

Fotometri i avbildande system

När man vill göra ljustmätningar i avbildande system gör man vanligen det av något av följande skäl:

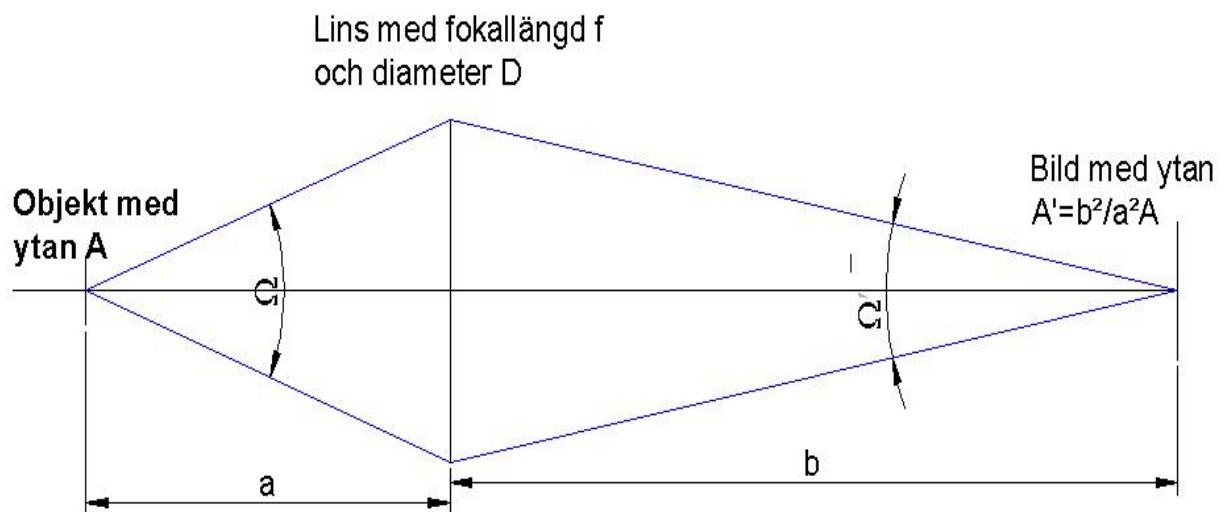
Man vill veta om belysningen i ett rum räcker för en given film/CCD

Man vill dimensionera en ljussättning

Man vill förändra scenen så att "rätt" sak framträder.

I princip kan man då alltid följa flödets väg genom det optiska systemet och på det sättet beräkna belysningen på filmen som funktion av luminansen i objektet.

I realitetet använder man i stället oftast lagen om luminansens bevarande, vilken vi visar för en tunn lins nedan. Sambandet gäller emellertid även för linssystem förutsatt att resp rymdvinkel räknas från in- resp ut-trädespupill.



Låt objektet ha luminansen L och bilden (sett från höger) ha luminansen L' . Det flöde från objektet som går igenom linsen kan då beräknas ur definitionen på luminans.

$$(1) \quad L \equiv \frac{\Phi_v}{A\Omega} \Rightarrow \Phi_v = LA\Omega$$

samma flöde kommer nu efter en ideal lins att samlas mot bilden dvs

$$(2) \quad LA\Omega = \Phi_v = \Phi_v' = L'A'\Omega' = L' \frac{Ab^2}{a^2} \cdot \frac{\Omega(\text{linsyta}/b^2)}{\text{linsyta}/a^2} = L'A\Omega$$

där vi använt att ytskalan är kvadraten på längdskalan.

Vad gäller rymdvinklarna ser vi att i småvinkelapproximation gäller

$$(3) \quad \Omega = \frac{D^2}{4a^2} \text{ och } \Omega' = \frac{D^2}{4b^2} \Rightarrow \Omega' = \Omega \frac{b^2}{a^2}$$

vilket kan sammanställas till

$$(4) \quad L = L'$$

Luminansen i bild och objekt är alltså lika, om man inte har några spridnings- eller absorptionsförluster i linsen.

Detta kan vi använda för att få fram belysningen i bildplanet:

$$(5) \quad E_v = \frac{\Phi_v}{A'} = \frac{\Phi_v \Omega'}{A' \Omega'} = L' \Omega' = L \frac{\pi D^2}{4b^2} \approx L \frac{\pi D^2}{4f^2} = \frac{\pi L}{4 (\text{bländartal})^2}$$

där de två sista leden stämmer om man gör den vanliga kameraapproximationen att bildavståndet = fokallängden.

Detta gäller naturligtvis även för ögat och förklarar varför luminansen avgör hur ljus en yta ser ut.

Vill man veta vilken belysning på scenen som krävs för att ge en viss belysning inne på chipet kan vi använda ekvation 14 i avsnittet om fotometri:

$$(6) \quad E_{chip} = \frac{R_{diffus} E_{scen}}{4(\text{Bländartal})^2}$$

Allt som sagt ovan om kamerapproximation mm gäller naturligtvis även ögat varför påståendet av att ögats synintryck stämmer med luminansen är motiverat. Ett nattadapterat öga har ett bländartal på ca 3, vilket ger att belysningen på näthinnan är ca 1/50 av belysningen på omvärlden.