

Diffraction och Polarisation

DPI - Media 2003-03-07

2

DPI - dots per inch ($1'' = 25,4 \text{ mm}$)

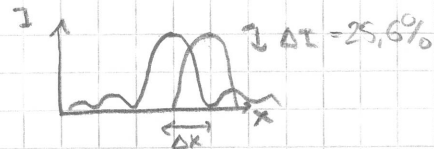
Givet: 1:1 skala, betraktas av person med 10 D akommodation och pupill diameter 2 mm

Sökt: DPI som behövs för att inte begränsa upplösning

öga har normalt 50 D avslappnat läge med bild på näthinnan ($s' \approx 20 \text{ mm}$) och objekt i oändligheten ($s = \infty$)

med 10 D akommodation blir ögats optiska styrka 60 D $\Rightarrow f' = 16,7 \text{ mm}$

$$\Rightarrow S = \frac{s'f}{s' - f} = 100 \text{ mm}$$



2 punkter kan upplösas enligt Rayleighkriteriet om vinkeln mellan dem är

$$(9.3) \quad \alpha_R = \sin^{-1}\left(\frac{1,22\lambda}{D}\right) \approx \frac{1,22\lambda}{D} \quad \text{för små vinklar}$$

(Bilden på näthinnan har en förstoring)

$$M = -\frac{s'}{s} = -\frac{20 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = -\frac{1}{5}$$

Ante: $\lambda = 540 \text{ nm}$

upplösning begränsning från pupill ($D = 2 \text{ mm}$)

$$\Rightarrow \alpha_R = \frac{1,22 \cdot 540 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

$$\text{med } s = 100 \text{ mm} \Rightarrow h = \tan(\alpha_R) s \approx \alpha_R s = 33 \mu\text{m}$$

$$\text{DPI} = \frac{25400}{33} = \underline{\underline{770 \text{ DPI}}}$$

Jällemeyafen - F 2005-06-01

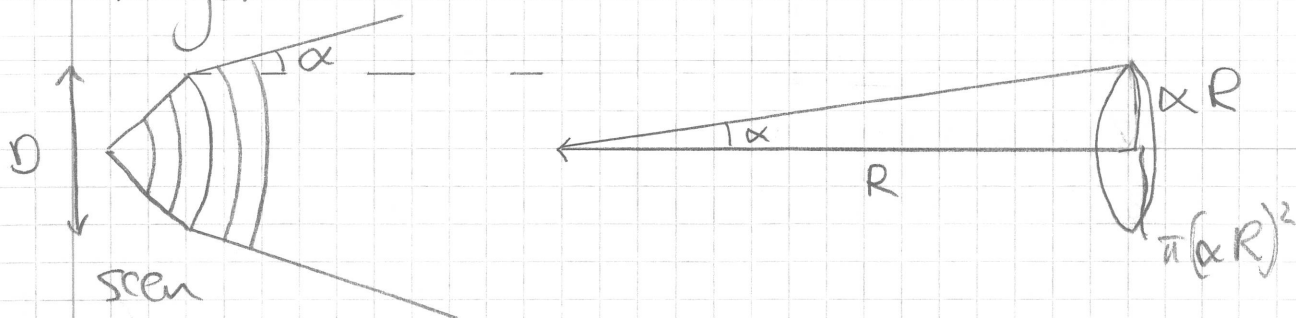
3

Givet: Tratt med $D = 12 \text{ m}$ och musik med $f = 115 \text{ Hz}$

Sökt: Ljudförstärkning i dB pga tratten (ΔB)

Anta: $c = 344 \text{ m/s}$ i luft $\Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = 3 \text{ m}$

Eftersom $d > \lambda$ kan man rikta ljudet någon lunda



Anta: cirkulär öppning, ignorera ljud som studsar mot marken

Diffraktionsvinkeln blir då

$$\sin \alpha = \frac{1,22 \lambda}{D} \quad (9.1)$$

$$\Rightarrow \alpha = \sin^{-1}\left(\frac{1,22 \lambda}{D}\right) = 0,31 \text{ rad} = 17,7^\circ$$

På stort avstånd R sprids ljudeffekten P över ytan $\pi(\alpha R)^2$ med scenen (ignorera absorption) och $4\pi R^2$ utan scenen, vilket ger kvoten

$$\frac{I_{\text{scen}}}{I_{\text{utan}}} = \frac{P/A_{\text{scen}}}{P/A_{\text{utan}}} = \frac{A_{\text{utan}}}{A_{\text{scen}}} = \frac{4\pi R^2}{\pi \alpha^2 R^2} = \frac{4}{\alpha^2} = 42$$

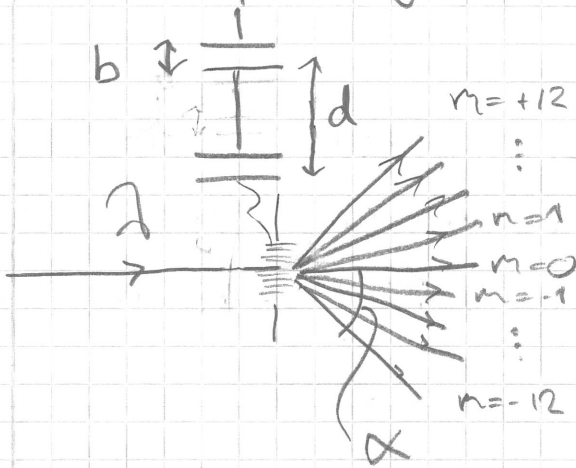
Ljudintensiteten är $B = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

$$\Rightarrow \Delta B = B_{\text{scen}} - B_{\text{utan}} = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_{\text{scen}}}{I_0}\right) - (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_{\text{utan}}}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_{\text{scen}}}{I_{\text{utan}}}\right) = (10 \text{ dB}) \log(42) = \underline{\underline{16,2 \text{ dB}}}$$

Laserkraft - IMTP 2006-01-13

5)

Givet 25 laserstrålar med $\lambda = 633 \text{ nm}$ som sprids jämnt över $\alpha = \pm 20^\circ$ mha gitter



Sökt: Linjetäthet $\frac{1}{d}$ och spaltbredd b bör man ha? Nackdelar?

Gitterformeln relaterar spridningsvinkeln till diffraktionsordningen, våglängden och spaltseparationen

$$m\lambda = d \sin(\alpha_m) \quad (9.4)$$

För att få 25 strålar mellan $\alpha = \pm 20^\circ$ kan $m=12$ väljas vid $\alpha = 20^\circ$ ($m=-12$ vid $\alpha = -20^\circ$)

Om vinkeln α är liten, $\sin \alpha \approx \alpha$ ($0,98\alpha$ vid $\alpha = 20^\circ$) och strålarna kommer att vara jämnt fördelade

$$m=12 \text{ och } \alpha_m = 20^\circ \Rightarrow d = \frac{12 \cdot 633 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{\sin(20^\circ)} = 22 \mu\text{m}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d} = 45 \text{ spalter/mm} = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{linjer}}}{45 \text{ linjer/mm}}$$

Spaltbredden avgör diffraktionsmönstret från en ensild spalt som ska multipliceras med diffraktionsmönstret från gitterseparationen, där första minimum ges av

$$\sin(\beta) = \frac{\lambda}{b} \quad (9.2)$$

Givet att alla 25 stråbrar skall ha någonlunda hög intensitet så måste $\beta > \alpha$, t.ex. $\beta = 25^\circ$

$$\Rightarrow b = \frac{\lambda}{\sin(\beta)} = \underline{\underline{1,5 \mu\text{m}}}$$

Nackdelar? I i varje ställe definieras av diffraktionen i den riktningen för en enskild spalt, vilken är starkt vinkelberoende (se (9.2)).

Detta gör att $I_{m=0} \gg I_{m=12}$.

Om b görs tillräckligt liten kommer $I_{m=0}, \dots, I_{m=12}$ alla ligga centrerade kring det första maximumet och således ha liknande $I_{m=0} \approx I_{m=12}$, men då kommer mycket intensitet att gå till $m > 12$ och $m < -12$ vilket är oönskat.

Ljusstreck - MT?

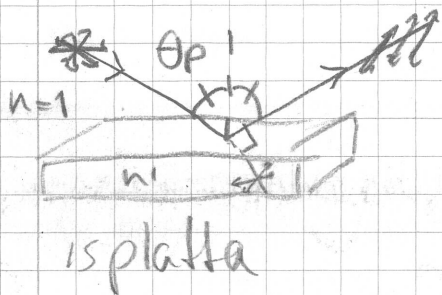
5

Givet: Ljusstreck bildas över gatulampor i mycket kallt väder pga reflektion av små svävande isplattor. Ljuset är kraftigt polariserat.

Sökt: Vilken riktning är ljuset polariserat?

Isplattorna kommer att sväva horisontellt i luften

Kring Brewster vinkeln $\theta_p = \tan^{-1} \left(\frac{n'}{n} \right)$ (9.6)



kommer det reflekterade ljuset att vara kraftigt horisontellt polariserat (polariserat ljus med E-fält som är vinkelrätt mot infallsplanet, som är vertikalt, reflekteras mest)

$\Rightarrow$ E-fältet hos utgående ljus ligger i horisontal planet $\therefore$ horisontal polariserat ljus