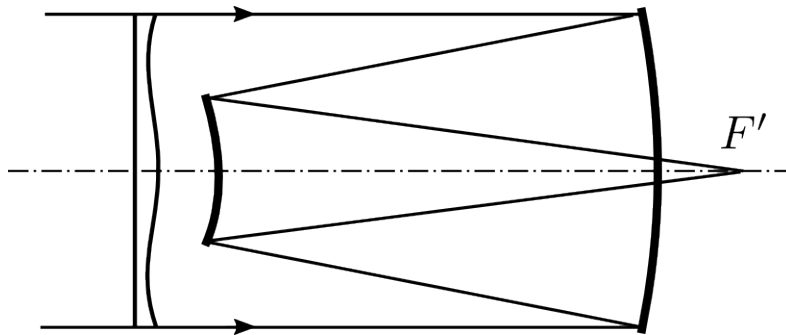


OPT/AO

L09

# Katadioptrické teleskopy a další systémy

## Schmidt-Cassegrain (SCT)



### Cassegrain s asférickou korekční deskou

- dobře přístupná ohnisková rovina – lze pozorovat vizuálně
- ohnisková vzdálenost jako u Cassegrainu
- korektor kompenzuje sférickou aberaci pro libovolné  $K_1, K_2$
- více stupňů volnosti pro odstranění aberací – mnoho různých návrhů

### zklenutí pole anastigmatu – Petzvalova křivost

$$\frac{1}{R_f} = n_f \sum_j \left( \frac{1}{n_{j+1}} - \frac{1}{n_j} \right) \frac{1}{R_j}$$

### Cassegrain po zanedbání astigmatizmu:

$$\frac{1}{R_f} = \frac{2}{R_2} - \frac{2}{R_1}$$

ploché pole vyžaduje  $R_1 = R_2$

podmínka  $b > 0$  vyžaduje zvětšení M2

$$m > \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \text{ (zlatý řez)}$$

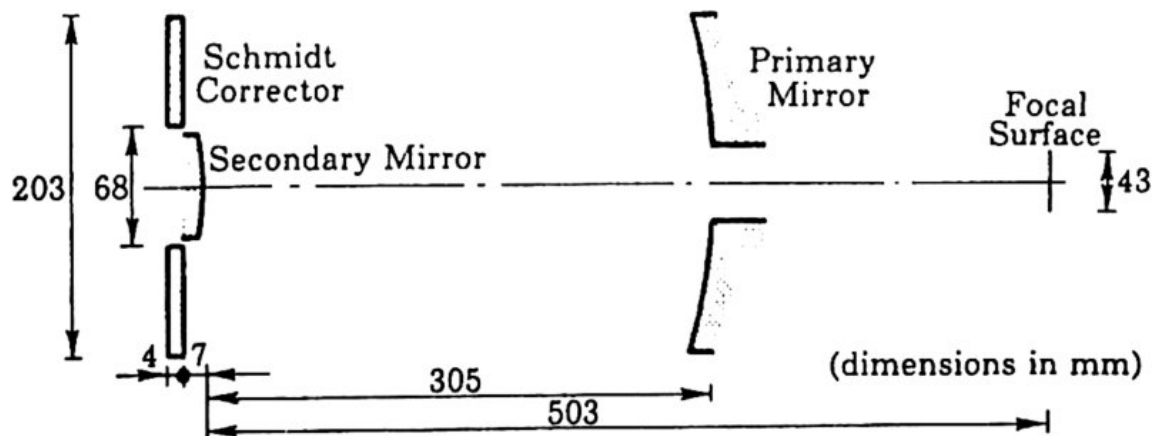
a zaclonění

$$\epsilon = \frac{D_2}{D_1} = \frac{m - 1}{m} > \frac{\sqrt{5} - 1}{\sqrt{5} + 1} \approx 38\%$$

základní typy SCT

- kompaktní se zklenutým polem – malé zaclonění
- ploché pole – velké zaclonění
  - zaclonění zhoršuje PSF a kontrast
  - alternativou je kompaktní SCT + korektor pole

kompaktní vizuální SCT



(a) sférický  $K_1 = K_2 = 0$

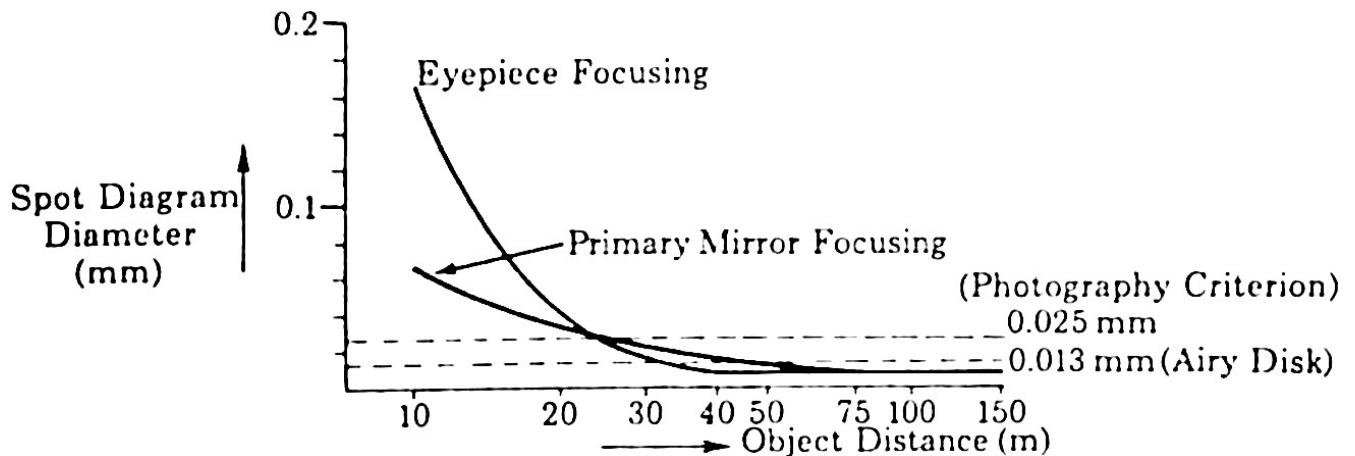
koma SCT  $f/10$  odpovídá parabolickému zrcadlu  $f/5$

(b) asférický, obvykle  $K_2 \neq 0$

- korekce sférické aberace je rozdělena mezi korektor a M2
- barevná vada je mnohem menší,  $\approx 20\%$  běžného achromátu
- mimoosové aberace jsou mnohem menší,  $\approx 25\%$  Cassegrainu se stejnou světelností
- zůstává silně zakřivené obrazové pole

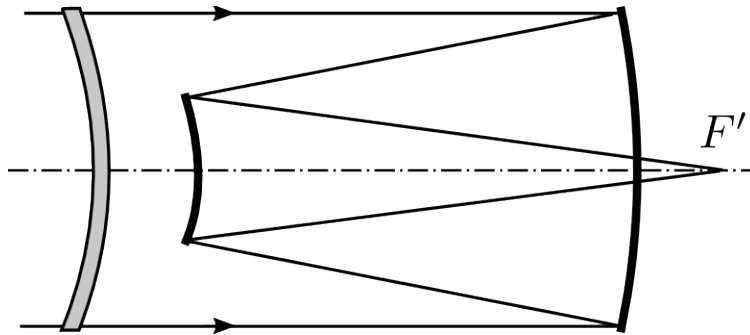
### zaostřování SCT

- astronomické systémy jsou korigovány pro nekonečně vzdálený předmět
- sférická aberace pro konečné předmětové vzdálenosti
- preferováno zaostřování posuvem M1



$s$ [m]	zaostřování okulárem		zaostřování zrcadlem	
	posun [mm]	$\Delta s'$ [mm]	posun [mm]	$\Delta s'$ [mm]
$\infty$	0	0	0	0
1000	4	13	0.2	$\sim 0$
100	43	51	1.7	$\sim 0$
30	175	653	5.6	4
10	1200	3903	16.9	10

## Maksutov–Cassegrain (MCT)



- asférický korektor SCT nahrazen sférickým meniskem
- maximální světelnost systému závisí na stupních volnosti

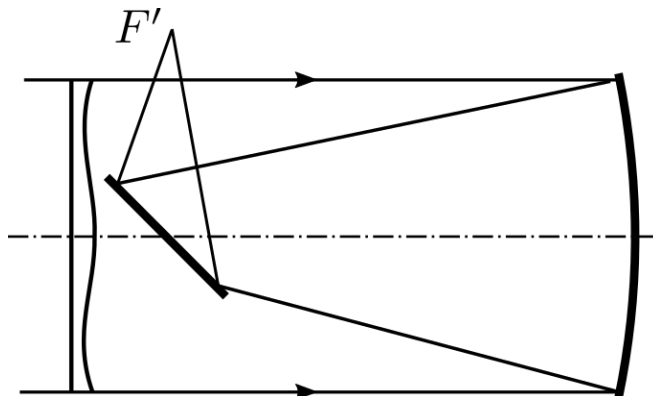
### varianty

- zadní strana menisku vytváří M2 →  $R_2 = R_4$ , min  $f/15$
- M2 uchyceno na menisku, min  $f/8$
- M2 separované od menisku, min  $f/4$
- soustředný meniskus se slabou spojkou ve vstupní pupile korigující barevnou vadu

### zrcadlové teleobjektivy



## Schmidt–Newton



### Newton s korektorem

- clona na korektoru, sekundární zrcadlo uchyceno ke korektoru
- sférické zrcadlo – přítomnost komy a astigmatizmu
  - menší mimoosové aberace ve srovnání s Newtonem
  - aberace se zhoršují s přibližováním korektoru k zrcadlu

### varianta Wright

eliminace komy asféricizací zrcadla

$$a_c = 0 \rightarrow K = \sigma^{-1} - 1 = R/L - 1 > 0 \text{ (elipsoid)}$$

speciální případ

$$\sigma = 1/2 \rightarrow K = 1$$

vlastnosti:

- aplanát
- astigmatizmus je poloviční ve srovnání s aperturou na zrcadle:

$$a_a = \frac{1}{2R}$$

- elipsoid má větší sférickou aberaci než sféra  $\rightarrow$  sílnější korektor  
 $\rightarrow$  větší barevná vada

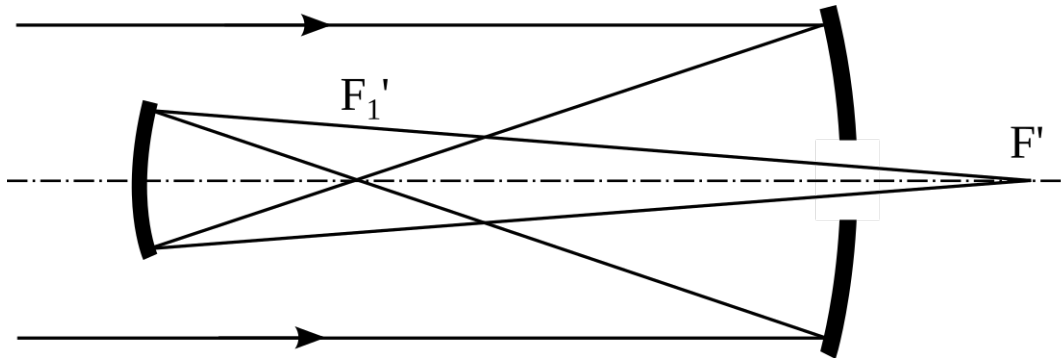
## relé systémy

teleskopy s malým sekundárním zrcadlem

- obraz vzniká uvnitř systému a je vyveden ven
- obvykle použit achromatický dublet

## Gregoriány

dvouzrcadlový teleskop s konkávním sekundárním zrcadlem

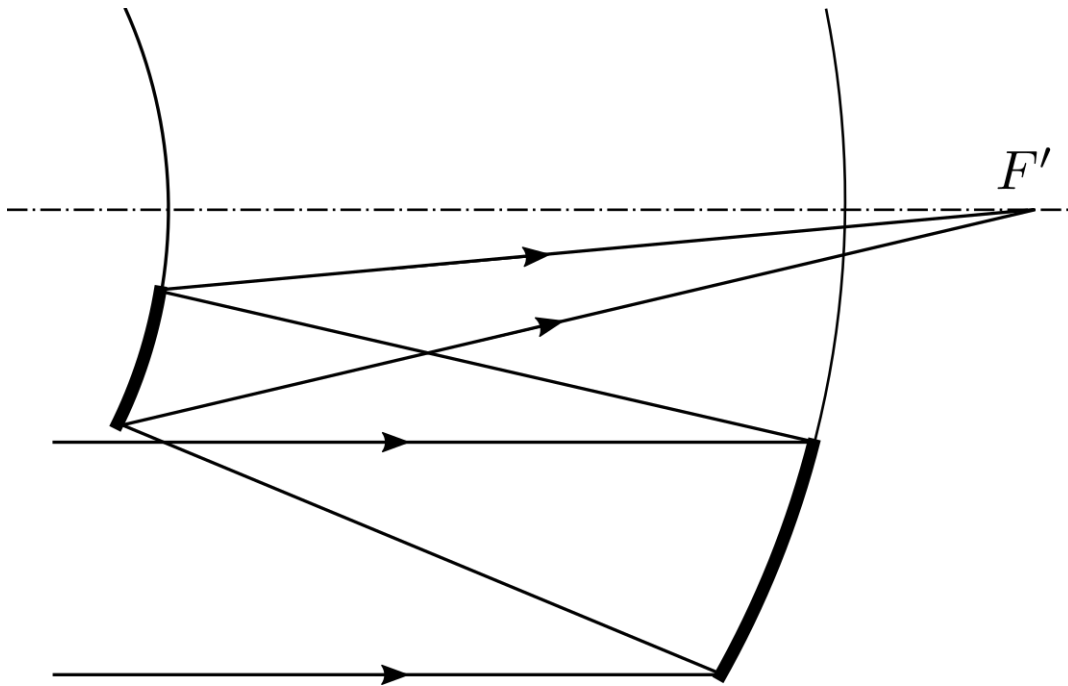


klasický Gregorián:  $K_1 = -1$ ,  $-1 < K_2 < 0$

odlišnosti od Cassegrainu:

- jednodušší stínění (reálná vystupní pupila)
- opačné zklenutí pole
- větší stavební délka

## Herschelovské systémy



- mimoosová nezastíněná apertura
- menší světelné ztráty, lepší kontrast
- typicky malé světelnosti  $f/20 - f/30$
- využití pro pozorování málo kontrastních objektů, např. planet

### analýza

- systém není rotačně symetrický vzhledem k optické ose
- 2D analýza aberací – sagitální a tangenciální rovina

