

Lösningar till tentamen i Ögats optik

Fredag 17 februari 2018

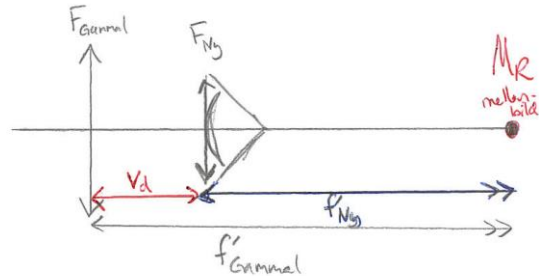
1. Räkna på varje huvudsnitt för sig (samma figur fungerar i båda fallen)! I varje huvudsnitt ska mellanbilden alltid ligga i M_R .

HS180: Glasögats fokallängd

$f_{\text{Gammal}} = 1/(+4,00 \text{ D}) = +0,25 \text{ m}$ ska göras 16 mm ($=v_d$) kortare för att få fokallängden för den nya korrektionen

(huvudpunktsrefraktionen) f_{N_y} alltså $F_{N_y} = 1/(+0,234 \text{ m}) = +4,25 \text{ D}$ (+4,27 D).

HS90: $f_{\text{Gammal}} = 1/(+2,50 \text{ D}) = +0,40 \text{ m}$ ska också göras 16 mm kortare. $F_{N_y} = 1/(+0,384 \text{ m}) = +2,50 \text{ D}$ (+2,60 D). Huvudpunktsrefraktionen blir alltså $+4,25 \text{ D} - 1,75 \text{ D} \times 180$ och är alltså mer positiv än glasögonrefraktionen = stämmer!



2. Söker ögats vridning med glasögon, använd: $ORF = (Z-L)/(Z-L-F)$ med styrkan i det horisontella huvudsnittet (HS180, eftersom hen ska titta åt höger) alltså $F = +4,00 \text{ D}$, $L = 1/(-0,40 \text{ m}) = -2,50 \text{ D}$, och $Z = 1/(v_d + 0,012 \text{ m}) = 35,71 \text{ D}$ ger $ORF = 1,12$. Alltså mer vridning med glasögon än utan. För att få ut ögats vridning (Θ) använd $ORF = \Theta / \Theta_0$ där Θ_0 är vridningen utan glas = $0,06 \text{ m} / (0,40 + 0,028) \text{ m} = 0,14$ radianer vilket är 14Δ ($100 \times 0,14$ radianer) eller $8,0^\circ$ ($0,14 \times 180/\pi$). Ögats vridning med glasöga är alltså $1,12 \times \Theta = 16 \Delta = 9,0^\circ$.

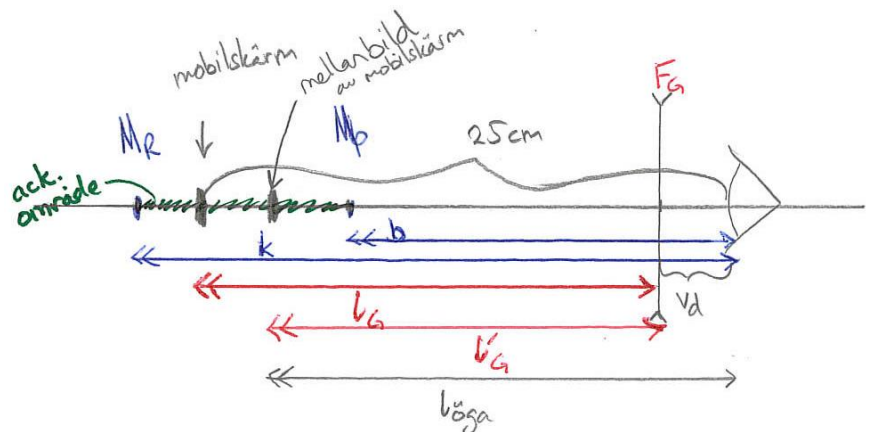
3. Ny styrka = Gammal styrka - tårlinsändring + överrefraktion. Ändringen till mer kupig lins (0,05 mm kortare BOZR) ger att tårlinsens styrka ändras med $+0,25 \text{ D}$ och överrefraktionen är $-0,5 \text{ D}$. De nya linserna ska alltså ha styrkan $-3,75 \text{ DS} - (+0,25 \text{ DS}) + (-0,50 \text{ D}) = -4,50 \text{ D}$ med BOZR = 7,80 mm.

4. Personens refraktion = linserna i provbågen + korscyklindern (som har $-0,50 \text{ D}$ i HS25 och $+0,50 \text{ D}$ i HS115) = $(-2,00 \text{ D} / -0,50 \text{ D} \times 95) + (+0,50 \text{ D} / -1,00 \text{ D} \times 115)$. Olika axlar, astigmatisk dekomposition behöver göras: $M_{\text{total}} = (-2,25 + 0) = -2,25 \text{ D}$, $J_{0_{\text{total}}} = (-0,2462 + -0,3214) = -0,5676 \text{ D}$, $J_{45_{\text{total}}} = (-0,0434 + -0,3830) = -0,4264 \text{ D}$. Alltså är refraktionen $-1,50 \text{ D} / -1,50 \text{ D} \times 108$ ($-1,54 \text{ D} / -1,42 \text{ D} \times 108,46$).

5. Personen ser skarpt om ögats objekt ($l_{\text{öga}}$) ligger inom ackommodationsområdet, d.v.s. mellan M_R och M_P . Läge på M_R : $k = 1/(-3,50 \text{ D}) = -0,2857 \text{ m}$. Läge på M_P : använd $Amp = K - B$ för att hitta närpunkten. $Amp = +2,00 \text{ D}$ och $K = -3,50 \text{ D}$ ger $B = -5,50 \text{ D}$ och $b = 1/B = -0,1818 \text{ m}$. Sätt ut dessa avstånd i en figur!

a) Ögats objektet är 25 cm framför ögat, vilket är inom ackommodationsområdet, alltså kan personen se texten på mobil-skärmen skarpt utan glasögon.

b) Rita figur! Ögats objekt är nu mellanbilden som skapas av glasögat.



Alt 1) Beräkna först var mellanbilden hamnar: Mobil-skärmen är objekt för glasögat ($l_G = -(25 \text{ cm} - 14 \text{ mm}) = -0,236 \text{ m}$) och avbildas till en mellanbild ($L'_G = L_G + F_G = -4,24 \text{ D} + -1,25 \text{ D} = -5,49 \text{ D}$ ger $l'_G = -0,182 \text{ m}$) som sedan är objekt för ögat $l_{\text{öga}} = \text{avståndet från ögat till mellanbilden} = -(0,182 \text{ m} + 0,014 \text{ m}) = -0,196 \text{ m}$, vilket också är inom ackommodationsområdet så personen kan se texten på mobil-skärmen skarpt med läsglasögonen också.

Alt 2) Alternativt kan man räkna ut det yttre ackommodationsområdet genom att avbilda genom glasögat för att se var objektet ska ligga för att ge en mellanbild i M_R respektive M_P . I så fall fås M_{RM} liggandes $-0,412 \text{ m}$ framför glasögat och M_{PM} $-0,212 \text{ m}$ framför. Mobilen hålls $-0,236 \text{ m}$ framför glasögat och ligger därmed inom det yttre ackommodationsområdet och ses skarpt.

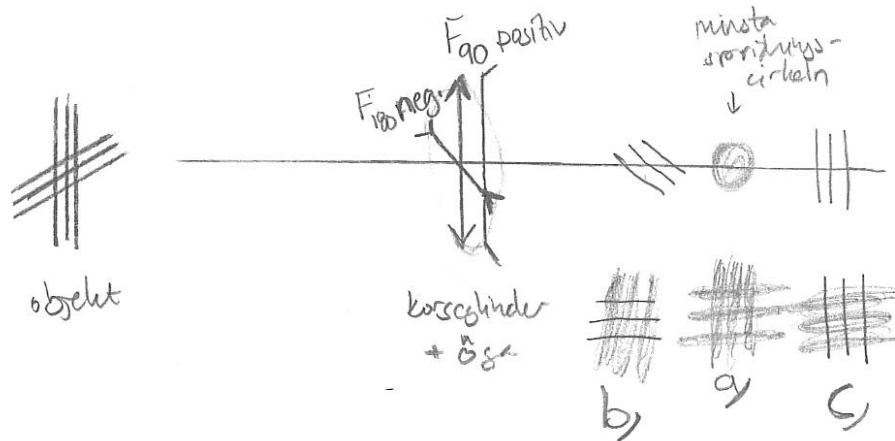
6. a) Stämmer inte – Vid anisotropi är det vanligt att höger och vänster öga har olika längd och då är det mer korrekt att jämföra RSM mellan höger och vänster öga än att jämföra SM.
b) Stämmer.
c) Stämmer inte – SM visar att bilden blir mindre ju mer negativt glasögat är.
d) Stämmer inte – de optiska bieffekterna ökar när v_d ökar (för kontaktlinser, $v_d = 0$, är bieffekterna mycket små).

7. Se föreläsning 10-12.

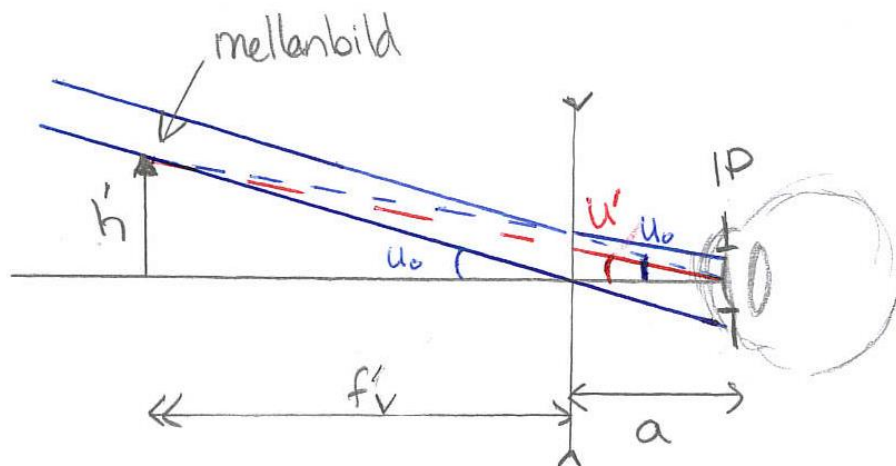
8. a) $\text{CSF} = 1/\text{kontrast-tröskeln} = 1/c_m$ så om man kan se i låg kontrast har man en hög kontrastkänslighet (CSF). I figuren syns att både person A och B har högst kontrastkänslighet med $\text{CSF} = 130$.
b) $\text{CSF} = 130$ innebär att $c_m = 1/130 = 0,0077$ alltså är $0,77\%$ den lägsta kontrast som de kan se.
c) Högkontrast (100% kontrast) visus är den högsta spatialfrekvens som kan ses vid $\text{CSF} = 1/c_m = 1/1 = 1$. I figuren syns att Person C har 30 cykler/grad, Person A $32,5$ cykler/grad och Person B 34 cykler/grad (ungefärliga värden). Alltså har person B högst visus.
d) Person Bs visus är $34 \text{ cykler/grad} / 30 = 1,13$.

9. Alla tre har normala visus-värden (A:1,08, B:1,13, C:1,00), så ingen har några refraktiva fel utan är antingen emmetropa eller fullt korrigerade. Både A och B har normala kontrastkänslighetskurvor: den lilla skillnad som finns kan bero på lite annorlunda sammansättning av aberrationer eller små variationer under mätningen. Däremot har person C en tydligt nedsatt kontrastkänslighet som skulle kunna bero på katarakt, där grumlingarna i linsen sprider ut delar av ljuset så att kontrasten i bilden på näthinnan blir lägre (aberrationer ger inte en så kraftig minskning i CSF vid de lägsta spatialfrekvenserna).

10. Se figur nedan. a) Korrekt ackommodation = minsta spridningscirkeln på retina. b) Ackommoderar för lite = behöver mer plus = HS 90 ger bättre bild = Ser liggande linjer skarpare än stående. c) Ackommoderar för mycket = behöver minus = HS 180 ger bättre bild = Ser stående linjer skarpare än liggande. (Mer om BKC-test finns på sid 916 i Borish's Clinical Refraction.)



11. SM = bildstorlek på näthinnan med glasögon / bildstorlek på näthinnan utan glasögon. Bildstorleken på näthinnan bestäms av ljusets synvinkel, om ögat inte ser skarpt måste man använda huvudstrålens synvinkeln, dvs strålen som siktar mot mitten av ögats inträdespupill, eftersom den strålen kommer gå mitt igenom pupillen och träffa näthinnan i mitten av den suddiga fläcken. Alltså är $SM = \text{synvinkel med glasögon}(u') / \text{synvinkel utan glasögon}(u_0)$. Figur och härledning:



$$h' = -f'_v \cdot u_0 \quad (\text{bildstorlek vid avlägset objekt})$$

$$u' = \frac{h'}{-f'_v + a} = \frac{-f'_v \cdot u_0}{-f'_v + a} = \frac{u_0}{1 - \frac{a}{f'_v}} = \frac{u_0}{1 - aF'_v}$$

$$SM = \frac{u'}{u_0} = \frac{1}{(1 - aF'_v)}$$

vilket är formeln för glasögonförstoring för tunnt glasöga.

12. Med $c^0_4 = 0,12 \mu\text{m}$ och $r_{\text{pupill}} = 3 \text{ mm}$ blir $LA_{\text{sf.ab.}} = 0,716 \text{ D}$ och $K' = 60 \text{ D}$ ger $TA = 0,036 \text{ mm}$ (radien på suddigheten). Om ögat ackommoderar för minst suddighet på näthinnan blir radien

på suddigheten $T/4=0,009$ mm. Projicerad suddighet (se figur 4.17 i CVO) blir då $(2*0,009$ mm) $*K' = 0,00108$ radianer $= 0,062^\circ = 3,7'$. Eftersom normalt visus ($V=1,0$) motsvarar en strecktjocklek på ca 1' borde en så stor suddighet synas. Men högkontrast visus förändras oftast inte eftersom suddigheten av sfärisk aberration har mest ljus i mitten av suddigheten (till skillnad från suddighet pga defokus) så 3,7' motsvarar diametern på halon runt omkring den ljusare kärnan och bokstaven kommer fortfarande att kunna ses – dock i lägre kontrast.