

Lösningar till tentamen i Ögats optik

Lördag 18 februari 2017

1. Rita en figur och räkna på varje huvudsnitt för sig! HS175: $-0,25$ D är så svagt att en 16 mm inte gör någon skillnad. HS85: $f_{KL} = 1/(-4,00$ D) blir 16 mm längre, $F_G = 1/(-0,266$ m) = $-3,76$ D (glasögon mer negativa än huvudpunktsrefraktion = stämmer). Avrundat till närmsta $0,25$ D är rätt huvudpunktsrefraktion alltså $-0,25$ D / $-3,50$ D x 175.
2. Olika förstoring mellan kontaktlinser och glasögon blir extra besvärande pga den stora astigmatism, som ger osymmetrisk förstoring. Samma öga dvs $SM = 1/\{(1 - aF'_v)(1 - (t/n)F_1)\}$. Med $a \approx vd + 3$ mm, $t=0$ (tunnt glasöga) blir SM i HS175 väldigt nära 1 (svag styrka $F'_v = -0,25$ D), men i HS85 är $SM=0,93$ ($F'_v = -4,00$ D). Alltså är bilden 7% mindre i HS85 med glasögon.
3. Ögats M_R är där glasögat lägger sin bild (= mellanbilden = ögats objekt) av objektet (= ränderna i M_{RM}). Ser olika ränder skarpt på olika avstånd = astigmatism = avbilda i ett huvudsnitt i taget! Linjer liggande i 45° avbildas genom glasögat i HS135 med $L_{GHS135} = 1/(-0,20$ m) = $-5,00$ D och $F_G = -2$ D till $L'_{GHS135} = L_{GHS135} + F_G = -7,00$ D = $1/(-0,143$ m). M_{RHS135} ligger 16 mm längre bort (mäts ifrån ögat) dvs $K_{HHS135} = 1/(-(0,143 + 0,016)$ m) = $-6,29$ D $\approx -6,25$ D. På samma sätt i HS45 (linjer i 135°): $L_{GHS45} = 1/(-0,50$ m) = $-2,00$ D, $F_G = -2$ D ger $L'_{GHS45} = L_{GHS45} + F_G = -4,00$ D = $1/(-0,25$ m). M_{RHS45} ligger 16 mm längre bort dvs $K_{HHS45} = 1/(-(0,25 + 0,016)$ m) = $-3,76$ D $\approx -3,75$ D. Alltså huvudpunktsrefraktion $-3,75$ D / $-2,50$ D x 45.
4. Ackommodation utan glas: $A = K - L$ ($= K_H - L_{\text{öga}}$), där $K = +2,50$ D och L är till ögats objekt = $1/(-0,40$ m) = $-2,50$, alltså $A = +2,50$ D - $(-2,50$ D) = **+5,00 D**.
Ackommodation med glas: $A = K - L$ ($= K_H - L_{\text{öga}}$), där $K = +2,50$ D och L är till ögats objekt = mellanbilden = glasögats bild (Rita bild!). Behöver alltså L'_G , avbildning i glaset med $F_G = +4,00$ D och $L_G = 1/(-(0,40 - 0,016)$ m) = $-2,60$ D (glasögat är 16 mm närmare objektet) ger $L'_G = L_G + F_G = +1,40$ D och $l'_G = +0,716$ m. Ögat är 16 mm närmare mellanbilden dvs $l_{\text{öga}} = (0,716 - 0,016)$ m = $+0,700$ m och $L_{\text{öga}} = 1,43$ D, vilket ger $A = +2,50$ D - $1,43$ D = **+1,07 D**.
5. Titta vilken kontrastkänslighet (CS) en bokstav med synvinkel $15'$ har! Gör om synvinkeln till spatial frekvens ν : $A =$ synvinkeln till ett streck i bokstaven = $15'/5 = 3'$ och $V = 1/A = 0,333$ och $\nu = V * 30 = 10$ cykler/grad. Vid 10 cykler/grad är CS ca 95, vilket motsvarar $cm = 1/CS \approx 0,01$ dvs 1%. Alltså kan bokstaven läsas i alla kontrastnivåer från 100% ner till 1%.
6. Kontaktlinser ska korrigeras för $+5,00$ D / $-1,25$ D x 180 och koma. Problemet är att kontaktlinsens värden är givna för en dubbelt så stor diameter jämfört med autorefraktorns. Kontaktlinsens styrka ändras inte med diametern, men koma skalar som diametern². $2 \mu\text{m}$ koma för 3,5 mms diameter motsvarar alltså $(7/3,5)^2 = 4$ ggr mer för 7 mms diameter. Alltså är alternativ a) rätt som korrigerar för $2 \mu\text{m} * 4$ ggr = $8 \mu\text{m}$ koma.
7. $ORF = (Z - L)/(Z - L - F)$ med $L = -2,50$ D, $F = 4,50$ D och $Z = 1/(\nu_d + 0,012$ m) = $35,71$ D ger $ORF = 1,13$. Med kontaktlinser är $ORF = \Theta / \Theta_0$ där Θ_0 är vridningen utan glas = $0,10$ m / $(0,40 + 0,028)$ m = $0,23$ radianer vilket är 23Δ ($100 * 0,23$ radianer). Ögats vridning med glasöga är alltså $1,13 * 23 \Delta = 26 \Delta$.
8. Glasögat + korscyklindern ska alltså ge rätt korrektion. Korscyklindern har $+0,50$ D och $-0,50$ D i vardera huvudsnitt, dvs. Sfär = $+0,50$ D och cylinder = $-1,00$ D, men axeln är inte känd, utan det är den som eftersöks. (glasögat + korscyklindern = rätt korrektion) kan också skrivas som

(korscylindern = rätt korrektion - glasöga) d.v.s. korscylinder = $(-2,00 \text{ D} / -1,00 \text{ D} \times 60) - (-2,00 \text{ D} / -1,00 \text{ D} \times 90)$. Olika axlar = använd astigmatisk dekomposition: $M_{res} = -2,50 - (-2,50) = 0 \text{ D}$, $J0_{res} = -0,25 - (-0,50) = 0,25 \text{ D}$, $J45_{res} = 0,433 - 0 = 0,433 \text{ D}$. Vilket som recept blir: $+0,50 \text{ D} / -1,00 \text{ D} \times 30$ dvs en $0,50 \text{ D}$ korscylinder som ligger med $+0,50 \text{ D}$ i HS30 och $-0,50 \text{ D}$ i HS 120.

9. Kontrastkänslighetskurvan (CSF) visar hur personen kan se objekt i olika storlek (spatial frekvens i cykler/grad på x-axeln) och i olika kontrast ($CS = 1/(\text{minsta synliga kontrast})$) på y-axeln). Objekten med låg frekvens och låg CS (= stora objekt i hög kontrast) är lättast att se, så alla objekt innanför CSF-kurvan går att se, men inte de utanför. Ett sätt att mäta CSF är med en Pelli-Robson tavla, då testas man en viss spatialfrekvens ($Visus = v/30$) för att se i hur låga kontrastnivåer bokstäverna är synliga. Ett annat sätt är Vistech-tavlan som testas flera spatialfrekvenser.

10. Skillnaden i ögats styrka mellan blått (F: 486 nm) och rött (C: 656 nm) ges av ekv 15.6 i CVO: $\Delta F = F_F - F_C = F_d/V_d$ där F_d är ögats styrka i grönt ljus och $V_d = (n'_d - 1)/(n'_F - n'_C)$ är abbetalet för ögat som är ungefär detsamma som för vatten, dvs 55. Avbildning i reducerad ögonmodell ($K' = K + F$) ger att skillnaden i synfel ges av: $\Delta K = K_F - K_C = (K'_F - F_F) - (K'_C - F_C) = (n'_F - n'_C)/k' - (F_F - F_C) = (n'_d - 1)/(V_d k') - F_d/V_d$.

a) $+10 \text{ D}$ systemhyperopt öga har $F_d = 50 \text{ D}$ och $K'_d = 60 \text{ D}$ (dvs $n'_d = 1,336$ och $k' = 22,27 \text{ mm}$), vilket ger $\Delta K = -0,63 \text{ D}$.

b) $+10 \text{ D}$ byggnadshyperopt öga har $F_d = 60 \text{ D}$ och $K'_d = 70 \text{ D}$ (dvs $n'_d = 1,336$ och $k' = 19,09 \text{ mm}$), vilket ger $\Delta K = -1,09 \text{ D}$.

Alltså blir det kromatiska felet mindre när ögat har svagare brytkraft.

11. Effektiv addition = ljuset mot ögat blir mindre divergent när glasögat flyttas längre bort ifrån ögat, d.v.s. samma effekt som med en läsaddition. Exempel: se tal 13 och 14 i exempelsamlingen.

12. Ska den sfäriska aberrationen korrigeras eller inte? Behöver bland annat veta hur mycket patient kan ackommodera (ev. nytta av skärpedjup) och om hen är besvärad av aberrationerna i mörkret.