

LÖSNINGAR TILL ÖVNING 4.

Uppgift 1

Kortfrågor

- Innan det fanns elektriska högtalare kunde man använda konformade ljudtrattar för att förstärka ljud. Vilka ljudtrattar riktade ljudet bäst, de med stor eller liten trattdiameter ?
- **Tratten med stor öppning riktar ljudet bäst. En liten öppning ger ett brett diffraktionsmönster.**
- Mistlurar är konstruerade för att höras på stora avstånd över havsytan. Mistlurar har ofta rektangulära öppningar och de monteras med den långa sidan vertikalt. Är detta vettigt om man ser det ur ljudutbredningssynpunkt ?
- **Samma typ av svar som ovan. Ljudet skall höras bra över havsytan men inte spridas uppåt. Den rektangulära öppningen ger ett "korsat" diffraktionsmönster med liten spridning i höjddled och stor bredd i horisontalld.**
- Även vid en månförmörkelse kan man se månen fast den är mycket ljussvag. Om månen i vanliga fall är gulvit, så blir den vid en månförmörkelse svagt rödaktig. Vad beror det på ?
- **Solljuset böjs av runt jordens periferi och stråler in mot månen. Diffraktionsmönstret är våglängdsberoende och det långvågiga böjs mest. Effekten, i form av upplysning av månen, är förstås ytters svag.**
- På vissa ställen sitter det metallklot utspridda på kraftledningarna. Varje klot har en diameter på cirka en halv meter. Vilken uppgift kan metallkloten tänkas ha ?
- **Våglängden hos flygplanens radar är så lång att kraftledningarna inte syns. Genom att sätta upp metallkloten kan radarn upptäcka kraftledningarna.**

Uppgift 2

(a) Hur stor objektivdiameter måste kameran på en spionsatellit minst ha för att en identifiering av enskilda individer på jorden ska vara möjlig ? Gör relevanta antaganden.

Antag att det krävs $d=5$ cm upplösning för att man kan identifiera individer, att satelliten rör sig i en bana runt jorden $L=100$ km över jordytan, och att kameran fotograferar i synligt ljus med cirka $\lambda=500$ nm våglängd. Minsta vinkeln som upplösas i en cirkulär apertur är $\theta=1.22 \lambda/D$ där D är objektivdiameter. Geometrin ger att $\tan(\theta/2)=d/(2L)$, dvs för små vinklar $\theta=d/L$, och därför $D=1.22 \lambda L/d$ som med ovanstående antaganden ger cirka $D=1$ m.

(b) Stålmannen ser röntgenstrålning i 1 Å-området och hans pupilstorlek är 4.0 mm. Från vilken höjd över Jorden kan han skilja på de goda och onda människorna ? Gör relevanta antaganden.

Samma princip som ovan. Vi har $D=4.0$ mm, $\lambda=1$ Å, $d=5$ cm (antagande), och får att $L=D d/(1.22 \lambda)=1600$ km!

Uppgift 3

Hur många ritser per millimeter ska man ha i ett transmissionsgitter för att första-ordningens spektrum sprids över 20 grader ? Antag att det synliga ljuset har våglängder mellan 430 och 680 nm.

Intensitetsmaxima fås för $d \sin \theta = \lambda$ m där $m=1$ ger första ordningens maximum och d är avståndet mellan två ritser. Om vinkeln för första ordningens maximum för våglängden $\lambda_1=430$ nm är θ_1 och för $\lambda_2=680$ nm är θ_2 , då krävs att $\theta_2 - \theta_1 = 20^\circ$. Vi har då två ekvationer

$$d \sin \theta_1 = \lambda_1$$

$$d \sin(20^\circ + \theta_1) = \lambda_2$$

och två okända variabler d och θ_1 . Genom att eliminera d får vi

$$\begin{aligned} \sin \theta_1 &= (\lambda_1 / \lambda_2) \sin(20^\circ + \theta_1) = (\lambda_1 / \lambda_2) [\sin 20^\circ \cos \theta_1 + \cos 20^\circ \sin \theta_1] \\ &= (\lambda_1 / \lambda_2) [\sin 20^\circ (1 - \sin^2 \theta_1)^{1/2} + \cos 20^\circ \sin \theta_1] \end{aligned}$$

**ur vilken vi får $\sin \theta_1 = 0.470$. Då är avståndet mellan ritserna $d = \lambda_1 / \sin \theta_1 = 914$ nm
 $= 9,4 \cdot 10^{-4}$ mm, vilket ger $1 / 9,4 \cdot 10^{-4} = 1094$ ritser per mm.**

Uppgift 4

Mätuppgift.

På övningen finns tillgång till en ficklampa, en CD, och ett måttband / en linjal. Använd dessa anordningar för att bestämma avståndet mellan spåren på Cdn.

Se Serway sida 1226 "Quicklab". Viktigt att lampan är bakom ditt huvud (fast en liten vinkel måste det ju bli för att huvudet inte skuggar bort ljuset) och att du då håller CDn ungefär lodrät.