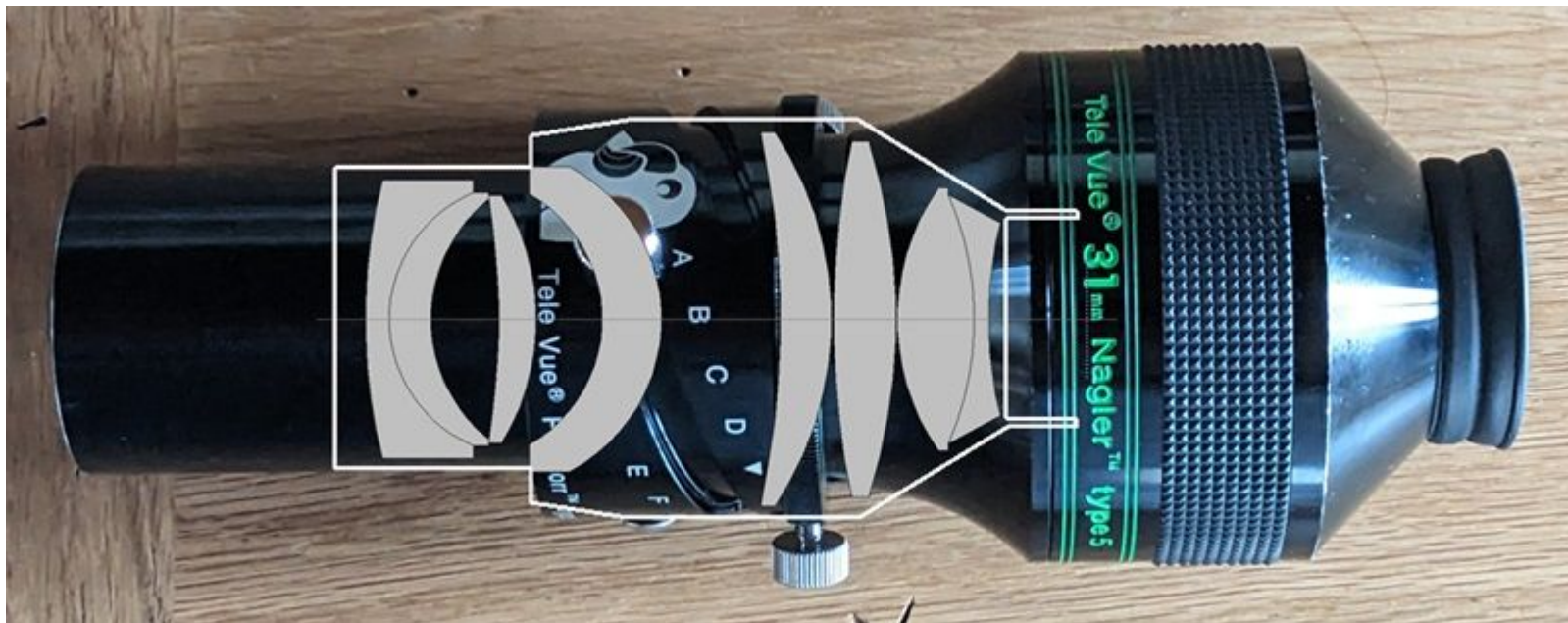


Center (0°)

Midway (20°)

Edge (40°)

Houdini 30 mm vs. Paracorr 2 + Nagler 31



Miten komakorjaus toimii?

Okulaari aiheuttaa negatiivista komavirhettä joka kumoaa Newtonin koman.

Houdineita ei ole optimoitu millekään aukkosuhteelle - korjaus toimii kaikilla nopeuksilla.


f/4 valokartio sisältää myös f/8 valokartion.

Houdini Eyepieces- Game Changer? Post your initial reports here



By CosmoSat

April 22, 2025 in Eyepieces

 Share

[Start new topic](#)

[Reply](#)

[1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [NEXT](#) [»](#) [Page 1 of 67](#) ▼

CosmoSat
Surveyor 1

Posted April 22, 2025

The past few days have been lurking this forum for any initial reports on the new des

Okulaari pelkästään Newton-putkille?

Jos Houdinin laittaa täydellisesti kuvantavaan putkeen, okulaari aiheuttaa negatiivista komavirhettä. Haittaako tämä?

Esimerkki: f/10 SCT

- Houdini tekee saman verran anti-komaa kuin f/10 Newton tekee normaalia
→ Ei käytännössä yhtään. Täydelliset näkymät Houdinilla.

Esimerkki: f/7 APO

- Häiritseekö koma f/7 Newtonissa? Sitten ei häiritse Houdini APOssakaan.

Esimerkki: f/5 tasakenttäinen Petzval linssiputki

- Älä osta Houdinia ainakaan pelkästään tähän käyttöön

Tilanne 03/2026

20 mm

12 mm

7 mm

Tulossa:

30 mm (toukokuu)

9 mm (heinäkuu)

5.3 mm, 4 mm, 2 x Barlow



Houdini Eyepiece Specifications

Eyepiece	Focal Length mm	AFOV °	Field Stop mm	Layout	Eye Relief mm	Weight g	Diameter mm	Height mm	Barrel	Barrel Length mm	Focal Point mm	Flatness diopter	Angular Magnification Distortion
Houdini 30*	30	80	42.0	8 / 6	20 / 15	580	64.5	140	2"	38	+2	< 0.7	< 3%
Houdini 20	20	86	30.0	8 / 6	20 / 15	570	64	140	2"	35	+2	< 0.7	< 2%
Houdini 12	12	86	18.0	9 / 7	19 / 15	330	51	121	1.25"	34	-0.5	< 0.5	< 3%
Houdini 9*	9	86	13.5	9 / 6	19 / 15	300	48.5	127	1.25"	31	-0.5	< 0.5	< 2%
Houdini 7	7	86	10.5	9 / 6	19 / 15	290	47	129	1.25"	30	-0.5	< 0.5	< 2%

Ainoa tunnettu suojautumiskeino

Älä koskaan katso okulaariin, johon sinulla ei ole varaa!