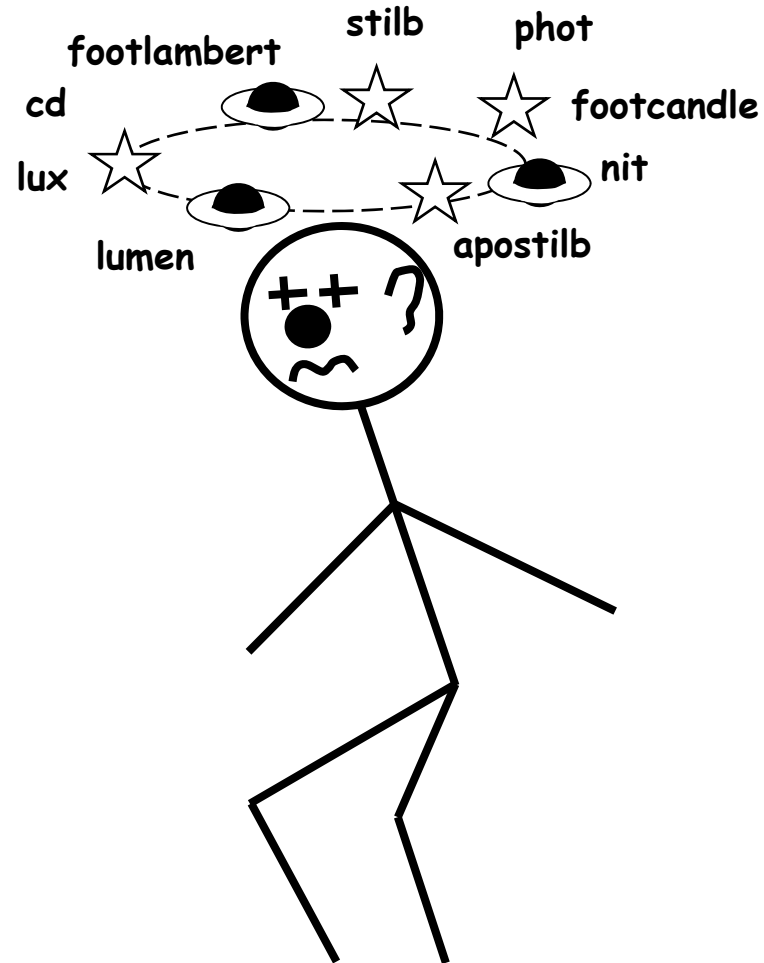


Photometry is so confusing!!!





ROYAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Don't Panic!

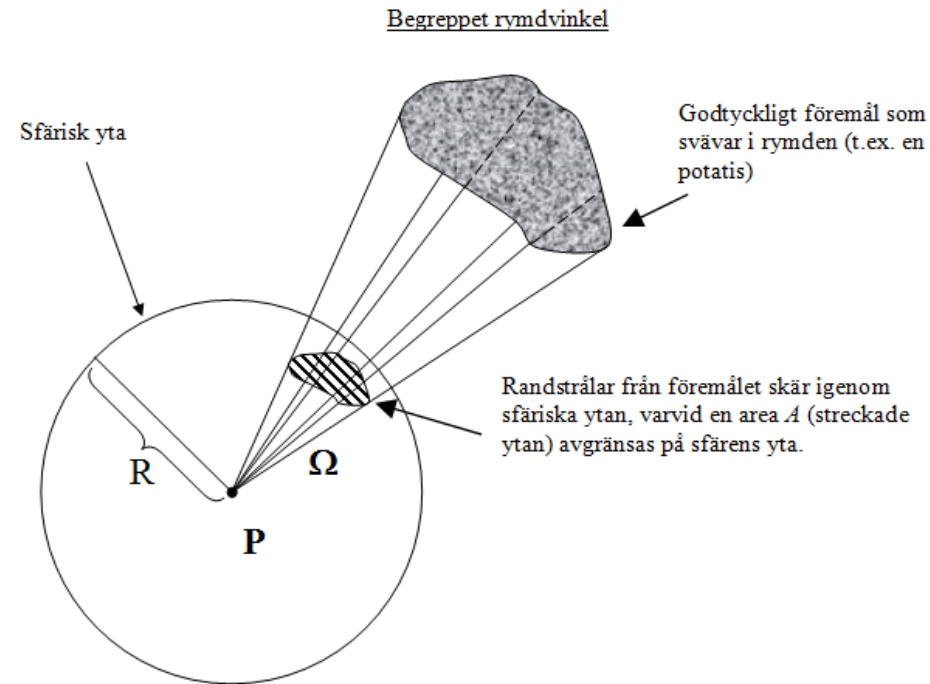
There is

"The Hitchhiker's Guide

to

Radiometry & Photometry"

Finns på kurshemsidan.
Utdelas på tentamen



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 $R = 1.80 \times 10^{-3} \times T^4$, där T = temperaturen i Kelvin.

Instrålning:

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

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:

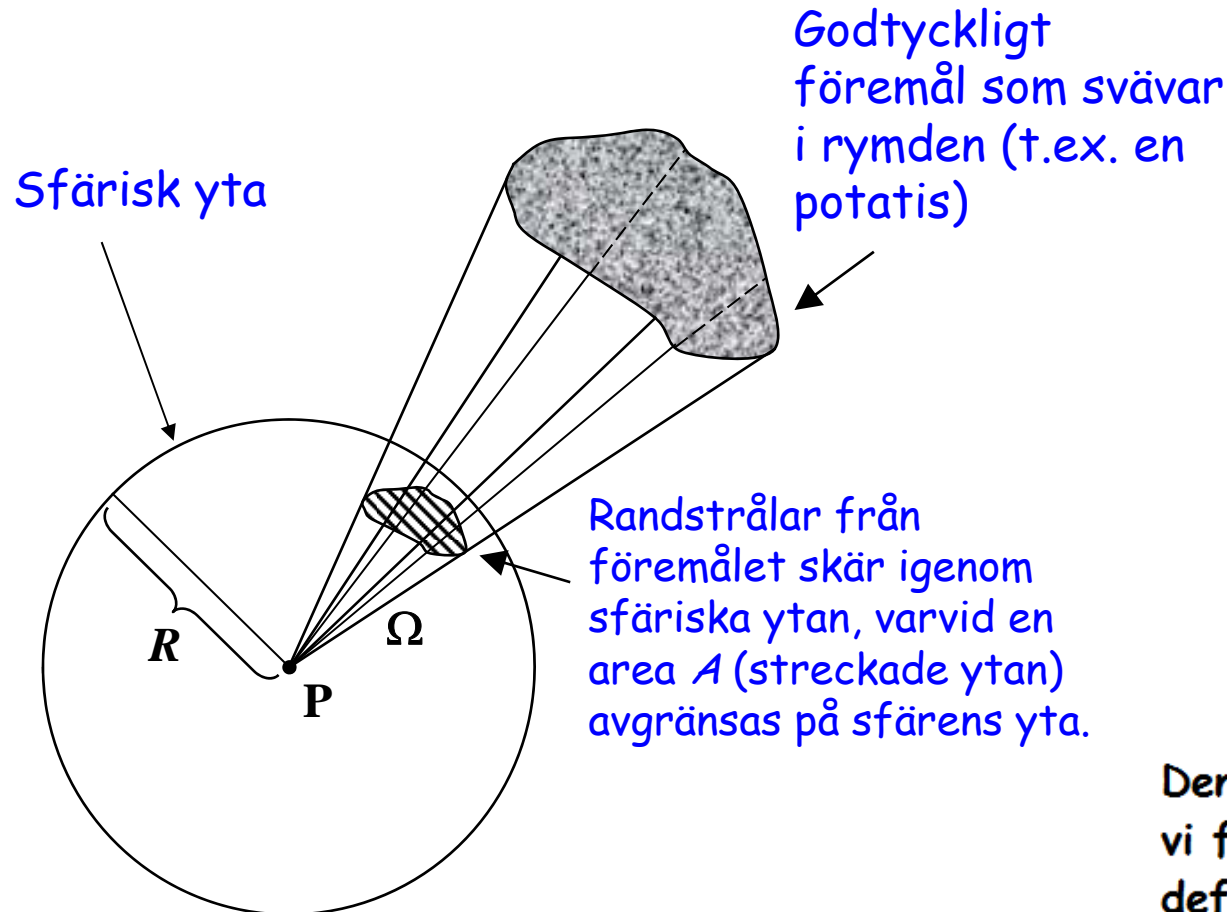
$$\text{Luminans, } L = \frac{d^2\Phi}{dA d\Omega \cos \vartheta} \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2 \text{sr}} \right].$$

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

Instrålning:

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

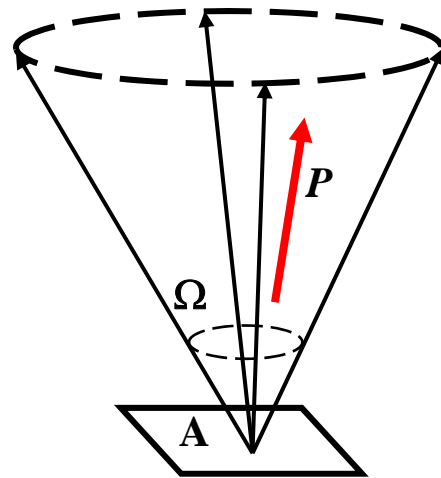
Begreppet rymdvinkel



Den rymdvinkel, Ω , under vilken vi från punkten P ser föremålet definieras genom

$$\text{formeln } \Omega = \frac{A}{R^2}$$

Största möjliga rymdvinkel är 4π .
Enhet: steradian (sr).



$P = \text{Effekt}$

$A = \text{Area}$

$\Omega = \text{Rymdvinkel}$

Illustration av begreppet radians (“utstrålning”).

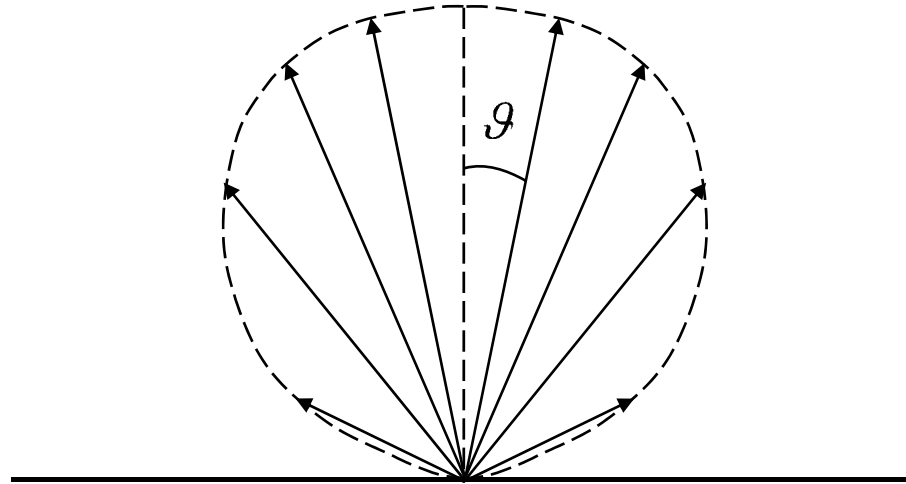
Radiansen kan skrivas som:

$$R = \frac{P}{A\Omega}$$

Sort: Watt per m² och steradian.

Om vi låter storleken på yt- och rymdvinkel-

elementen gå mot noll får vi: $R = \frac{d^2 P}{dA d\Omega}$



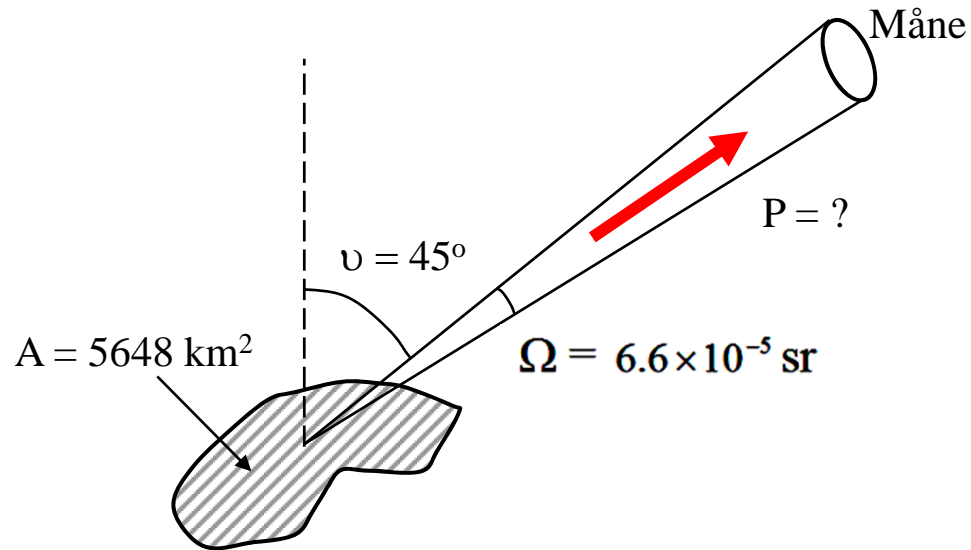
Utstrålningens riktningberoende ges av $\cos \vartheta$ för “diffus” källa.
(Bidrar till ljusavfall i bildkanten)

För att ta hänsyn till detta definieras radiansen enl. formeln:
$$R = \frac{d^2 P}{dA d\Omega \cos \vartheta}$$

För en svartkroppsstrålare beror R bara på temperaturen: $R = 1.80 \times 10^{-8} \times T^4$ [Wm⁻²sr⁻¹]

Exempel:

Hur stor strålningseffekt i watt sänder Vänerns yta ut mot månen en ljummen sommarnatt med 20 grader i vattnet? Månen står 45 grader över horisonten.



Utgå från

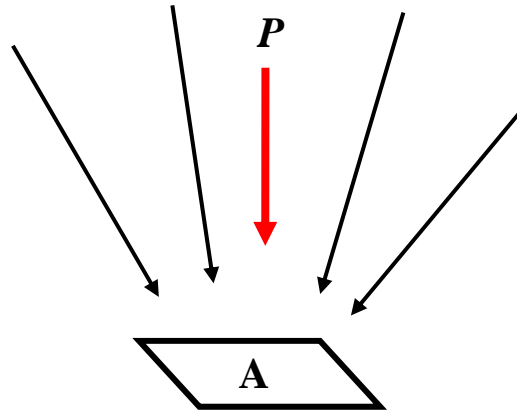
$$R = \frac{d^2 P}{dA d\Omega \cos \vartheta}$$

$$P \approx R \cdot A \cdot \Omega \cdot \cos \vartheta =$$

$$= 1.80 \times 10^{-8} \times 293^4 \times 5.65 \times 10^9 \times 6.6 \times 10^{-5} \times \cos 45^\circ =$$

$$= 35 \text{ MW } (\approx 3\% \text{ av effekten i ett kärnkraftverk})$$

(Totalt utstrålad effekt motsv. 2000 kärnkraftverk!)



Irradians handlar om “instrålning”
(summerat över alla riktningar)

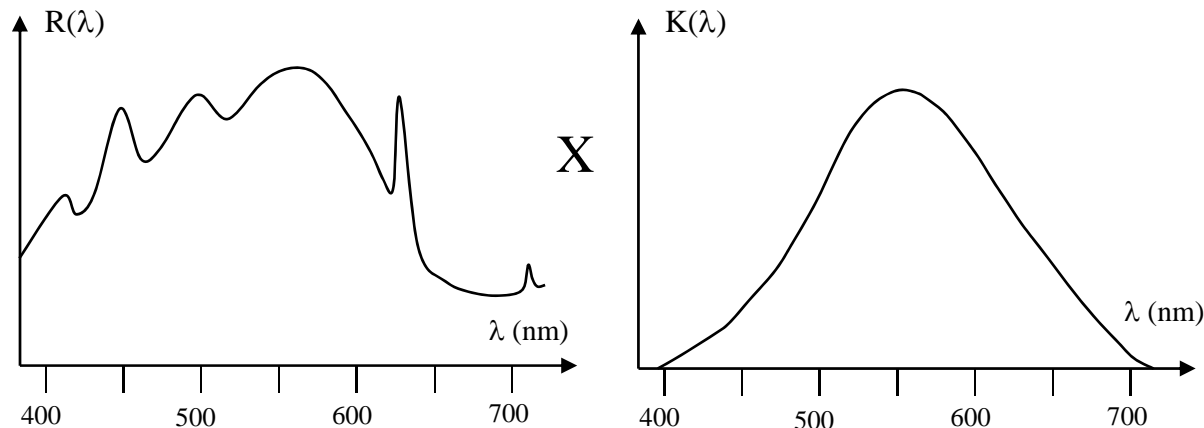
$$I = \frac{P}{A} \text{ resp. } I = \frac{dP}{dA}$$

Sort: Watt per m²

Fotometri = Mätning av Ljus

(Ljus = det vi ser med ögonen)

Steg 1: Omvandla effekt (Watt) till ljusflöde med hjälp av ögats spektrala känslighetskurva.



Spektralfördelning av strålningsflöde

Ögats känslighet

$$\text{Ljusflöde, } \Phi = \int_0^{\infty} R(\lambda) K(\lambda) d\lambda$$

Enhet Lumen (lm)

Steg 2: Byt ut effekt, P , mot ljusflöde, Φ , i alla radiometriska storheter \Rightarrow vi får motsvarande fotometriska storheter.

Radians ($W m^{-2} sr^{-1}$) \Rightarrow Luminans ($lm m^{-2} sr^{-1}$)

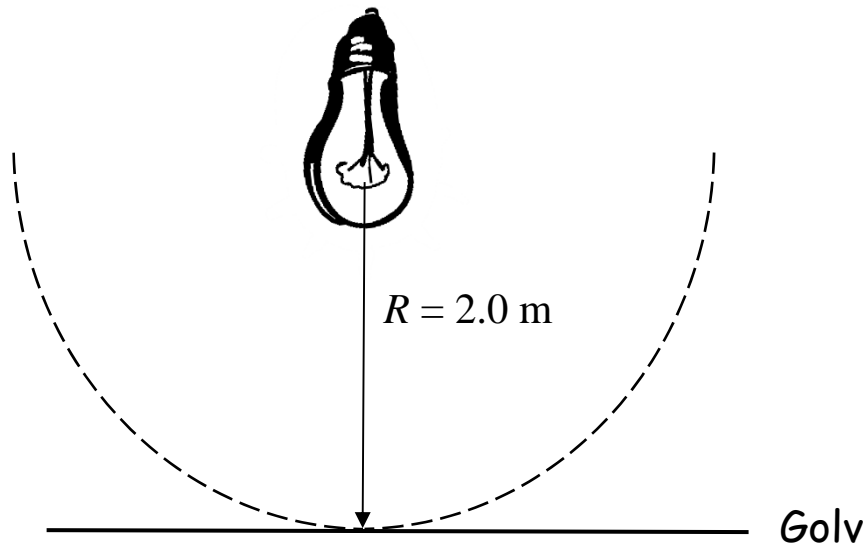
$$R = \frac{d^2 P}{dA d\Omega \cos \vartheta} \quad \Rightarrow \quad L = \frac{d^2 \Phi}{dA d\Omega \cos \vartheta}$$

Irradians (W m^{-2}) \Rightarrow Belysning ($\text{lm m}^{-2} = \text{lux}$)

$$I = \frac{dP}{dA} \quad \Rightarrow \quad E = \frac{d\Phi}{dA}$$

Exempel:

En 60 W glödlampa har ljusflödet 710 lumen, och strålar isotropt i alla riktningar. Den hänger 2.0 meter över ett golv. Hur hög är belysningen på golvet rakt under lampan?

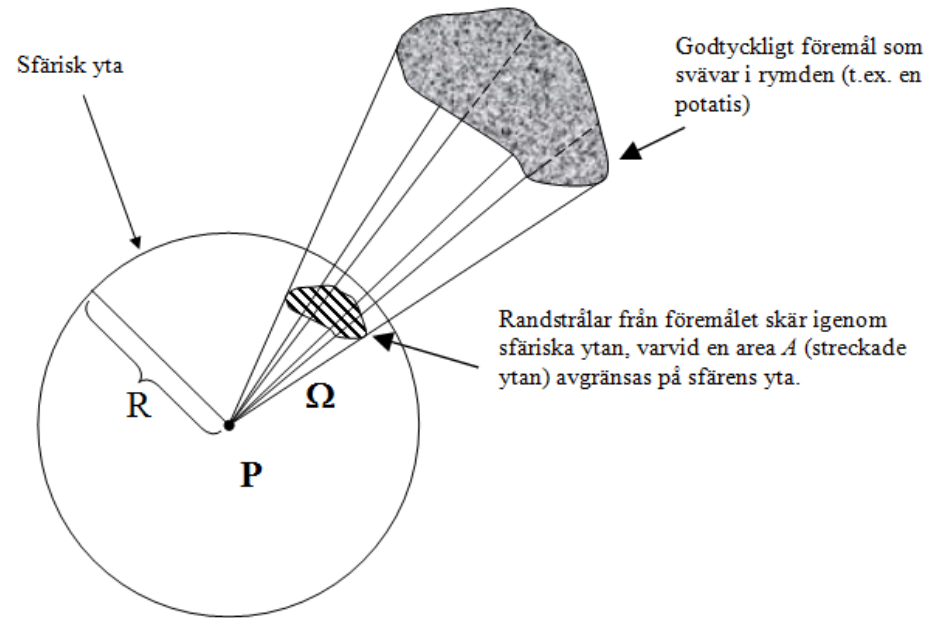


Lägg en sfärisk yta med radie 2.0 m runt lampan. Belysningen på sfäriska ytan blir

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{\Phi}{4\pi R^2} = \frac{710}{50} = 14 \text{ lux}$$

Finns på kurshemsidan.
Utdelas på tentamen

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:

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

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

Instrålning:

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



ROYAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

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:

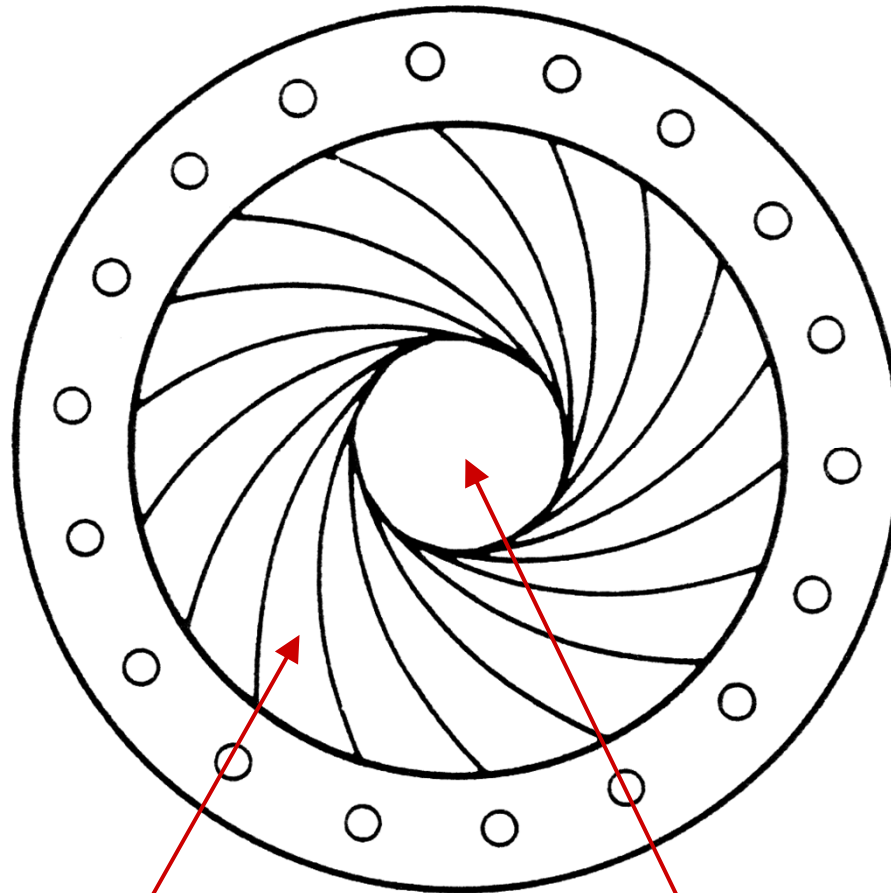
$$\text{Luminans, } L = \frac{d^2\Phi}{dA d\Omega \cos \vartheta} \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2 \text{sr}} \right].$$

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

Instrålning:

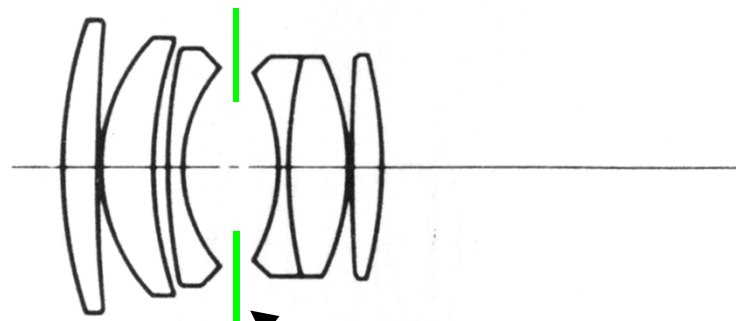
$$\text{Belysning, } E = \frac{d\Phi}{dA} \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} = \text{lux} \right]$$

IRIS-bländare



Metall-lameller

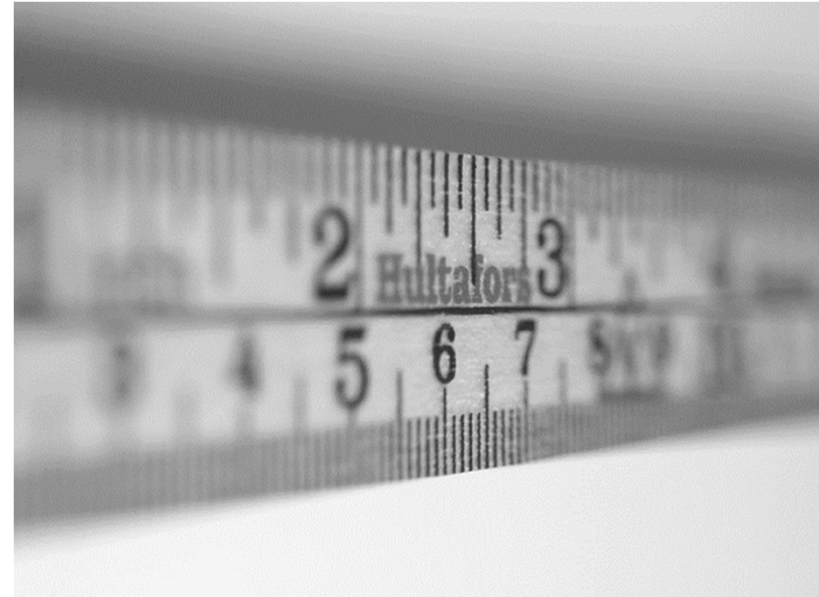
Öppning som släpper in ljus.
Diametern kan varieras.



Bländarplacering

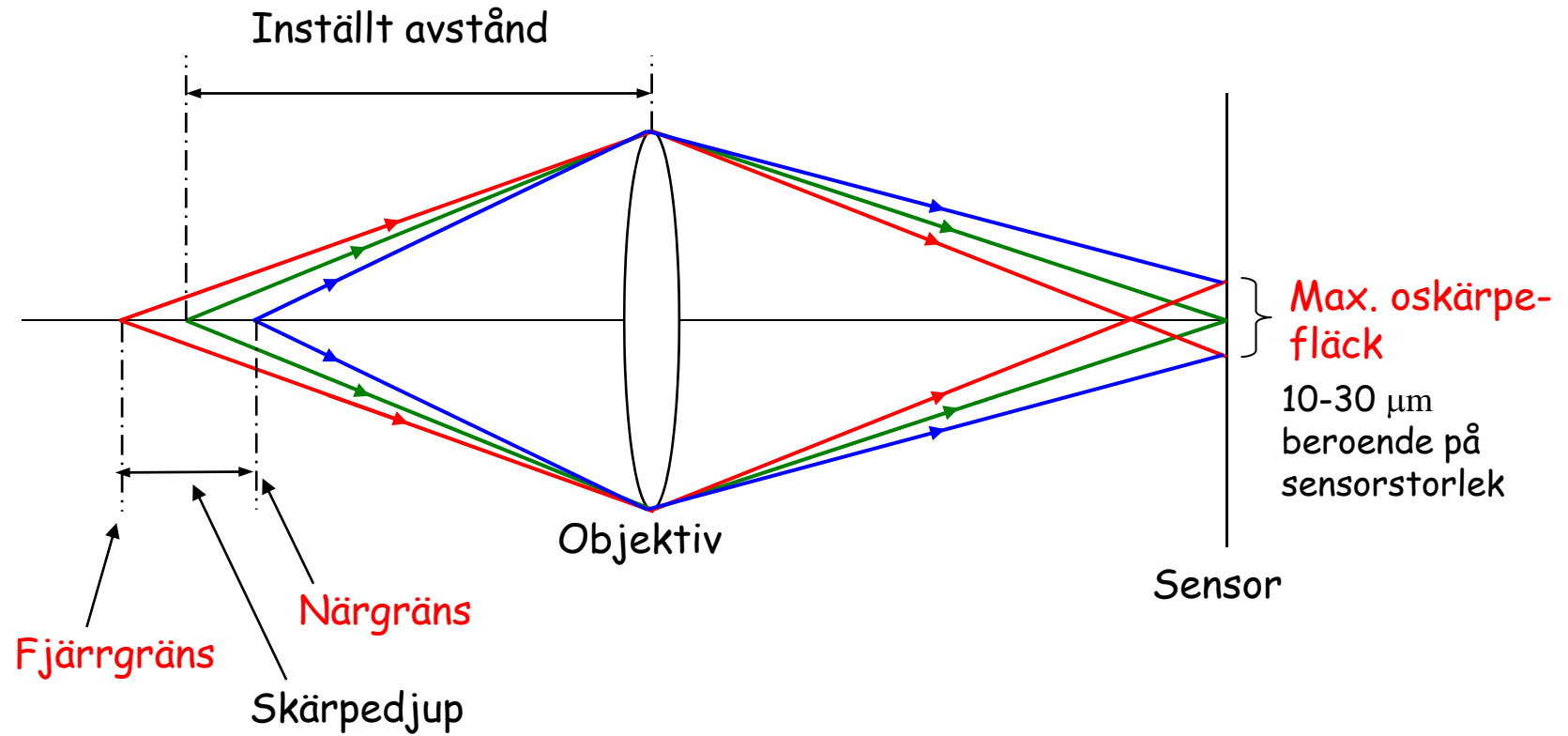
Bländaröppningens inverkan på skärpedjupet

Stor öppning = litet skärpedjup

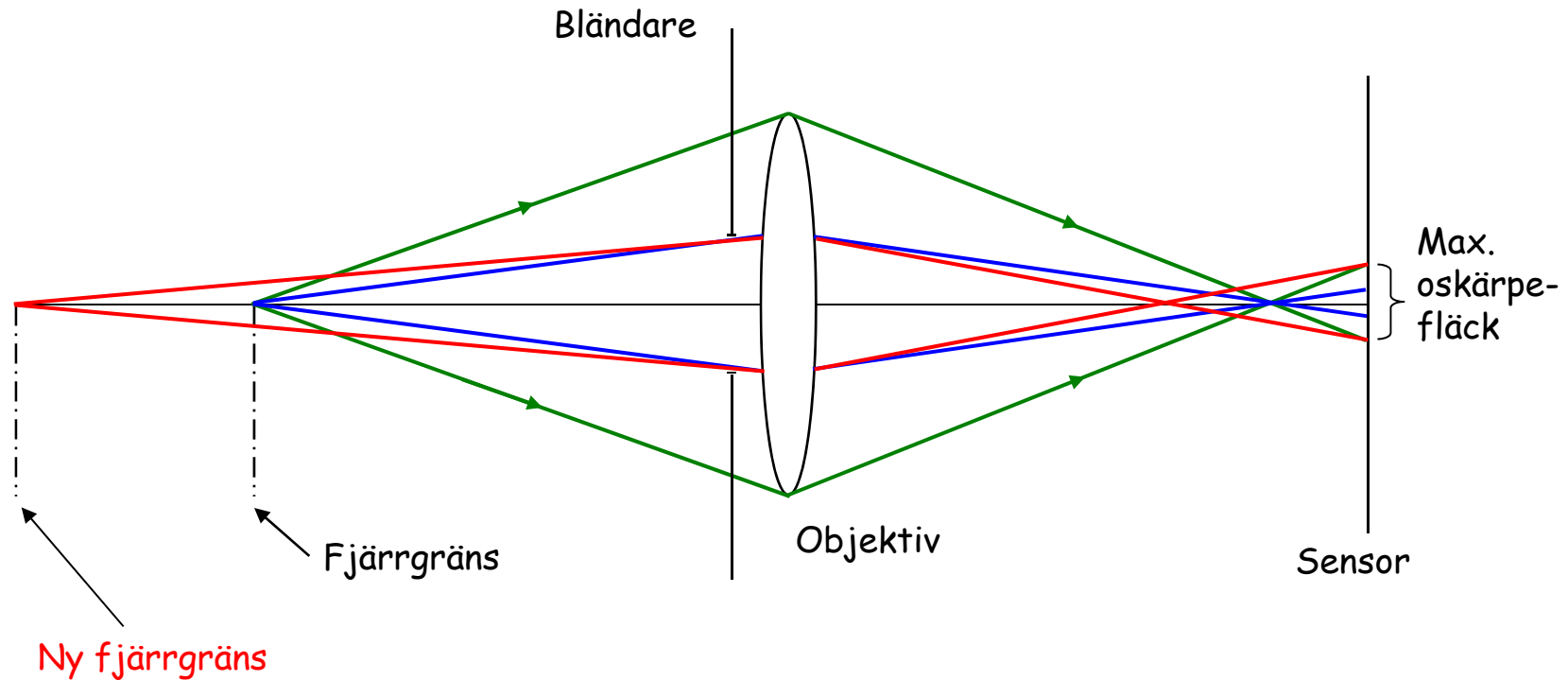


Liten öppning = stort skärpedjup



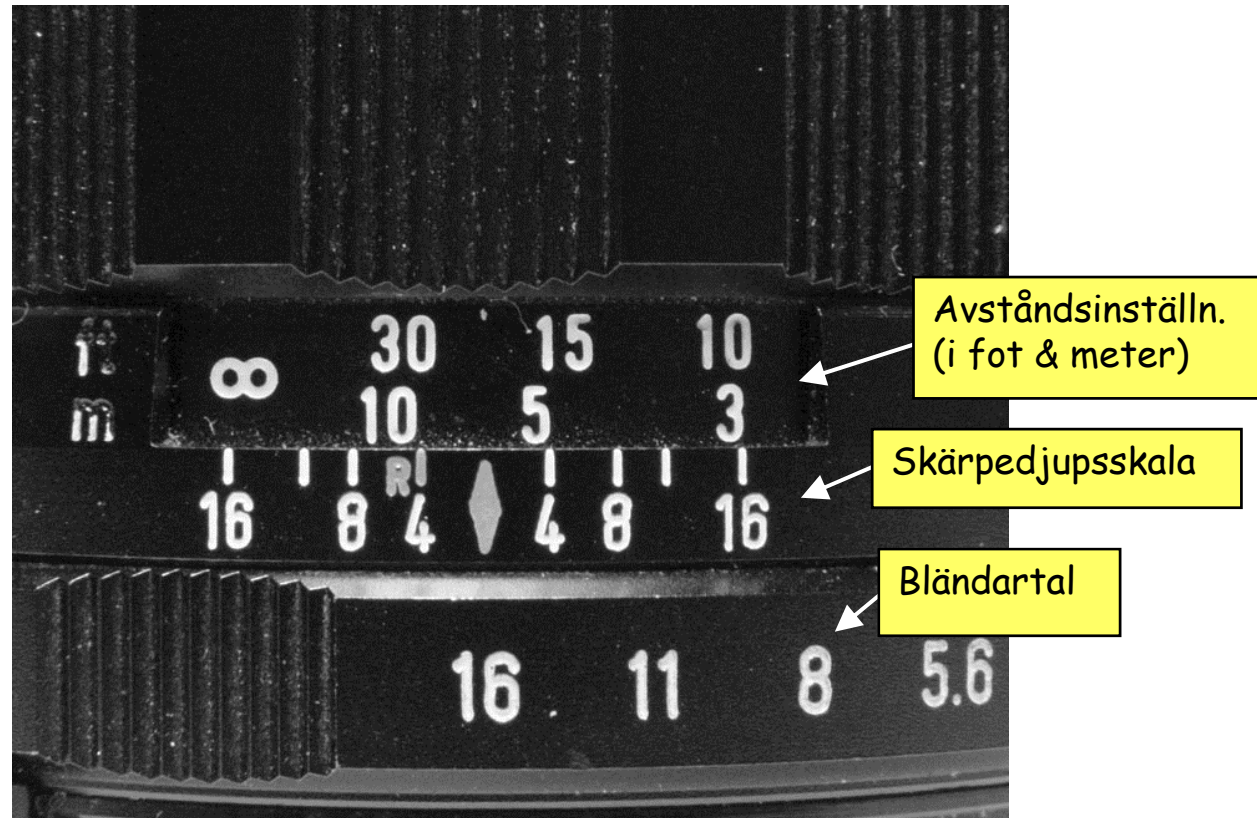


Bländarens inverkan på skärpedjupet



Liten bländaröppning (høgt bländartal) ger stort skärpedjup

Skärpedjupsskala

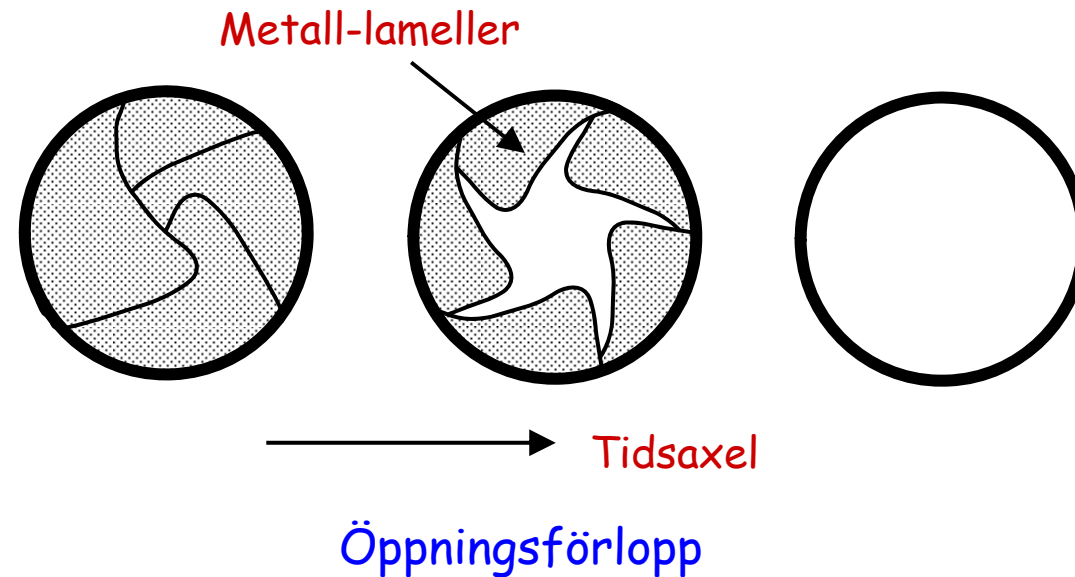


Bilden visar hyperfokalinställning vid bländartal 16

Tyvärr saknar många digitalkameror skärpedjupsskala.

Central Slutare

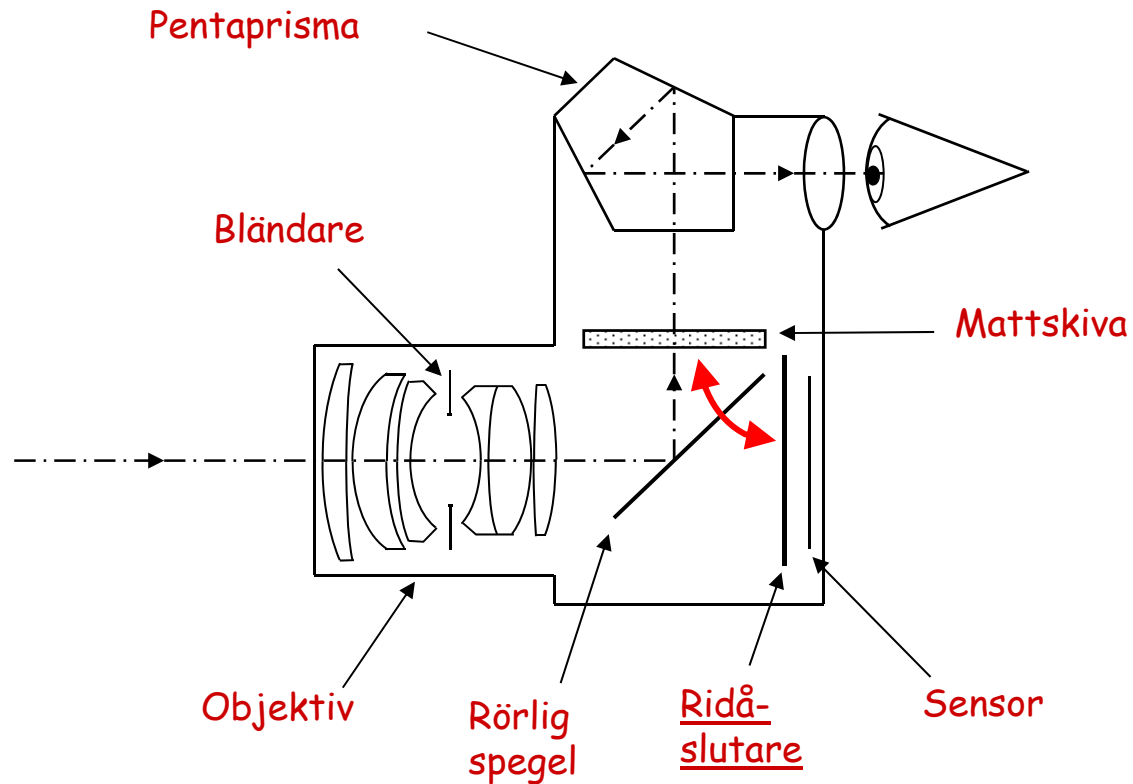
Används framförallt i kameror som ej har utbytbar optik. Sitter inbyggd i objektivet.



- Klarar inte extremt korta exponeringstider
- Lamellerna är utformade så att bländaröppningens storlek så lite som möjligt ska påverka effektiva exponeringstiden.

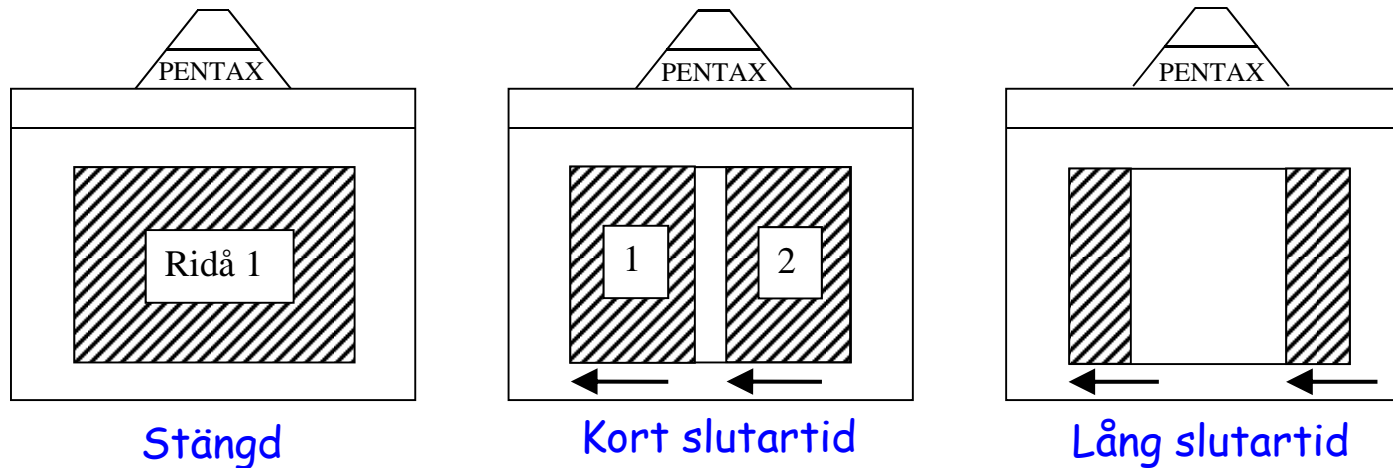
Ridåslutare

Används framförallt i kameror som har utbytbar optik, typ spegelreflexkameror.



Kamerahus sett framifrån

(Med borttaget objektiv)



- Hela sensorn exponeras inte samtidigt \Rightarrow distorsion vid snabbt rörliga motiv
- Blyxtfotografering kräver ofta lite längre slutartider



ROYAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Distorsion av rörliga föremål pga ridåslutare

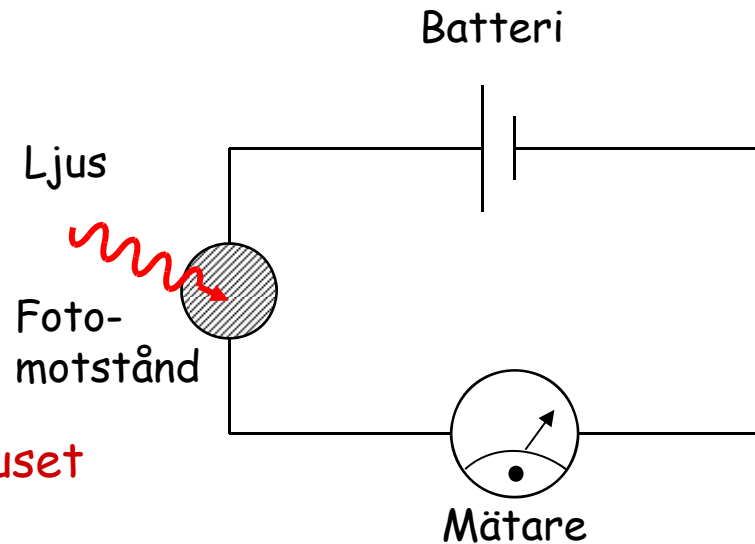
se t.ex.

http://chdk.wikia.com/wiki/File:Focalplane_shutter_distortions.jpg

Exponeringsmätare

I gammaldags "filmkamera":

Handhållen eller inbyggd i kamerahuset



Digitalkameror:

CCD- eller CMOS-sensorn i kameran används för ljusmätning i kompaktkameror.

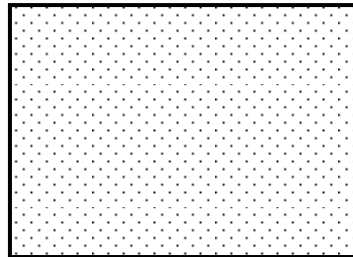
I spegelreflexkameror används vanligen autofokus-sensorn också för exponeringsmätning.

(se komp. för detaljer)

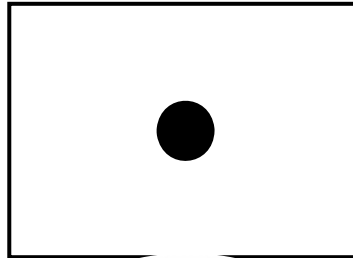
Viktningsmönster för exponeringsmätare

(Kan i allmänhet ställas om)

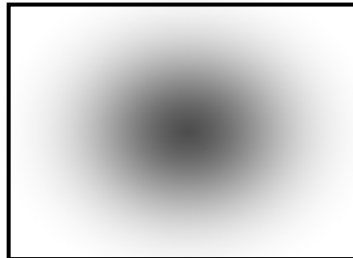
Sensor (film) yta



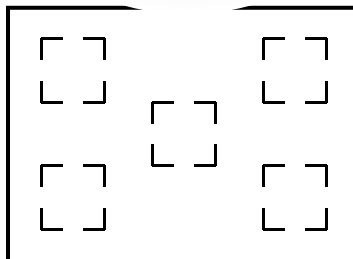
Integral (medelvärde)
(ovanligt numera)



Spot



Centrumvägning



“Multi-pattern”



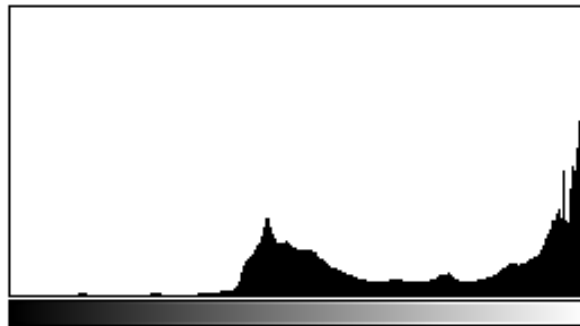
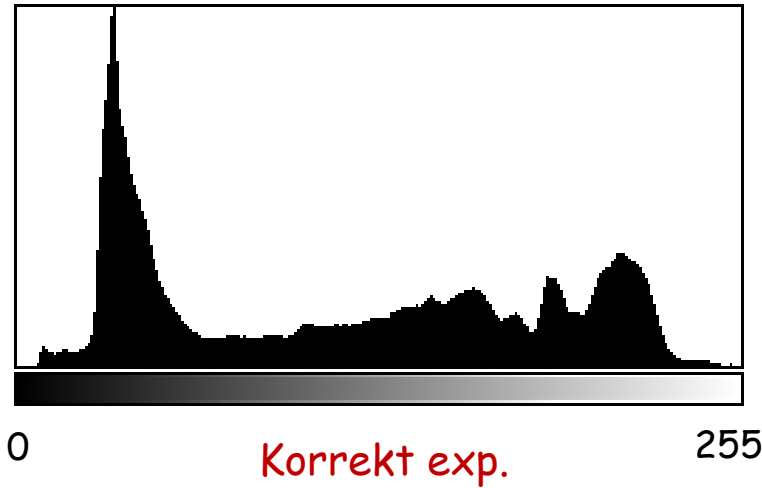
ROYAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Vad händer om man följer exponeringsmätarens råd?

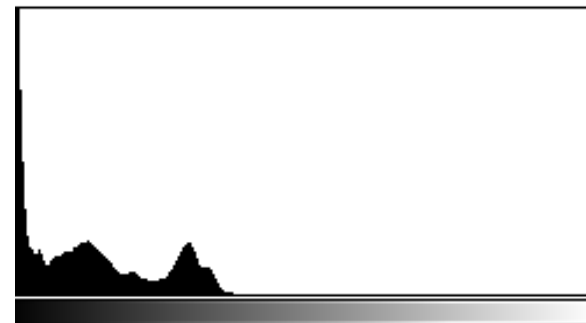
Motiv	Bildresultat
Medelljust (t.ex. betongvägg)	Korrekt exponering
Ljust (t.ex. snölandskap)	För mörkt (underexp.)
Mörkt (t.ex. svart panter)	För ljust (överexp.)

Histogram

Utmärkt exponeringshjälpmedel i digitalkameror!



Överexp.



Underexp.



Låg kontrast



Medelhög kontrast



Hög kontrast

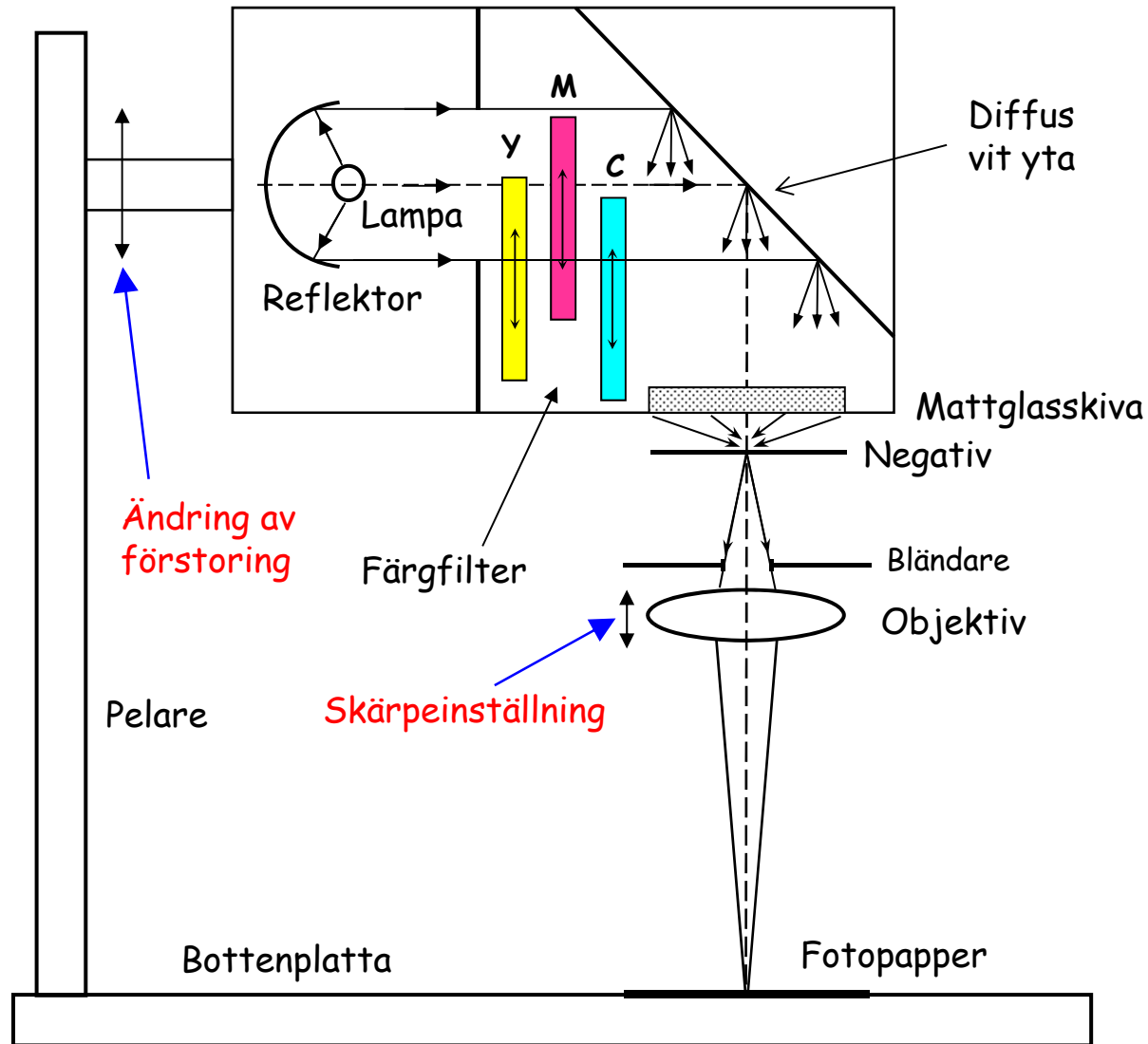


ROYAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Spektral känslighet för film

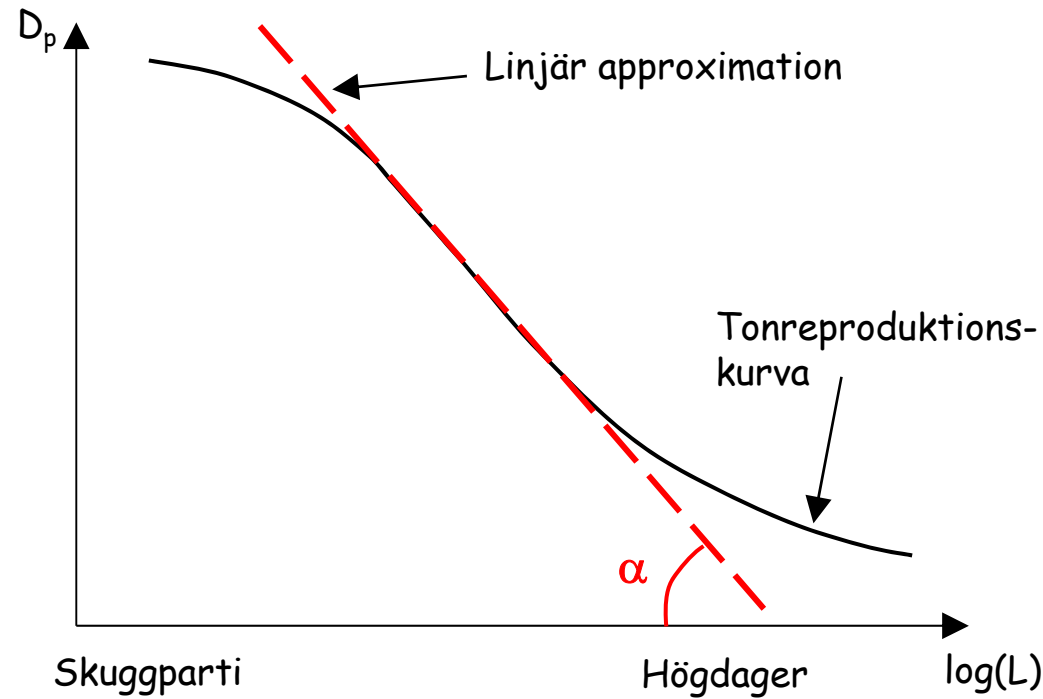
Svartvit film var ursprungligen bara blåkänslig. Det blev konstiga bilder av t.ex. svenska flaggan, se http://sv.wikipedia.org/wiki/Sveriges_flagga

Förstoringsapparat



Slutare saknas - man tändlar lampan för att påbörja exponeringen, och släcker den för att avsluta.

Gammaprodukt (gradientprodukt)



Gammavärde, $\gamma = |\tan(\alpha)|$ Högt $\gamma =$ kontrastrik bild

Grov approximation: $\gamma = \gamma_{\text{atmosfär}} \cdot \gamma_{\text{film}} \cdot \gamma_{\text{fotopapper}}$

Typ.
1-1.5

Klar luft = 1
Dis/dimma < 1

Typ.
0.5-0.7

Typ.
1.5-2.5