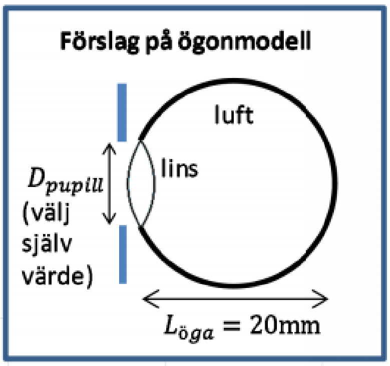
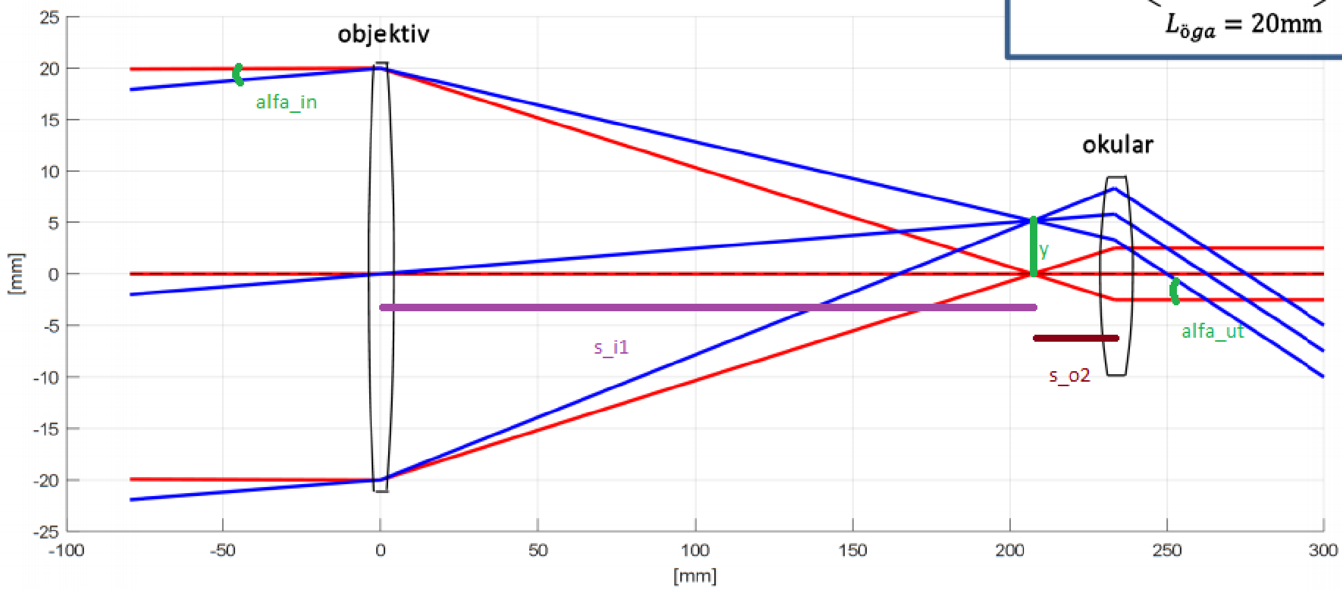
clas ohlson - allt för hemmaspionen





1 a) Vi måste hitta kikarens förstoring. För att göra det måste vi hitta ett samband mellan α_{in} och α_{ut}.

Vi läser av från bilden:

$s_{i1} \approx 210$ mm

$s_{o2} \approx 30$ mm

Pga ~parallella strålar har vi:

$s_{o1} \approx \infty$ (egentligen 50 m, men det är $\gg 210$mm, så $\approx \infty$)

$s_{i2} \approx \infty$

Därmed fås med $\frac{1}{f} = \frac{1}{s_i} + \frac{1}{s_o}$:

$f_1 \approx 210$ mm

$f_2 \approx 30$ mm

Dessutom har vi med $\alpha \approx \tan\alpha$:

$$\alpha_{in} \approx \frac{y}{s_{i1}}$$

$$\alpha_{ut} \approx \frac{y}{s_{o2}} \quad \text{(struntar i tecken)}$$

Vi får då en förstoring:

$$M = \frac{\alpha_{ut}}{\alpha_{in}} \approx \frac{s_{i1}}{s_{o2}} \approx 7$$

En bokstav antas vara runt 0,5 cm stor. Det betyder att den upptar vinkeln $\frac{0{,}5\text{ cm}}{50\text{ m}} \approx 0{,}0001$. Efter vår förstoring blir detta 0,0007 rad. Detta är ekvivalent med att se något 0,14 mm stort på 20 cm avstånd, med andra ord helt omöjligt! På grund av att redan det är omöjligt, så borde vi inte behöva kolla tumregler om minsta spotsize osv. Jag är dock lite skeptisk till min lösning då den inte känns som en 12-poängare :(

1b) Som sagt i uppgift 1a) har objektivlinsen ett fokus på 210 mm. Objektet (grannen) ligger fortfarande väääääldigt långt bort jämfört med det, så vi får $s_i \approx 210$ mm. Eftersom vårt ögas lins är positiv (konvex) så måste vi hålla kikaren på minst det avståndet (s_i). Däremot så läste jag att ögat inte kan fokusera på objekt närmare än 6,5 cm. Detta stämmer överrens med experimentell data från mina egna ögon (där det högra är bättre på närmare objekt – cooool!). Vi får alltså att ögat borde vara minst 27,5 cm från linsen, men $\Delta z \in [0; 25\text{cm}]$!

Det skulle alltså <u>inte</u> gå att få en skarp bild.

2. a) Glödlampor verkar ha en verkningsgrad på runt 5% (Wikipedia, elkurs.se).

Totala energin vi får ut är

$$E_{Tot} = \frac{46 kJ}{gram} \cdot 100 gram = 4600 kJ$$

Totala tiden är ......

$$t_{Tot} = 10 \cdot 3600 = 36000 \text{ s}$$

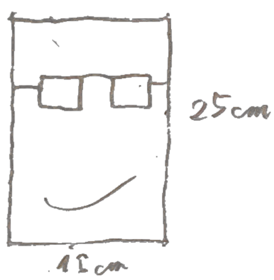
Totala effekten blir alltså:

$$P_{Tot} = \frac{4\,600\,000 \text{ J}}{36\,000 \text{ s}} \approx 128 \text{ W}$$

Ljuseffekten blir då

$$P_{ljus} \approx 5\% \cdot P_{Tot} \approx 6 \text{ W}$$

b) Arne har ett ganska rektangulärt ansikte. Om han kollar rakt på ljuset ser det från ljusets perspektiv ut ungefär så här:



Tur att Arne inte hade solglasögon, annars hade det blivit mer räkning...

Huvudets area är ca $0,25 \cdot 0,15 = 0,04 \text{ m}^2$.

Delen av stearinljusets effekt som träffar honom på 1 m avstånd är alltså ungefär:

$$P_{arne,stearinljus} \approx \frac{0,04 \text{ m}^2}{4\pi \text{ m}^2} \cdot 6 \text{ W} \approx 0,2 \text{ W}$$

Svaret till frågan i uppgiften är högre

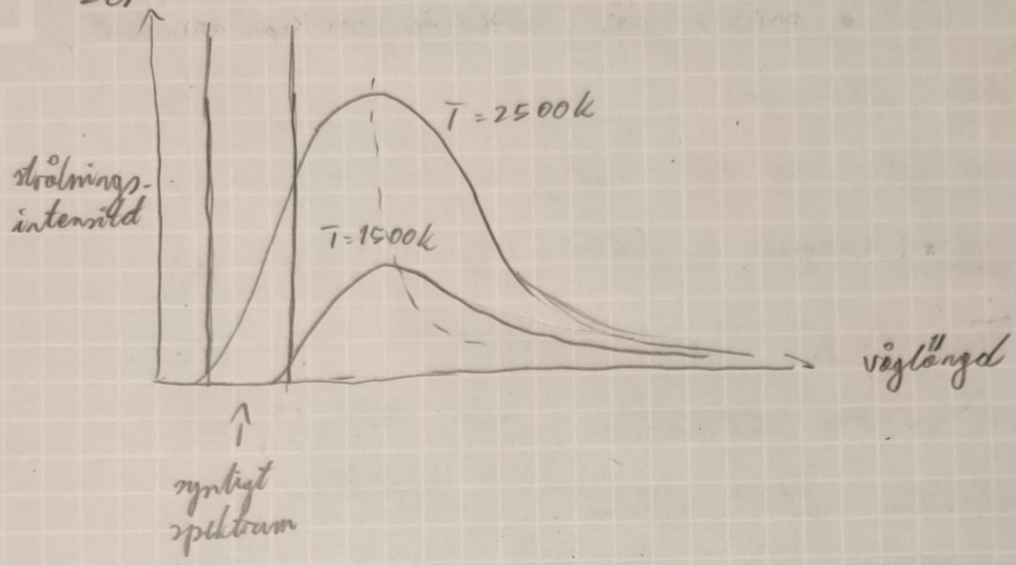
Månljusets effekt är ca:

$$P_{arne,månljus} \approx \frac{1000 \frac{W}{m^2}}{500\,000} \cdot 0,04 \text{ m}^2 \approx 0,00008 \text{ W},$$

vilket är <u>mycket</u> lägre än $P_{arne,stearinljus}$

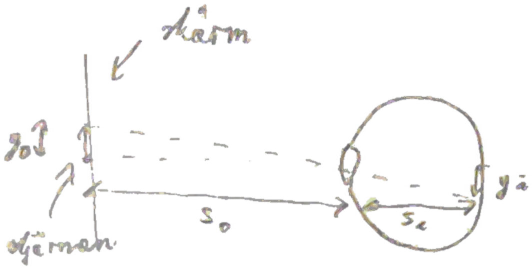
P.S. ... behövde ju inte beräknas

2c)



Vi ser från den approximativa grafen att verkningsgraden för ljus i det synliga spektrumet borde vara <u>högre</u> <u>för glödlampan</u> som har högre temperatur (större del av kurvorna i det synliga spektrumet).

3a) Vi har (med optimal synskärpa) $M = \frac{s_i}{s_o}$ (tecken struntar jag i)



Jag uppskattar $y_o \approx 1\,\text{cm}$, $s_o \approx 30\,\text{cm}$, $s_i \approx 20\,\text{mm}$

Vi får då:

$$y_i = M y_o = \frac{s_i y_o}{s_o} \approx \frac{20\,\text{mm} \cdot 1}{30} \approx \frac{2}{3}\,\text{mm}$$

Vi får alltså $s_i \approx \frac{2}{3}$ mm. Dubbelkolla med spotsize:

$$D_{spot} \approx \frac{550\,\text{nm} \cdot D_{pupill}}{s_i} \approx \frac{550\,\text{nm} \cdot 4\,\text{mm}}{20\,\text{mm}} \approx 110\,\text{nm} << D_{nw}.$$ Så $D_{nw} \approx \frac{2}{3}\,\text{mm}$!

3b) $$y_i = \frac{s_i y_o}{s_o} \approx \frac{20\,\text{mm} \cdot 2 \cdot 10^6\,\text{km}}{8{,}5 \cdot 10^{13}\,\text{km}} \approx 4{,}7 \cdot 10^{-7}\,\text{mm} = 0{,}47\,\text{nm}$$

Nu dominerar minsta spotsize, så $D_{nv} \approx 110\,\text{nm}$.

$$\boxed{\frac{D_{nw}}{D_{nv}} \approx 6000}$$

Walt Disney överdriver alltså med runt 6000 gånger! Säkert därför det går dåligt för dem på börsen nu...

4 a) Transmissionsfunktionen för en lins är:

$$\varphi_{lins}(r) = \frac{-k r^2}{2f} + const = \frac{-k_0 \cdot n r^2}{2f} + const = \frac{-k_0 n r^2}{2f} + C \quad \left(\begin{array}{c} C \text{ bruker} \\ \text{strykas} \end{array}\right)$$

I kanten är transmissionsfunktionen som propagation genom luft över en sträcka t (anta $n_{luft} = 1$)

$$\varphi_{lins}(r_{max}) = k_0 \cdot t$$

I mitten är det som propagation genom ett medium med $n = 1{,}33$ över en sträcka t.

$$\varphi_{lins}(0) = k_0 \cdot n \cdot t$$

Vi har alltså:

$$\begin{array}{l} r_{max} \\ \\ 0 \end{array} \begin{cases} k_0 \cdot t = -\dfrac{k_0 n r_{max}^2}{2f} + C \\ \\ k_0 n t = C \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad t \cancel{k_0} (n-1) = \frac{\cancel{k_0} n r_{max}^2}{2f}$$

$$t = \frac{n r_{max}^2}{2f(n-1)} = \frac{1{,}33 \cdot 4^2 \, mm^2}{2 \cdot 20mm \cdot 0{,}33} \approx 1{,}6 \, mm$$

Vi får $\boxed{t \approx 1{,}6 \, mm}$

4b) $\frac{1}{f_k} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{s_{ik}} \Rightarrow s_{ik} = -0,5\,m$

ögonlinsen är precis vid kontaktlinsen $\Rightarrow s_o = -s_{ik}$:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-s_{ik}} + \frac{1}{s_i}$$

$$\frac{1}{2cm} = \frac{1}{50cm} + \frac{1}{s_i}$$

$$s_i = \frac{50 \cdot 2}{48}\,cm \approx 20,8\,mm$$

$\underline{L = 20,8mm}$

c) Låter nästan lika mörtsamt som geometrisk optik... Skojar bara det är ganska kul faktiskt! ~~Stockholm-syndrom?~~

1a) fick vi att:

$$t = \frac{n\, r_{max}^2}{2f(n-1)}$$

Om vi använder samma formel får vi:

$$t_{ny} = \frac{1,33 \cdot 16\,mm^2}{2 \cdot 20,8\,mm \cdot 0,33} \approx 1,55\,mm$$

Vi får alltså $\Delta t \approx 0,05\,mm$.

Detta borde stämma trots att linsen inte längre är symmetrisk, för det är inte ett krav för att t_{ins} ska stämma.

5 a) ett gitter!

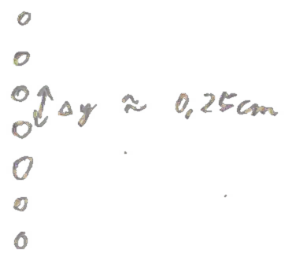
b) Vi har $\Lambda \sin(\theta_m) = m\lambda$

Vågorna är approximativt plana

$d \sin\theta_m = m\lambda$

Vi har små θ_m, så $\sin\theta_m \approx \theta_m \approx \tan\theta_m$

Därmed är $\sin\theta_1 = \frac{\Delta y}{L_1} \approx \frac{0{,}25\,\text{cm}}{160\,\text{cm}} \approx 0{,}0016$



$$\boxed{d = \frac{\lambda}{\sin\theta_1} \approx \frac{550\,\text{nm}}{0{,}0016} \approx 344\,\mu\text{m}}$$

c) Eftersom HF-källorna med avståndet 2d ska interferera med varandra stabilt måste $\underline{L_s \gtrsim 2d \approx 688\,\mu\text{m}}$

Kolla med tumregel för L_s:

$L_s \approx \frac{\lambda}{D_k} L$, $D_k \approx 1\,\text{m}$?

$L_s \approx \frac{550\,\text{nm} \cdot 266\,\text{m}}{1\,\text{m}} \approx 146\,\mu\text{m}$

Iaf samma storleksordning!

d) Oj, nu ska vi ju faktiskt använda tumregeln!

$D_k \approx \frac{550\,\text{nm} \cdot 266\,\text{m}}{L_s} \lesssim \frac{550\,\text{nm} \cdot 266\,\text{m}}{688\,\mu\text{m}} \approx 0{,}21\,\text{m}$

(i diameter)

Strålkastaren ska alltså vara högst 0,21 m! (approximativt sett). Ganska rimligt, dock en liten strålkastare