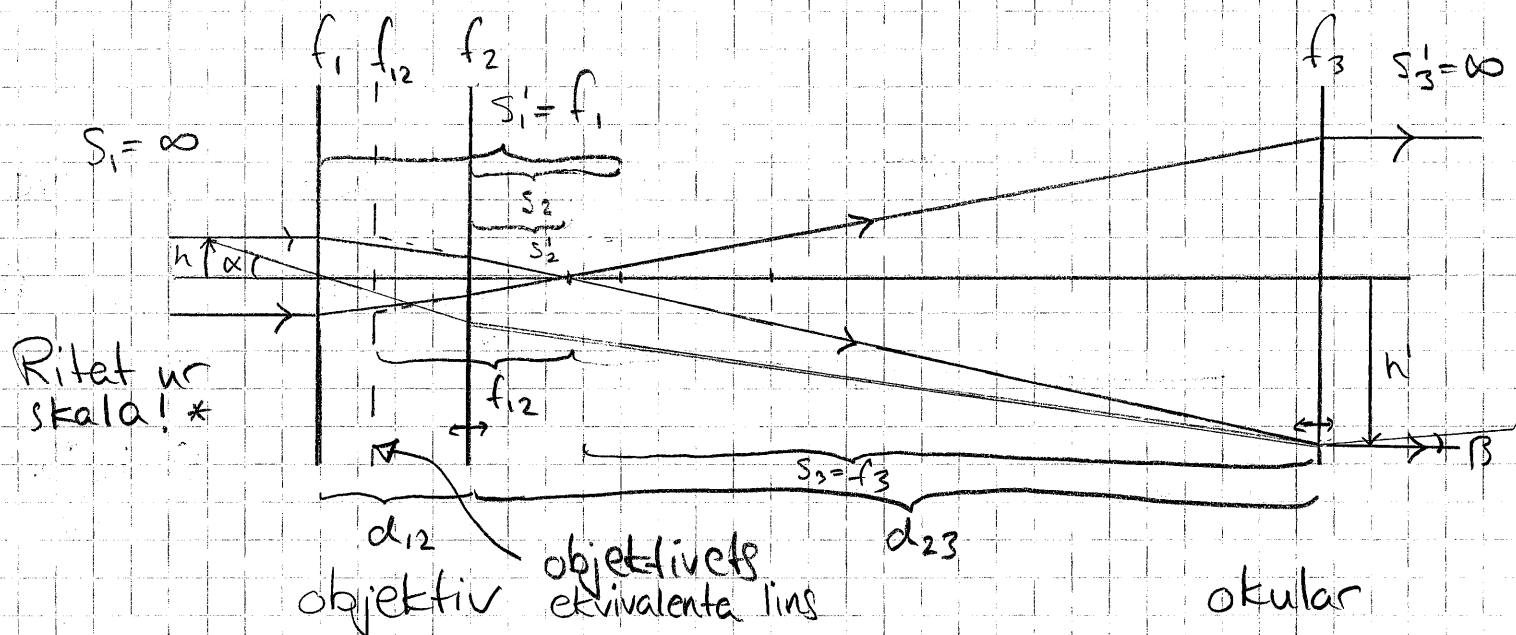


Ljusbom 2 - FCL 2009-05-18

B2

Givet: parallell (kollimerad) laserstråle passerar $f_1 = f_2 = 20 \text{ mm}$ linser med $d_{12} = [0, 20] \text{ mm}$ följt av $f_3 = 200 \text{ mm}$ lins med d_{23} justerat så systemet är afokalt

Sökt: plotta förstoring h'/h av laserstrålen mot d_{12}
Afokalt system är ett optiskt system som inte har något systemfokus, alltså $f_{\text{system}} = \infty$
 $\Rightarrow$ parallella strålar in ger parallella strålar ut



Systemet kan ses som ett teleskop (vilket är ett afokalt system) om man räknar ut den effektiva fokallängden för lins 1 och lins 2, dvs systemfokallängden f_{12} endast för lins 1 och 2

Förstoringen h'/h av laserstrålen ges då av inversen av vinkelförstoringen för ett teleskop

$$M_A = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{h}{h'} = - \frac{f_{\text{objektiv}}}{f_{\text{okular}}} \quad (7.3)$$

* f_1 och f_2 är förstörande $\times 2$, f_3 är förminskad $\times 2$

$$f_{\text{objektiv}} = f_{12}, \quad f_{\text{okular}} = f_3$$

$$\Rightarrow \frac{h'}{h} = \frac{1}{M_K} = \frac{\alpha}{\beta} = -\frac{f_3}{f_{12}}$$

f_3 är given, f_{12} bestäms enligt föreläsning 14 för 2 linser enligt (se F14 för härledning)

$$f_{12} = M_2 f_1,$$

där M_2 är förstoringen (objekt-bildförstoring, alltså inte vinkel förstoringen) från lins 2, vilket ges av

$$M_2 = -\frac{s'_2}{s_2} \quad (6.8)$$

För att bestämma s'_2 och s_2 måste vi propagera en stråle genom systemet och bestämma objekt plan och bildplan för varje lins enligt linsformeln (tunn lins)

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \Leftrightarrow s' = \frac{sf}{s-f} \quad (6.6)$$

Systemet kopplas ihop genom att bildplan för lins 1 är objektplan för lins 2, och bildplan för lins 2 är objektplan för lins 3.

Lins 1: parallella strålar in $\therefore s_1 = -\infty$
 $\Rightarrow s'_1 = f_1 = 20 \text{ mm}$

Lins 2: $s'_1 \geq d_{12} \Rightarrow$ virtuellt objekt plan (på bildsidan) för lins 2, $\therefore s_2 = d_{12} - f_1 \leq 0$
 $\Rightarrow s'_2 = \frac{(d_{12} - f_1)f_2}{d_{12} - f_1 - f_2} = \left\{ f_2 = f_1 \right\} = \frac{(d_{12} - f_1)f_1}{d_{12} - 2f_1}$

Detta ger förstoringen från lins 2

$$M_2 = \frac{-s_2'}{s_2} = - \frac{(d_{12} - f_1) f_1}{(d_{12} - 2f_1)(d_{12} - f_1)} = \frac{f_1}{2f_1 - d_{12}}$$

$$\Rightarrow f_{12} = M_2 f_1 = \frac{f_1^2}{2f_1 - d_{12}}$$

Nu kan vi lösa telet, men vi tittar först på lins 3. I ett teleskop (eller annat afokalt system) är mellanbilden placerad i fokus för objektiv och okular, vilket betyder att objektivets ekvivalenta lins ligger f_{12} till vänster om bild plan för lins 2, och okulalets lins ligger f_3 till höger om samma bild plan

Lins 3: afokalt system $\therefore s_3 = f_3$, $s_3' = \infty$

$$\Rightarrow d_{23} = s_2' + s_3 = \frac{(d_{12} - f_1) f_1}{d_{12} - 2f_1} + f_3$$

Den sökta förstoringen blir slutligen

$$\frac{h'}{h} = \frac{-f_3}{f_{12}} = \frac{f_3(2f_1 - d_{12})}{f_1^2} = \frac{200 \text{ mm}(40 \text{ mm} - d_{12})}{400 \text{ mm}^2}$$

