

Lösningförslag. Tentamen i Elvåg för K, Bio 120113

A1. Ur diagrammet fås för drygt 200Hz strax under 0,4 %, vilket motsvarar ett uppfattat frekvensintervall på $0,9 \text{ Hz} < 1 \text{ Hz}$, dvs klart under 2 Hz som är skillnaden mellan 220 och 218 Hz.

Dopplereffekt med rörlig observatör mot pianot ger:

$$220 = \left[1 + \frac{v}{v_{\text{luft}}} \right] f_0 = \left[1 + \frac{v}{340} \right] 218 \Rightarrow v \approx 3 \text{ m/s}$$

Svar: a) Mot pianot, $v \approx 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ b) Det borde vara möjligt att uppfatta $\Delta f = 2 \text{ Hz}$ vid 220 Hz enligt diagrammet.

A2. Det gäller $r = \frac{mv}{qB}$ för cirkelrörelse av laddad partikel i konstant magnetfält. För de två olika jonerna fås: $r_{12} - r_{11} = (m_{12} - m_{11}) \frac{v}{qB} = 8,14 \text{ mm}$

Gemensam utgångspunkt innebär att avståndet är skillnaden mellan diametrarna.

Svar: Avståndet är ca 1,6 cm mellan isotoperna vid detektorn.

A3. a) En konvergerande lins.

b) I gränsen $\frac{s'}{s} = 2$ fås $s' = 125 - s = 2s \Rightarrow s = \frac{125}{3} = 41,7 \approx 42 \text{ cm}$. Dvs om s är mindre än 41,7 cm får en lateral förstoring > 2 , gränsen 2 motsvarar en fokallängd på 27,8 cm.

Tex fås att $s = 34,5 \text{ cm}$ motsvarar $f = 25 \text{ cm}$, som ger den laterala förstoringen $m \approx 2,6 > 2$.

Svar: a) Konvergerande b) Linsen ska sättas in $< 41,7 \text{ cm}$ efter objektet, vilket motsvarar den laterala förstoringen $m \approx 2$ precis och $f = 27,8 \text{ cm}$.

A4. Följande gäller:

$$\text{a) } V_{\text{out}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} V_{\text{in}} = 7,3 \text{ V}$$

$$V_{\text{out}} = \frac{R}{R + j\omega L} V_{\text{in}}, \lim_{\omega \rightarrow 0} V_{\text{out}} \rightarrow V_{\text{in}}, \lim_{\omega \rightarrow \infty} V_{\text{out}} \rightarrow 0, \text{ dvs lågpassfilter.}$$

Svar: Se ovan.

A5. a)) Avståndet från samtliga fyra ledningarna till P är $l = a/\sqrt{2}$. Storleken av B

från samtliga fyra strömmar blir enl. cirkulationssatsen:

$$B_{\perp} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a / \sqrt{2}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-2} / \sqrt{2}} = 0,7 \cdot 10^{-6} \text{ T.}$$

Symmetri ger att vertikalkomponenterna parvis tar ut varandra och resultatet blir

$B_{\text{tot}} = 4 \cdot B_{\perp} \cos 45^{\circ} = 4 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6} \cdot 0,71 = 2 \cdot 10^{-6}$ T riktat i positiv x-led, dvs med riktningen rakt åt höger (\rightarrow) i P.

b) Om man byter plats på några ledningar så att strömmarna blir lika riktade på diagonalen i kvadraten kommer bidragen till den magnetiska fältstyrkan från de fyra strömmarna att ta ut varandra och resultatet blir $B_{\text{tot}} = 0$ T i P. Det inses lätt t ex genom att addera bidragen till \mathbf{B} från de lika riktade strömmarna blir på de båda diagonalerna i kvadraten.

Svar: a) $B_{\text{tot}} = 2 \cdot 10^{-6}$ T i P med riktningen rakt åt höger (\rightarrow). b) Om man byter plats på några ledningar så att strömmarna i ledningarna blir lika riktade på diagonalen i kvadraten blir $B_{\text{tot}} = 0$ T i P.

B1. $V_{\text{RMS}} = V_0$, vilket kan beräknas genom

$$V_{\text{RMS}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T V_0^2 dt = 2 \frac{1}{T} \int_0^{T/2} V_0^2 dt = V_0^2$$

Svar a) $V_{\text{RMS}} = V_0$.

B2.a) $j\omega$ - räkning och Ohms lag på parallellkretsen ger

$$Z = \frac{\frac{L}{C} - j\frac{R_i}{\omega C}}{R_i + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})} \text{ och } I_0 = \frac{R_i^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}{(\frac{L}{C})^2 + (\frac{R_i}{\omega C})^2} V_0 \approx 1,5 \text{ A}$$

b) Imaginärdelen för $Z = 0 \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R_i^2}{L^2}} \approx 2234$ rad/s

c) Z vid resonans när imaginärdelen för $Z = 0$ är $Z_{\text{res}} = \frac{L}{RC} = 1000 \Omega$

Det blir fasändring π ($\lambda/2$) i båda gränssytorna vid reflexion, alltså samma för båda interfererande strålar. När man för in faskillnaden tar fasbidragen ut varandra.

Svar: Se ovan.

B3. Man får med $\mathbf{E}_{\text{max}} = (-\text{grad}V)_{\text{max}} = -\frac{dV}{dx} = -\frac{2000}{10} = -200 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ överst mellan 10 och 12 kV, riktat snett nedåt vänster åt minskande potential.

Svar: Se ovan.

B4. För ett transmissionsgitter fås

$$d \sin \theta = m\lambda \text{ dvs } d = \frac{m\lambda}{\sin \theta}, \text{ där } \sin \theta = \frac{8}{5000} \text{ och } d = \frac{1 \cdot \lambda}{8/5000} \approx 0,4 \text{ mm}$$

Svar: Avståndet mellan trådarna var ca 0,4 mm.

B5.

$$S_{\text{avg}} = \frac{E_0 \cdot B_0}{2\mu_0} = \frac{E_0 \cdot E_0}{2c\mu_0} = \frac{E_0^2}{2c\mu_0} = \frac{(2 \cdot 10^9)^2}{2 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}} = 5,3 \cdot 10^{15} \text{ W/m}^2$$

$$P_{\text{avg}} = S_{\text{avg}} \cdot A = 8,5 \cdot 10^{10} \text{ W}$$

b) Kvoten blir. $\frac{P_{\text{avg}}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ W}} = \frac{8,5 \cdot 10^{10} \text{ W}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ W}} = 1,7 \cdot 10^{13}$.

Den pulssade lasern har mycket hög effekt jämfört med en konventionell lab-laser.

c) Man får

$$I_{\text{otr}} = S_{\text{avg}} \cos^2 30^\circ \cdot 0,98 = 5,3 \cdot 10^{15} \cdot 0,75 \cdot 0,98 = 3,9 \cdot 10^{15} \text{ W/m}^2$$

Svar: Medeleffekten blev $8,5 \cdot 10^{10} \text{ W}$, kvoten $1,7 \cdot 10^{13}$ och intensiteten efter polarisatorn $3,9 \cdot 10^{15} \text{ W/m}^2$.