



KTH Tillämpad Fysik

Tentamen i
Teknisk Fotografi, SK2380,
2012-08-14, 9-13, FB51

Uppgifterna är lika mycket värda poängmässigt. För godkänt krävs 50 % av max. poängtalet.

Hjälpmedel: Formelblad "Radiometrisk och fotometrisk storheter." (bifogad med tentamen)
Miniräknare

Observera: Skriv namn på ALLA papper som lämnas in.
Skriv ALDRIG mer än EN lösning per papper.
Rita gärna figurer som förklarar vad införda beteckningar står för.

OBS!

**Såvida inte annat sägs, motivera alla svar
och förklara alla införda beteckningar!**

- Talen är inte ordnade i svårighetsgrad.
- Det kan hända att data ges som du inte behöver använda för problemets lösande. Du får alltså välja ut de data du behöver. (Välkommen till livet som ingenjör!)
- You may answer in English if you like.

Uppgift 1

Belysningssituationen när man fotograferar kan variera mycket kraftigt beroende på om man fotograferar i t.ex. klart solsken (belysning på marken ca. 1.0×10^5 lux), eller på natten då bara en fullmåne belyser landskapet (belysning på marken ca. 0.2 lux). Därför kan man behöva variera bländartal och exponeringstid inom ett stort intervall.

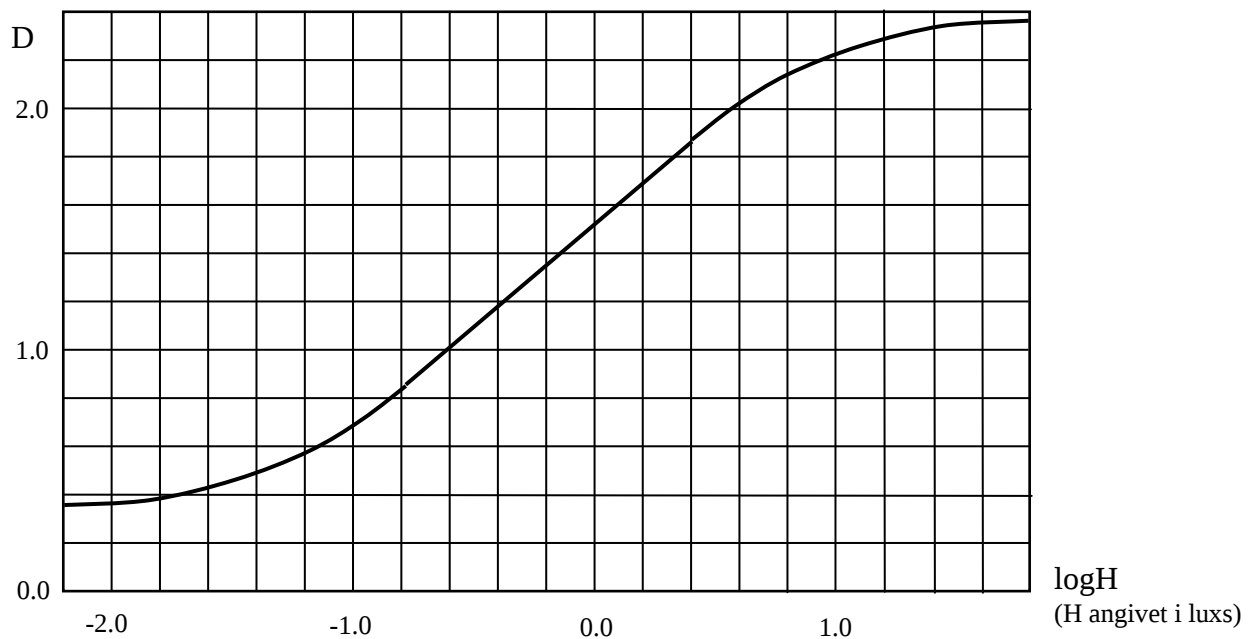
- a) Antag att man för en viss kamera kan variera bländartalet mellan 2.8 och 16, samt exponeringstiden mellan 10 sekunder och $\frac{1}{1000}$ sekund. Antag vidare att man vid bländartal 11 och exponeringstiden $\frac{1}{250}$ sekund får korrekt exponering av ett visst motiv i klart solsken. Klarar man då av att fotografera samma motiv i månljus och få korrekt exponering (utan att ändra ISO-talet)? Stativ finns och motivet rör sig inte, så långa tider är inget problem. (7p)
- b) Ljusstyrkan varierar en hel del mellan olika objektiv. Bra ljusstyrka gör att ett objektiv kan användas vid sämre ljusförhållanden, vilket är en fördel. Varför tillverkas då inte alla objektiv så att de har väldigt bra ljusstyrka? Det måste tydligen finnas nackdelar också med bra ljusstyrka. Räkna upp minst tre nackdelar så får du tre poäng. (3p)

Uppgift 2

När man vid fotografering går närmare motivet så måste objektivet flyttas längre bort från sensorn för att man ska få en skarp bild. Det finns emellertid en gräns för hur långt bort från sensorn som fokuseringsmekaniken tillåter att objektivet flyttas, och detta medför att man får en övre gräns för avbildningsskalan. Antag att en kamera har ett objektiv märkt 45mm/2.0 (brännvidd/ljusstyrka), och en 16 mm × 24 mm sensor med 14 Mpixlar. När man går så nära motivet som kameran klarar av att fokusera, så får man maximal avbildningsskala $M_{\max} = 0.15$. Kameran är emellertid en systemkamera med utbytbara objektiv. Därför kan man montera en så kallad mellanring (tom hylsa) mellan objektivet och kamerahuset. Då ökas avståndet mellan objektiv och sensor med en sträcka som är lika med mellanringens längd. Antag att man på ovanstående kamera monterar en mellanring med längden 15 mm. Vad blir då kamerans maximala avbildningsskala?

Uppgift 3

Du har av en släkting fått en gammal, men fullt fungerande, kamera avsedd för småbildsfilm (filmruta 24 mm × 36 mm). Till kameran hör ett jättelångt teleobjektiv med brännvidden 1000 mm, och som kan ställas in på bländartalen 8 – 45. Du får en idé om att denna kamera skulle kunna vara användbar för att fotografera solen så att man skulle kunna se solfläckar. Frågan är bara om inte bilderna kommer att bli överexponerade även vid kortaste exponeringstiden $\frac{1}{1000}$ sekund och minsta bländaröppning. För att minska risken för överexponering planerar du att använda en svartvit film med mycket låg känslighet (32 ISO), och som har en svärtningskurva enligt figuren på nästa sida.



Du vill att solskivan ska ge en exponering på filmen som efter framkallning ger en svärtning som ligger strax under $D_{\max}$. Kan du åstadkomma detta utan att använda ett gråfilter på objektivet som dämpar ljuset? Om gråfilter måste användas, hur mycket måste det minst dämpa ljuset?

Solen ger en belysning av 1.2×10^5 lux på markytan vid vinkelrätt infall. Solens diameter är 1.4×10^9 m, och den befinner sig på 1.5×10^{11} m avstånd från jorden.

(Ledning: Du kan räkna ut hur stort ljusflöde som kommer in genom objektivet.)

Uppgift 4

Ibland vill man ha en mycket kort exponeringstid för att undvika rörelseoskärpa. En slutartyp som kan ge mycket kort exponeringstid är ridåslutare. Genom att göra slutarspringan smalare så kan man få en kortare exponeringstid.

- I praktiken sätts gränsen för kortaste exponeringstid av hur smal springa som reproducibelt kan åstadkommas och vidmakthållas under exponeringen. Låt oss säga att denna gräns går vid ca. 0.30 mm. Vilken är den kortaste exponeringstid man då kan åstadkomma med en kamera utrustad med APS-C sensor (storlek 16 mm $\times$ 24 mm)? Slutarridåerna rör sig i vertikal riktning med en hastighet av 3.0 m/s. (5p)
- Med en ridåslutare inställd på kort exponeringstid kan man undvika rörelseoskärpa, men man kan få konstiga distorsioner i bilden vid fotografering av rörliga motiv. Berätta lite om orsaken till detta, och ge ett exempel på en fotografisk situation då sådana distorsioner kan uppstå. (5p)

Uppgift 5

Många kameror kan ställas in i flera olika "moder" såsom Manuell, Aperture priority (bländarförval), Shutter priority (tidsförval) och Helautomatik. I läge manuell så ställer man själv in både bländartal och tid, och man får själv kolla upp att exponeringen bli riktig. Bländarförval innebär att fotografen ställer in önskat bländartal, varefter kameran automatiskt vid varje exponering justerar exponeringstiden så att exponeringen blir korrekt enligt exponeringsmätaren. Tidsförval innebär tvärt om, fotografen bestämmer vilken tid som ska användas och kameran justerar automatiskt bländaren för att få korrekt exponering. Slutligen innebär Helautomatik att kameran själv justerar både bländartal och exponeringstid (oftast vet man inte riktigt hur) för att få korrekt exponering enligt mätaren.

Nedan beskrivs några fotograferingssituationer, och frågan är vilken automatikmod som passar bäst i respektive fall (och varför), eller om det skulle fungera bättre att använda manuell mod (som dock kräver mera tid för att göra alla inställningar som behövs). Vi antar att autofokus är påslagen hela tiden, och att den fungerar bra så att skärpeinställningen blir rätt i alla bilder. Vi antar också att fotograferingen sker på dagar med växlande molnighet så att ljusnivån utomhus varierar en del.

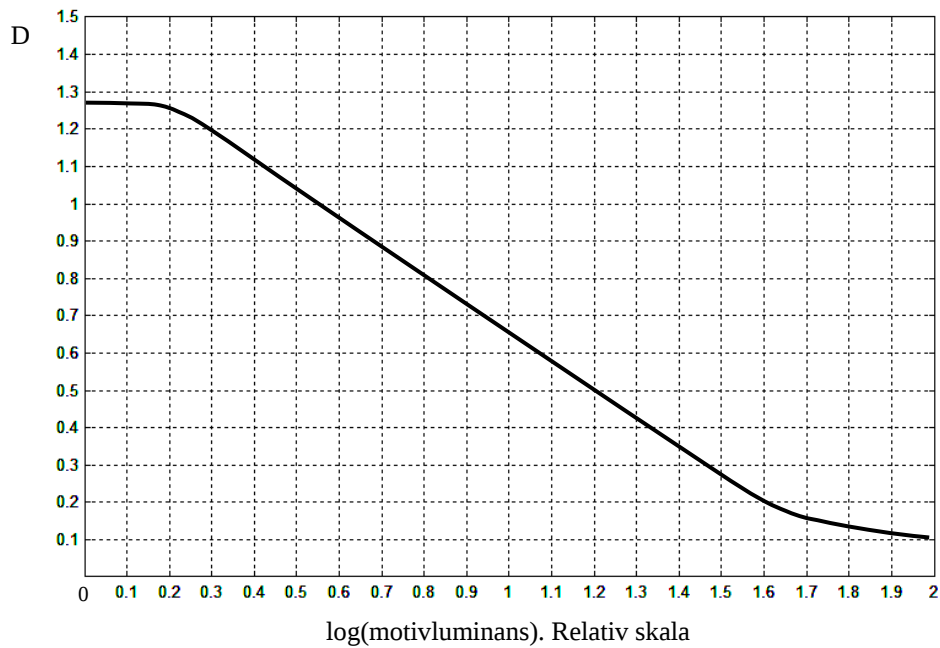
- Du bevakar en fotbollsmatch, och vill ta knivskarpa närbilder på dramatiska situationer under matchen.
- Du vill ta en landskapsbild med låg kameraplacering så att både detaljer i förgrunden, typ blommor, och bergen i fjärran syns skarpt och bra. Du vill också få med en kanin som rör sig i maklig takt i landskapet, och du vill vänta in exakt rätt ögonblick då den intar en viss ställning.
- Du vill ta porträttbilder ute i dagsljus, och du vill att bakgrunden ska återges suddigt så att den inte stör.
- Du vill ta en bild av ett snölandskap som även innehåller en del skuggiga partier. Du vill därför ha en bild som är exponerad på så optimalt sätt som möjligt. Det finns inget i motivet som rör sig snabbt.

Observera att det i vissa fall kan vara så att mer än en mod fungerar bra. Förklara kortfattat hur du gjort dina val.

Uppgift 6

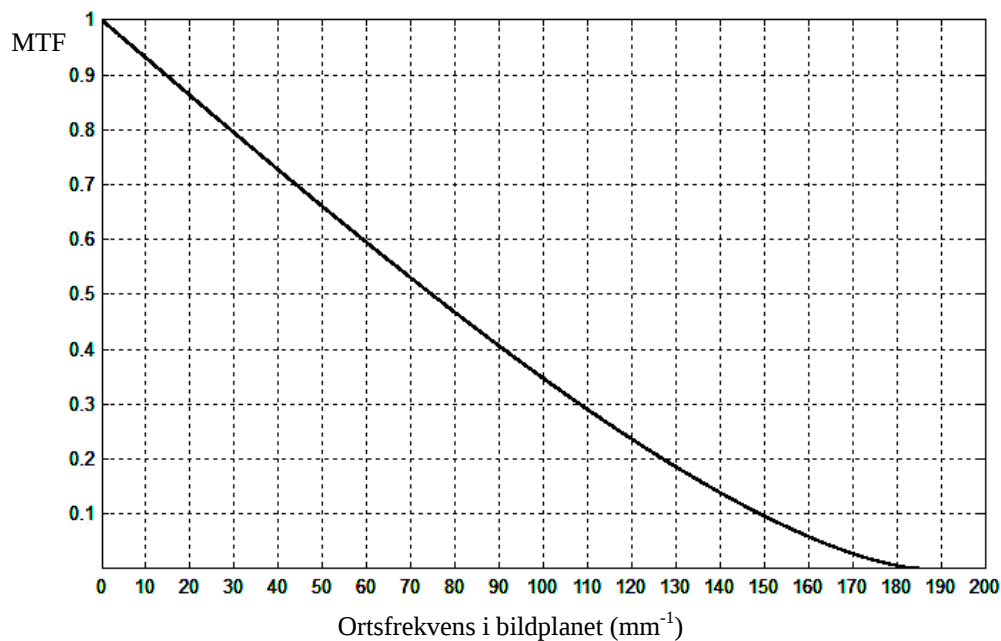
En bläckstråleskrivare kan skriva ut bilder både på genomskinlig plastfilm (typ OH-film) och på högreflekterande vitt papper (ofta kallat "fotopapper"). Vid utskrift på plastfilm (som själv transmittar nära 100% av ljuset) så mätte man upp en maximal svärtning av 1.27 med en transmissionsdensitometer.

- Ungefär vilken maximal svärtning kan man förvänta sig mäta upp med en reflektionsdensitometer på en papperskopia?
- För utskrift på plastfilm får man en tonreproduktionskurva enligt figuren på nästa sida. Rita av den lite grovt i din tentalösning, samt rita i samma diagram in motsvarande tonreproduktionskurva för en utskrift som görs på identiskt samma sätt men på papper. Kommer kontrasten att skilja sig i de bägge bilderna, och i så fall hur?



Uppgift 7

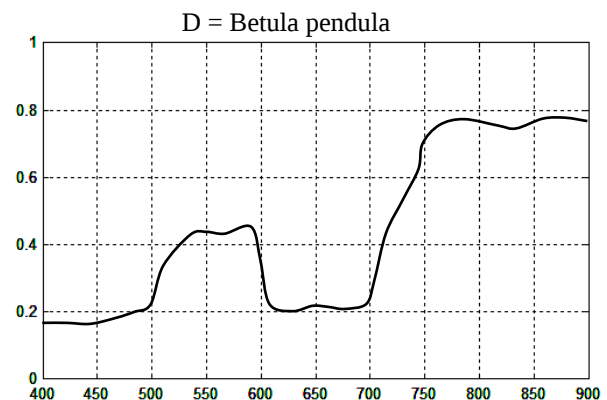
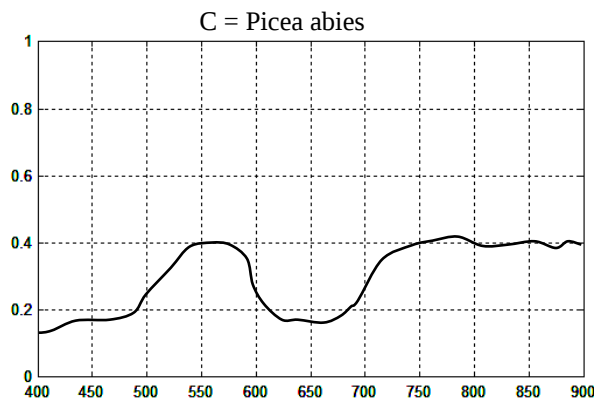
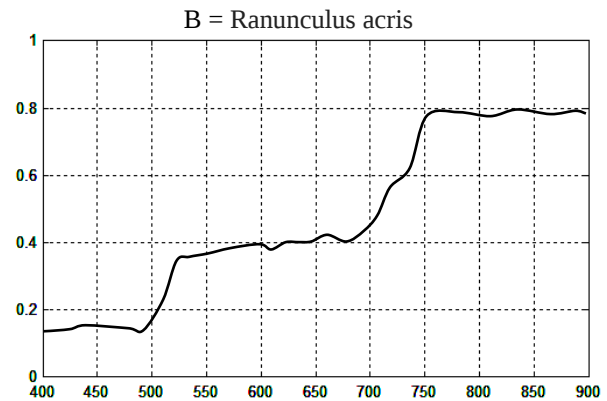
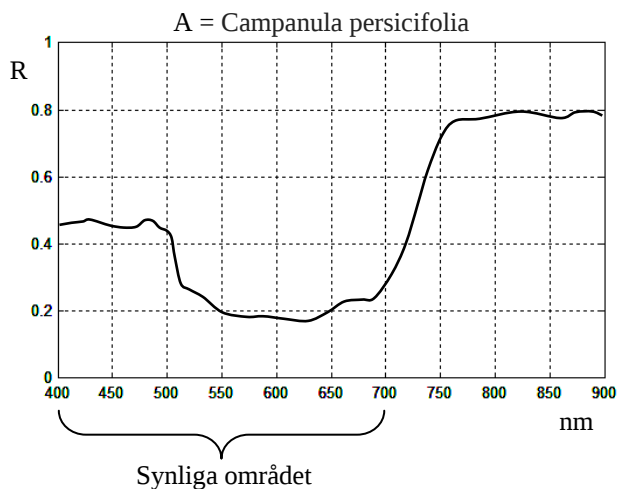
Du ska fotografera en rumsinteriör som innehåller ett fönster i vilket det sitter ett myggnät. Du tänker ta ett antal bilder på ett avstånd av 7.0 meter från fönstret och med lite olika brännviddsinställningar på zoom-objektivet. För vilka brännviddsinställningar finns det risk för moiré-effekter (aliasing) på grund av myggnätet? Maskorna i myggnätet har en storlek av 1.5 mm $\times$ 1.5 mm. Kameran har ett zoom-objektiv med brännviddsområdet 18 -70 mm, vars MTF ges av kurvan nedan. Sensorn är en CCD i APS-C format (16 mm $\times$ 24 mm) och den innehåller 14 Mpixlar.



Uppgift 8

Nedanstående kurvor visar ungefärliga spektrala reflektionen för fyra olika växtarter som vi kan kalla A-D (de latinska namnen står utskrivna i figurerna). Alla dessa växter står ute i ett landskap och belyses av solen.

- a) Berätta vilken färg dessa växter har i verkligheten (alltså betraktade med ögat).
(4p)
- b) Med en IR-färgkamera fotograferar man dessa växter. Berätta vilka färger de får i IR-bilden, och hur man ska kunna skilja C och D åt.
(6p)

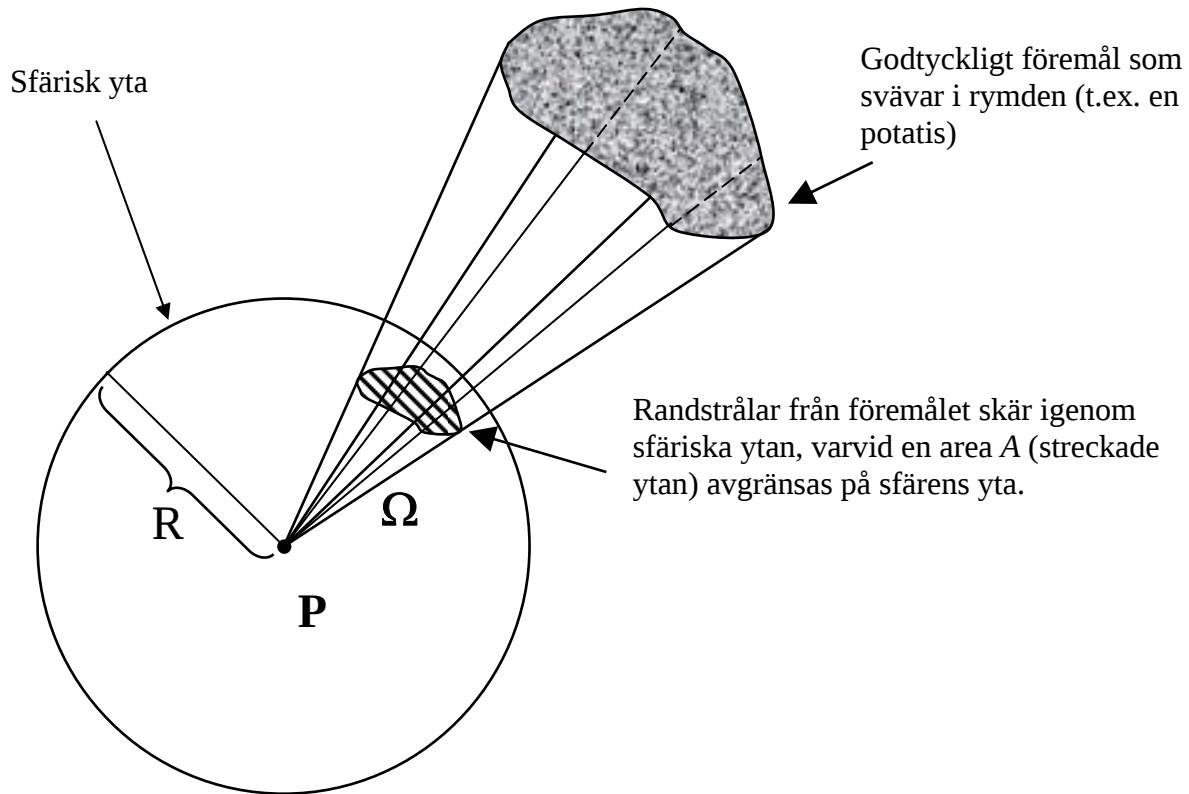


Lycka till!

Kjell Carlsson

Formelblad: Radiometriska och fotometriska storheter

Begreppet rymdvinkel



Den rymdvinkel, Ω , under vilken vi från punkten P ser föremålet definieras genom formeln $\Omega = \frac{A}{R^2}$. Största möjliga rymdvinkel är 4π . Enhet: steradian (sr).

Radiometri

Utstrålning:

$$\text{Radians, } R = \frac{d^2P}{dA d\Omega \cos \vartheta} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{sr}} \right].$$

För svartkroppsstrålare är $R = 1.80 \times 10^{-8} \times T^4$, där T = temperaturen i Kelvin.

Instrålning:

$$\text{Irradians, } I = \frac{dP}{dA} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$

Forts. på nästa sida!

Fotometri

Handlar om hur starkt ögat uppfattar strålningen (t.ex. så uppfattar vi synligt ljus, men inte ultraviolett, röntgen och infrarött). Därför omvandlas strålningseffekten med hjälp av ögats spektrala känslighetskurva. Istället för strålningseffekt, får vi då en storhet som kallas

ljusflöde, Φ , och som har sorten **lumen** (förkortas lm).

Utstrålning:

$$\text{Luminans, } L = \frac{d^2\Phi}{dA d\Omega \cos \vartheta} \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2 \text{sr}} \right].$$

För en svartkroppsstrålare beror L bara på temperaturen. För en perfekt matt reflekterande yta beror L på reflektionsförmågan och hur kraftigt den belyses.

Instrålning:

$$\text{Belysning, } E = \frac{d\Phi}{dA} \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} = \text{lux} \right]$$

Lösningar till tentamen i Teknisk fotografi, SK2380, 2012-08-14

(Observera att lösningarna och resonemangen inte alltid behöver vara som de nedanstående. Vissa tal kan gå ut på att göra intelligenta gissningar och slutledningar. Alla lösningar som uppfyller dessa krav belönas med hög poäng. Jag har ibland också lagt till lite extra kommentarer som inte behövs för full poäng på tentalösningarna.)

Uppgift 1

- a) Dagsljus ger $\frac{1.0 \times 10^5}{0.2} = 5.0 \times 10^5$ gånger högre markbelysning än månsken. Jämfört med bländartal 11 och tiden $\frac{1}{250}$ sekund behöver vi alltså för månfotograferingen öka på exponeringen ($H = E t$) med en faktor 5.0×10^5 . Låt oss först öppna upp bländaren så mycket som möjligt. Då ökar vi 4 bländarsteg, vilket gör att belysningen på sensorn ökar med $2^4 = 16$ gånger $\left(\approx \frac{11^2}{2.8^2} \right)$. Återstår en faktor $\frac{5.0 \times 10^5}{16} = 3.1 \times 10^4$ som måste klaras genom att öka exponeringstiden till $\frac{3.1 \times 10^4}{250} = 125$ sekunder. Detta går enligt uppgift inte med den aktuella kameran, så fotografering i månljus blir svårt. (Vissa kameror har ett läge där man kan få obegränsat lång exponeringstid, dvs så lång som man håller nere avtryckningsknappen, men det framgår inte att detta går med den aktuella kameran.)
- b) Bra ljusstyrka innebär att kameran kan ställas in på riktigt låga bländartal, dvs stora bländaröppningar. Detta medför att linserna i objektivet måste ha stora diametrar, och därav följer också att dom blir tjockare och tyngre. Detta ger följande nackdelar:
- 1) Stora och klumpiga objektiv (särskilt för långa brännvidder)
 - 2) Tunga objektiv
 - 3) Dyra objektiv
- Dessutom kan en bra ljusstyrka medföra
- 4) Kompromisser med bildkvalitén. Avbildningsfelen blir större vid låga bländartal.
 - 5) Mycket litet skärpedjup vid låga bländartal (kan ibland vara en fördel också)

Uppgift 2

Avbildningsskalan ges av $M = \frac{b}{a}$, där a = motivavstånd och b = bildavstånd. Med hjälp av

linsformeln kan detta skrivas som $M = \frac{b-f}{f}$, där f = brännvidden.

$$M_{\max} = \frac{b_{\max} - f}{f} = 0.15 \quad \text{utan mellanring.} \quad \text{Med } f = 45 \text{ mm får vi}$$

$$b_{\max} = 0.15 \times 45 \times 10^{-3} + 45 \times 10^{-3} = 5.18 \times 10^{-2} \text{ m. Med 15 mm mellanring får vi}$$

$$b'_{\max} = b_{\max} + 15 \times 10^{-3} = 6.68 \times 10^{-2} \text{ m, vilket ger}$$

$$M'_{\max} = \frac{b'_{\max} - f}{f} = \frac{6.68 \times 10^{-2} - 45 \times 10^{-3}}{45 \times 10^{-3}} = 0.48. \text{ Vi får alltså ungefär 3 gånger så stor}$$

avbildningsskala med mellanring.

Uppgift 3

Vi kan ur svärtningskurvan se att $\log H \approx 1$ ger en svärtning som ligger strax under $D_{\max}$ (en något högre exponering skulle kanske också kunna tillåtas). Detta medför att solskivan ska ge en exponering $H \approx 10$ luxsekunder. Om vi använder kortaste exponeringstiden medför detta en filmbelysning av

$$E = \frac{H}{t} = \frac{10}{1.0 \times 10^{-3}} = 1.0 \times 10^4 \text{ lux. Detta är ungefär den högsta belysningen vi kan tillåta på filmen}$$

om vi ska undvika överexponering. Låt oss undersöka vad belysningen blir i filmplanet om vi riktar kameran rakt mot solen och använder minsta bländaröppning. För att beräkna belysningen behöver vi veta hur stort infallande ljusflödet är, och över hur stor area det fördelar sig. Solstrålarna infaller vinkelrätt mot bländarplanet, dvs belysningen är $E = 1.2 \times 10^5 \text{ lux}$. Bländaröppningens diameter,

$$D = \frac{1.0}{45} = 2.22 \times 10^{-2} \text{ m, och arean } A = \pi(1.11 \times 10^{-2})^2 = 3.88 \times 10^{-4} \text{ m}^2. \text{ Ljusflödet in genom}$$

bländaröppningen blir $\Phi = EA = 1.2 \times 10^5 \times 3.88 \times 10^{-4} = 46.5 \text{ lumen}$. Detta ljusflöde fördelar sig

$$\text{över solskivans bild som har en diameter av } 1.4 \times 10^9 \times \frac{f}{a} = 1.4 \times 10^9 \times \frac{1.0}{1.5 \times 10^{11}} = 9.33 \times 10^{-3} \text{ m,}$$

$$\text{vilket ger arean } A' = \pi \left(\frac{9.33 \times 10^{-3}}{2} \right)^2 = 6.84 \times 10^{-5} \text{ m}^2. \text{ Belysningen på filmen blir då}$$

$$E' = \frac{\Phi}{A'} = 6.8 \times 10^5 \text{ lux. Detta är ungefär 70 gånger högre än det högsta tillåtna värdet (ca. } 10^4 \text{ lux).}$$

Vi behöver alltså ett gråfilter som dämpar ca. 100 gånger eller gärna ännu mera.

(Man ska alltid vara försiktig med att rikta optiska instrument såsom kikare och kameror direkt mot solen, eftersom det är risk för skador på näthinna eller sensor.)

Uppgift 4

- a) Exponeringstiden ges av den tid det tar för slutarspringan att röra sig över en punkt på sensorn.

$$\text{Vi får } t = \frac{s}{v} = \frac{0.30 \times 10^{-3}}{3.0} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ s} = \frac{1}{10\,000} \text{ sekund.}$$

- b) Med en sensorhöjd av 16 mm, och ridåer som rör sig med 3.0 m/s, tar det ca.

$$\frac{16 \times 10^{-3}}{3.0} = 5.3 \times 10^{-3} \text{ s} \approx \frac{1}{200} \text{ s från det att den första delen av sensorn exponeras tills den}$$

sista delen av sensorn exponeras. Olika delar av sensorn exponeras alltså vid olika tidpunkter. Under tiden det tar att exponera hela sensorn kan ett snabbt rörligt föremål hinna ändra läge på ett klart märkbart sätt. Bilden blir då inte suddig, men kommer att bli deformerad. Exempel när detta händer är när man fotograferar en helikopter och rotorbladen ser ut som krökta bananer istället för att återges raka.

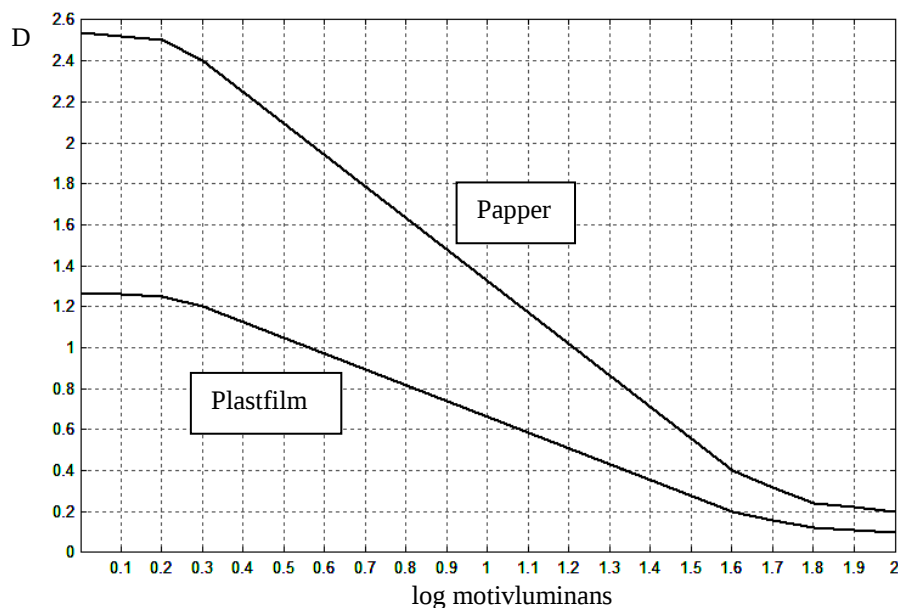
Uppgift 5

- a) Här rör det sig om snabbt rörliga motiv och bilderna måste bli skarpa. Det innebär att kort exponeringstid måste användas. Tidsförval ska användas eftersom vi då kan "låsa" kameran på en kort tid. Bländartalet får bli vad det blir, vi hade inget krav angående skärpedjupet. Manuell mod är inte så praktiskt eftersom man då måste kolla att exponeringen är korrekt (ev. behöver bländartalet justeras) före varje exponering. Detta är svårt att hinna med vid denna typ av fotografering.

- b) Precis som i a) gäller här att man vill komma till ”skott” snabbt när kaninen är i precis rätt ställning. Automatikmod är alltså att föredra. I detta fall vill vi emellertid ha stort skärpedjup så vi väljer bländarförval, och ställer in ett högt bländartal. Tiden får bli vad den blir, det står inte att något i motivet rör sig snabbt.
- c) Suddig bakgrund får vi med stor bländaröppning som ger ett litet skärpedjup. Vi kan alltså använda bländarförval precis som i uppgift b), men nu är det alltså lågt bländartal som gäller. Alternativt kan man använda manuell mod eftersom kravet på att trycka av i precis rätt ögonblick inte är så stort.
- d) Ett övervägande ljust motiv kommer att bli underexponerat om man går efter kamerans exponeringsmätare. Alla automatikmoder kan alltså förväntas ge en icke-optimal exponering. Då är det mycket bättre att jobba i manuell mod och ställa in korrekt exponering med hjälp av histogram. Det borde fungera bra i detta fall eftersom det är ett ganska statiskt motiv.

Uppgift 6

- a) För plastfilmen får vi $D_{\max} = {}^{10}\log\left(\frac{1}{T_{\min}}\right) = 1.27 \Rightarrow T_{\min} = 5.37 \times 10^{-2} =$ lägsta transmissionsvärde för ett bläckskikt. Om ett sådant skikt ligger på en högreflekterande pappersyta, kommer ljuset att passera två gånger genom skiktet innan det mäts. Ljuset kommer då att dämpas med en faktor $T_{\min}^2 = 2.88 \times 10^{-3} \Rightarrow D_{\max, \text{papper}} = {}^{10}\log\left(\frac{1}{2.88 \times 10^{-3}}\right) = 2.54$, dvs dubbla svärtningsvärdet jämfört med plastfilmen.
- b) Att svärtningsvärdet fördubblas för papper jämfört med plastfilm gäller naturligtvis för alla svärtningsvärden, inte bara för $D_{\max}$. Därför kommer alla D – värden i tonreproduktionskurvan att vara dubbelt så höga i fallet papper. Vi får då kurvor enligt nedan.

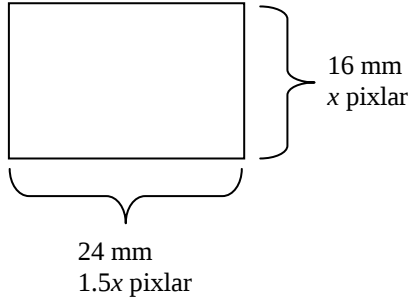


Ju brantare lutning vi har på tonreproduktionskurvan desto högre kontrast har bilden. Det innebär alltså att pappersbilden har betydligt högre kontrast i alla partier (skuggor, mellantoner, högdagrar).

Uppgift 7

Så länge samplingkriteriet är uppfyllt uppstår ingen aliasing. Detta är fallet om myggnätets rutstorlek, 1.5 mm, avbildas så pass stor att den täcker minst 2 pixlar. Låt oss först ta reda på centrum-till-centrum avståndet mellan pixlarna i sensorn.

Totalt pixelantal = $14 \times 10^6 = 1.5x^2 \Rightarrow x = 3055$



Centrum-till-centrum avstånd = $\frac{16 \times 10^{-3}}{3055} = 5.24 \times 10^{-6} \text{ m} = 5.2 \text{ }\mu\text{m}.$

En myggnätsruta måste alltså avbildas med en kantlängd av minst $2 \times 5.24 \times 10^{-6} = 1.05 \times 10^{-5} \text{ m}$ i sensorplanet. Detta ger att avbildningsskalan

$$M \approx \frac{f}{a} > \frac{1.05 \times 10^{-5}}{1.5 \times 10^{-3}} = 7.0 \times 10^{-3} \Rightarrow f > 7.0 \times 10^{-3} \times 7.0 = 0.049 \text{ m} \approx 50 \text{ mm}.$$

För att aliasing ska uppstå krävs att objektivets MTF > 0. Låt oss undersöka i vilket brännviddsområde bilden av myggnätet blir ett så tätt linjemönster att objektivets MTF = 0. Ur MTF-kurvan ser vi att objektivets gränshfrekvens är ca. 180 mm^{-1} , vilket motsvarar en periodlängd av

$$\frac{1}{180 \times 10^3} = 5.56 \times 10^{-6} \text{ m. Aliasning kan alltså undvikas för}$$

$$M \approx \frac{f}{a} < \frac{5.56 \times 10^{-6}}{1.5 \times 10^{-3}} = 3.70 \times 10^{-3} \Rightarrow f < 3.7 \times 10^{-3} \times 7.0 = 2.6 \times 10^{-2} \text{ m} = 26 \text{ mm}.$$

Svar: Vi kan förvänta oss att aliasing kan uppstå ungefär i brännviddsområdet 25 – 50 mm.

Uppgift 8

- a) Solen ger ett vitt ljus, alltså ungefär lika mycket strålning inom blåa ($\approx 400 - 500 \text{ nm}$), gröna ($\approx 500 - 600 \text{ nm}$) och röda ($\approx 600 - 700 \text{ nm}$) spektralområdena. Det innebär att strålningen som når ögat (och IR-kameran) har ungefär den spektralfördelning som ges av reflektionskurvorna.

För växt A får vi mest blått ljus, men även en del (och ungefär lika mycket av) grönt och rött. Detta upplevs som en omättat blå färg av ögat. (Det är blåklocka)

Växt B ger ungefär lika mycket av grönt och rött, och mindre av blått. Det uppfattas som omättat gul färg. (Smörblomma)

Växt C ger mest grönt, och mindre blått och rött (ungefär lika mycket av varje). Omättat grön färg alltså. (Gran)

Växt D liknar C i synliga området och har alltså samma färg. (Björk)

- b) I IR-bilderna återges alla våglängder "ett snäpp" åt det kortare hållet. $IR \rightarrow R$, $R \rightarrow G$, $G \rightarrow B$, $B \rightarrow$ kommer inte med. Vi får

A: Lite blått, lite grönt, mycket rött = Ganska mättat röd färg.

B: Medelmycket av blått och grönt, mycket rött = Omättat rött.

C: Medelmycket av blått och rött, lite grönt = Omättat magenta.

D: Medelmycket blått, lite grönt, mycket rött = Rött med visst inslag av blått. Inte helt mättad färg.

Det som skiljer C och D åt är att C's färgton är rent magenta, medan D är rödmagenta (mera röd än C).