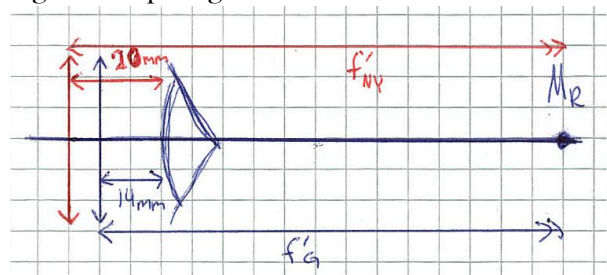


Lösningar till tentamen i Ögats optik

Lördag 23 februari 2019

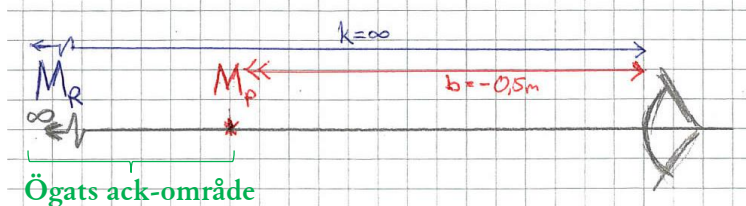
1. Räkna på varje huvudsnitt för sig! I varje huvudsnitt ska mellanbilden alltid ligga i M_R . Ändring av v_d är endast 6 mm och eftersom tumregeln säger att omräkning för olika v_d behövs först när styrkan är mer än 5 D, så kommer avståndskorrektionen (avrundad till närmsta 0,25 D) att vara densamma på $v_d = 20$ mm som på $v_d = 14$ mm (dessa styrkor är till och med så låga att omräkning inte ens behövs enligt den andra tumregeln: omräkning mellan huvudpunktsrefraktion och glasögonrefraktion behövs endast för styrkor mer än 3 D). Detta resonemang tillsammans med figuren nedan räcker som motivering för full poäng. Men om man ändå räknar:

HS75: $F_{GHS75} = +2,50$ D, d.v.s. $f'_G = 1/(+2,50$ D) = +0,4 m ska göras 6 mm längre för att få fokallängden för den nya glasögonkorrektionen f'_{NY} (se figur härintill) alltså $F_{NYHS75} = 1/(0,406$ m) = +2,46 D vilket är lite mindre plus = stämmer!
 HS165: $F_{GHS165} = +2,00$ D, d.v.s. $f'_G = +0,5$ m ska göras 6 mm längre (se figuren) alltså $F_{NYHS75} = 1/(0,506$ m) = +1,98 D vilket är lite mindre plus = stämmer! Avståndrefraktionerna på $v_d = 20$ mm blir alltså +2,50 D / -0,50 D x 75.

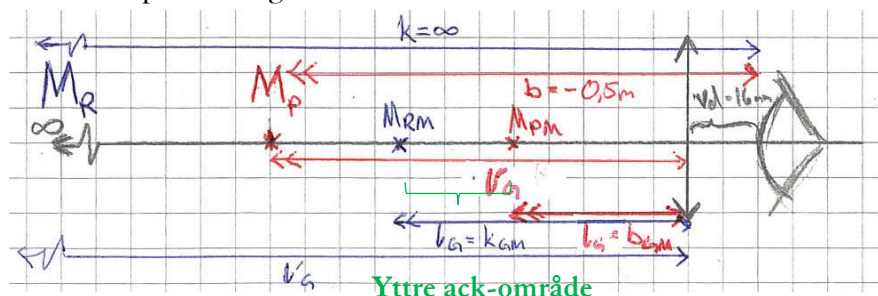


2. Strecktjockleken y är samma, oberoende av vilket avstånd man står på från tavlan. Bokstäverna på 2,0 raden har en strecktjocklek y som motsvarar $A_{standard} = 0,5'$ på avståndet $d_{standard} = 6$ m, så med hjälp av formeln $A = \frac{y}{d} \frac{180}{\pi} 60$ fås därför att $y = 0,000873$ m = 0,873 mm. Personen har $V = 1,0$ och alltså $A_{myop} = 1,0'$ samtidigt som $y = 0,873$ mm, med samma formel som ovan kan man då räkna ut det längsta avstånd som personen kan stå ifrån tavlan och ändå läsa bokstäverna: $d_{myop} = 3,0$ m.

3. Ögat har $K_H = 0,0$ D och $Amp = +2,0$ D, vilket ger $B = -2,0$ D ($Amp = K_H - B$).
 a) Se figur. Läge på M_R ges av $k = 1/K_H = \infty$. Läge på M_P ges av $b = 1/B = -0,50$ m.



b) Söker yttre ackommodationsområdet med läsglasögon $F_G = +3,0$ D, $v_d = 16$ mm:
 M_{RM} : $K_{GM} = L_G$ när mellanbilden ligger i M_R d.v.s. $l'_G = \infty$, ger $L'_G = 1/l'_G = 0$ D och $L_G = L'_G - F_G = -3,0$ D, alltså $l_G = -0,33$ m = -33 cm.
 M_{PM} : $B_{GM} = L_G$ när mellanbilden ligger i M_P d.v.s. $l'_G = -(0,5 - 0,016)$ m) = -0,484, ger $L'_G = 1/l'_G = -2,07$ D och $L_G = L'_G - F_G = -5,07$ D, alltså $l_G = -0,20$ m = -20 cm. Personen ser alltså skarpt med läsglas när mobilen hålls mellan 33 och 20 cm framför glasögonen.

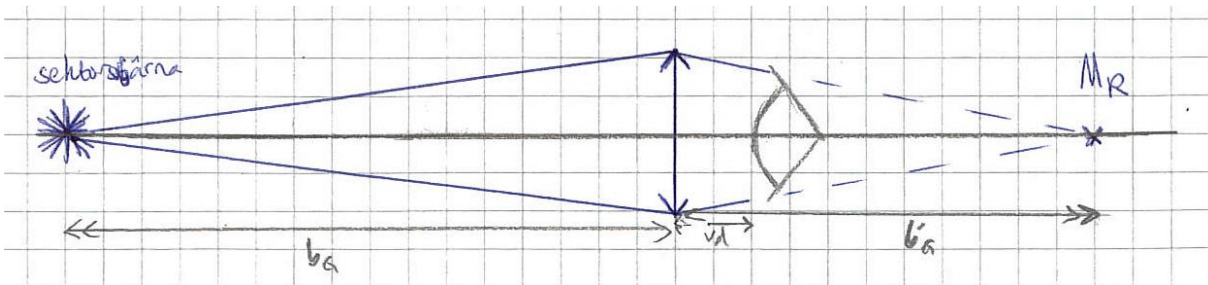


4. Korrekt korrektion = gammal korrektion + överrefraktion. De gamla linserna har styrkan $-3,00 \text{ D} / -1,00 \text{ D} \times 10$ och överrefraktionen är $\pm 0 \text{ D} / -0,50 \text{ D} \times 60$. Olika huvudsnitt = måste läggas samman med astigmatisk dekomposition: $M_{total} = (-3,5 + -0,25) = -3,75 \text{ D}$, $J0_{total} = (0,4698 + -0,125) = 0,3448 \text{ D}$, $J45_{total} = (0,171 + 0,2165) = 0,3875 \text{ D}$. Alltså är den korrekta styrkan $-3,25 \text{ D} / -1,00 \text{ D} \times 24$ ($-3,23 \text{ D} / -1,04 \text{ D} \times 24$).

5. Ljusnivån påverkar pupillens storlek: i mörker blir pupillen större vilket ger större inverkan av aberrationer som skulle kunna påverka överrefraktionen. Tex. positiv sfärisk aberration som ger nattmyopi (se föreläsning 12, samt CVO sid 145 och fig 7.22) alltså lite extra minus sfär, men inte påverkar astigmatismen: överrefraktion $-0,25 \text{ D} / -0,50 \text{ D} \times 60$.

6. Jämföra bildstorlek mellan två olika ögon = $RSM = F_{standard\ öga} / F_{total} = 60 \text{ D} / F_{total}$. Omräkning från glasögonkorrektion till kontaktlins korrektion för höger öga ger $K_H = 14,75 \text{ D}$ och eftersom den sitter nära ögats huvudpunkt blir $F_{total, höger} = 67,25 \text{ D}$, och $RSM_{höger} = 0,892$. Vänster öga: $RSM = 1$. Alltså blir bilden i höger öga $89,2\%$ av bilden i vänster.

7. a) Se figur nedan, för att se skarpt ska glasögat avbilda sektorstjärnan, $l_G = -0,50 \text{ m}$, till ögats fjärrpunkt, $l'_G = 1/K + v_d = 0,1818 \text{ m} + 0,018 \text{ m} = 0,20 \text{ m}$. Alltså är glasögats styrka $F_G = l'_G - l_G = 5,0 \text{ D} - -2,0 \text{ D} = +7,0 \text{ D}$.



b) Toriska glas trots att personen inte har astigmatism - ser alltså astigmatisk suddighet med alla glas (bild 1 och 3 visar de två linjefoki och bild 2 visar minsta spridningscirkeln). Skriv om till huvudschnittstyrkor, $+7 \text{ D}$ innebär att det huvudsnittet ger skarpa bildlinjer på näthinnan:

Glas A: **HS45 = +7 D**, **HS135 = +5 D** => Bildlinjer i 135° skarpa = Bild 3

Glas B: **HS45 = +9 D**, **HS135 = +7 D** => Bildlinjer i 45° skarpa = Bild 1

Glas C: **HS90 = +8 D**, **HS180 = +6 D** => 1 D fel i båda HS, $+7 \text{ D}$ i medelsfär = Bild 2

Glas D: **HS135 = +7 D**, **HS45 = +5 D** => Bildlinjer i 45° skarpa = Bild 1

8. Ny styrka = Gammal styrka - tårlinsändring + överrefraktion. Överrefraktionen är $1/(-2 \text{ m}) = -0,5 \text{ D}$ i HS90 och $1/(-1,33 \text{ m}) = -0,75 \text{ D}$ i HS180 alltså $-0,5 \text{ D} / -0,25 \text{ D} \times 90$. Kontaktlinsen som beställs är $0,10 \text{ mm}$ flatare och ger därför $0,50 \text{ D}$ mer negativ tårlins i båda huvudsnitten (beställ $0,50 \text{ D}$ mer plus). De nya kontaktlinserna ska alltså ha styrkan: $+2,50 - (-0,50) - 0,50 = +2,50 \text{ D}$ i HS90 och $+2,50 - (-0,50) - 0,75 = +2,25$ i HS180, d.v.s. $+2,50 \text{ D} / -0,25 \text{ D} \times 90$.

9. I uppgift 8 kom vi fram till att personen behöver avståndskorrekturen $+2,50 \text{ D}/-0,25 \text{ D} \times 90$ med stabila kontaktlinser med bakre krökningsradie $7,80 \text{ mm}$. Med $r_k = 7,65 \text{ mm}$ får tårlinsen en sfärisk styrka på enligt tumregeln $-0,75 \text{ D}$ (alternativt kan man räkna fram den som $(1,336 - 1)/0,0078 \text{ m} + (1 - 1,336)/0,00765 \text{ m} = -0,84 \text{ D}$). Ögats huvudpunktsrefraktion blir alltså $K_H = F_{KL} + F_{i\ddot{a}r} = +1,75 \text{ D}/-0,25 \text{ D} \times 90$. Tillsammans med $Amp = +5,0 \text{ D}$ kan vi nu räkna ut lägena för M_R , som ges av $k = 1/K_H$, och M_P , som ges av $b = 1/B$ där $Amp = K_H - B$ för varje huvudsnitt för sig:

$$\text{HS90 } (K_H = +1,75 \text{ D och } Amp = +5,0 \text{ D}): \quad k_{90} = +0,57 \text{ m} \quad b_{90} = -0,31 \text{ m}$$

$$\text{HS180 } (K_H = +1,50 \text{ D och } Amp = +5,0 \text{ D}): \quad k_{180} = +0,67 \text{ m} \quad b_{180} = -0,29 \text{ m}$$

10. Ögat ska vrida sig mer för att se ett objekt med glasögon jämfört med utan, $ORF = \Theta / \Theta_0 = (Z-L)/(Z-L-F)$ ska alltså vara större än 1, vilket gäller för positiva glas. Enklast är att välja rimlig styrka (t.ex. $F = +5 \text{ D}$) och avstånd för glasögat (t.ex. $v_d = 14 \text{ mm}$ som ger $Z = 1/(v_d + 0,012 \text{ m}) = 38,46 \text{ D}$) och räkna ut ORF för ett avlägset objekt ($L = 0 \text{ D}$) för att sedan välja vinkeln till objektet Θ_0 så att $\Theta = \Theta_0 + 2\Delta$, då kan man ta fram uttrycket $\Theta = ORF * \Theta_0 = \Theta_0 + 2\Delta$, vilket ger $\Theta_0 = 2\Delta/(ORF - 1)$. Exempel siffrorna ovan ger $ORF = 1,15$ ggr större vridning och alltså $\Theta_0 = 2\Delta/(1,15 - 1) = 13 \Delta$ vilket motsvarar att objektet ligger ca $7,5^\circ$ ut från glasögats optiska axel.

11. Bildstorleken $h' = f \tan w$ med synvinkeln $w = 5^\circ$ och f som främre ekvivalent styrka för ögat tillsammans med korrektion $= 1/F_{total}$. Myopt öga har $K_H = -3,75 \text{ D}$ ($-3,817 \text{ D}$) och systemfel alltså $F_{\ddot{ö}ga} = 63,75 \text{ D}$, vilket ger $F_{total} = F_E = F_{\ddot{ö}ga} + F_{glas} - v_d F_{\ddot{ö}ga} F_{glas} = 62,81 \text{ D}$ och $h' = 1,39 \text{ mm}$. Hyperopt öga har $K_H = +4,00 \text{ D}$ och byggnadsfel alltså $F_{\ddot{ö}ga} = 60 \text{ D}$, vilket ger $F_{total} = 64 \text{ D}$ och $h' = 1,37 \text{ mm}$. Myopen har 1,9% större bild ($64 \text{ D}/62,81 \text{ D}$). Ett annat sätt är att använda relativ glasögonförstoring, i detta fall är $RSM = 0,9553$ för myopen och $0,9375$ för hyperopen.

12. Diskutera effekterna av sfärisk aberration på kontrastkänslighet, mörkerseende och skärpedjup! Person 1: Ja, kontaktlinsen förbättrar kontrastkänslighet och mörkerseende. Person 2: Kanske, kontaktlinsen ger större skärpedjupet för presbyopen, men försämrar samtidigt kontrastkänslighet och mörkerseende. Person 3: Nej, kontaktlinsen försämrar kontrastkänslighet och mörkerseende. Person 4: Kanske, kontaktlinsen förbättrar kontrastkänslighet och mörkerseende, men ger samtidigt kortare skärpedjupet för presbyopen.