

Løsning Øving 9

Løsning oppgave 1

a) Langs x -aksen er $y = 0$, og maksima fås når delbølgene er i fase, dvs:

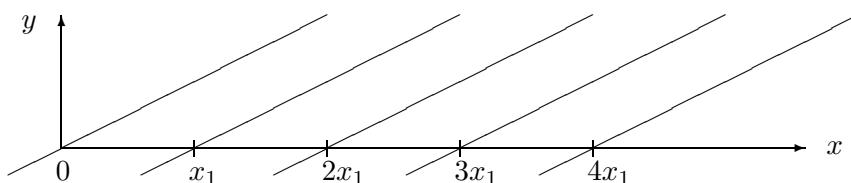
$$-kx_n + n \cdot 2\pi = -k \cos \theta x_n$$

$$\Rightarrow x_n = \frac{n \cdot 2\pi}{k(1 - \cos \theta)} = \frac{n\lambda}{\underline{\underline{1 - \cos \theta}}} = n \cdot 1.323 \cdot 10^{-6} \text{ m} \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

b)

$$-kx + n \cdot 2\pi = -k \cos \theta x - k \sin \theta y \Rightarrow y = \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta} x - \frac{n \cdot 2\pi}{k \sin \theta}$$

$$y = \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta} x - \frac{n\lambda}{\sin \theta} = 0.502x - n \cdot 6.64 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$



Løsning oppgave 2

a) Oppgaven beskriver samme situasjon som den som gir ligning (3.40) i punkt 3.7 i forelesningene. Vi har derfor:

$$D(x, t) = 2D_0 \sin kx \sin(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

der $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ må være gitt ved (ifølge det som er oppgitt og punkt 3.7 i forelesningene)

$$\frac{3\lambda}{2} = 1.80 \text{ m} \quad \text{dvs.} \quad \lambda = 1.20 \text{ m}$$

og

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 5.23 \text{ m}^{-1} \quad (2)$$

Videre:

$$2D_0 = \frac{12.0}{2} \text{ cm} = 6.0 \text{ cm} \quad (3)$$

$$\omega = 2\pi f = 754 \text{ rad/s} \quad (4)$$

(2),(3) og (4) i (1) gir:

$$\underline{\underline{D(x, t) = 0.060 \text{ m} \cdot \sin(5.23 \text{ m}^{-1} \cdot x) \sin(754 \text{ rad/s} \cdot t + \varphi)}}$$

der φ er en vilkårlig fasekonstant.

b) Fra forelesningene i punkt (3.7) har vi at de to vandrebølgene er gitt ved ligning (3.29) og (3.30). Her er $\varphi_1 = \varphi$ og $\varphi_2 = \varphi + \pi$ ifølge forelesningene s. 123. k , D_0 og ω er gitt i punkt a. Dermed:

$$D_1(x, t) = \underline{\underline{0.030 \text{ m} \cdot \cos(5.23 \text{ m}^{-1} \cdot x - 754 \text{ rad/s} \cdot t - \varphi)}}$$

og

$$\begin{aligned} D_2(x, t) &= 0.030 \text{ m} \cdot \cos(5.23 \text{ m}^{-1} \cdot x + 754 \text{ rad/s} \cdot t + \varphi + \pi) \\ &= \underline{\underline{-0.030 \text{ m} \cdot \cos(5.23 \text{ m}^{-1} \cdot x + 754 \text{ rad/s} \cdot t + \varphi)}} \end{aligned}$$

der φ er en vilkårlig fasekonstant.

Løsning oppgave 3

a) Ifølge (1.54) i forelesningene har vi for svevningsfrekvensen f_s enten:

$$f_s = f_2 - f_1 \quad (5)$$

eller:

$$f_s = f_1 - f_2 \quad (6)$$

der f_1 og f_2 er frekvensen til fiolin 1 og 2. (5) gir:

$$f_2 = f_1 + f_s = 443 \text{ Hz}$$

og (6) gir:

$$f_2 = f_1 - f_s = 437 \text{ Hz}$$

så f_2 er 437 Hz eller 443 Hz.

b) Ifølge ligning (3.39) i forelesningene må f_2 øke når vi strammer. Siden f_s nå er 4 Hz, må vi derfor ha:

$$f_2 = f_1 + f_s = 444 \text{ Hz}$$

og siden stramningen var liten (en øvet fiolinstemmer vet hva det vil si) kan stemmeren slutte seg til at frekvensen før stramning var:

$$\underline{\underline{f_2 = 443 \text{ Hz}}}$$

(Det beklages at “definisjonen” av “litt” stramning ikke var tatt inn i oppgaveteksten.)

Løsning oppgave 4 (Oppg. 5, Eksamen 22/8-92)

a) Bølgelengden $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{320}{500} \text{ m} = \underline{\underline{0.64 \text{ m}}}$

Avstanden mellom nabomaksima $= \frac{\lambda}{2} = OP$

$$PQ = 3 \cdot OP = 3 \frac{\lambda}{2} = 3 \frac{0.64}{2} \text{ m} = \underline{\underline{0.96 \text{ m}}}$$

b) Avstanden OP mellom nabomaksima er en halv bølgelengde, som tilsvarer faseforskjell π . Avstanden OQ er to bølgelengder som tilsvarer faseforskjell 4π . I punktene O og P er derfor mikrofonspenningene og stråleavbøyningene på skjermen i motfase, i O og Q i fase:

I punktet O: $x = a \cos \omega t$

I punktet P: $y = -b \cos \omega t$

I punktet Q: $y = b \cos \omega t$

Med mikrofonene i O og P blir på skjermen opptegnet en rett linje med helning $-b/a = -1$ dersom $b = a$.

Med mikrofonene i O og Q blir på skjermen opptegnet en rett linje med helning $b/a = 1$ dersom $b = a$.