

**TFY4106 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.**  
**Løsningsforslag til Test 8.**

**Oppgave 1**

$$v = \sqrt{Y/\rho} = \sqrt{83 \cdot 10^9 / 10.5 \cdot 10^3} \simeq 2.8 \text{ km/s.}$$

Riktig svar: C.

**Oppgave 2**

Med bil nr 1 som observatør og sirenen i bil nr 2 som kilde:

$$\nu_1 = \frac{1 + 40/340}{1 - 20/340} \cdot 900 \text{ Hz} = 1069 \text{ Hz}$$

Med bil nr 2 som observatør og sirenen i bil nr 1 som kilde:

$$\nu_2 = \frac{1 + 20/340}{1 - 40/340} \cdot 900 \text{ Hz} = 1080 \text{ Hz}$$

Riktig svar: C.

**Oppgave 3**

Grensebetingelsene som bestemmer bølgelengden til mulige stående bølger i et slik rør er at utsvinget  $\xi$  skal ha et knutepunkt i eventuelle lukkede ender og en buk i eventuelle åpne ender. (Alternativt: Trykkbølgen har knutepunkt i åpen ende og buk i lukket ende.) Uansett hvordan vi ønsker å tenke, finner vi at grunntonen tilsvarer en kvart bølgelengde inne i røret, dvs  $\lambda_1 = 4L$ . Dermed:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 4L = \frac{v}{\nu_1} = \frac{340}{50} \\ \Rightarrow L &= \frac{340}{200} \text{ m} = 170 \text{ cm} \end{aligned}$$

Riktig svar: B.

**Oppgave 4**

Nest laveste resonansfrekvens i et slik rør tilsvarer at vi har 3 kvarte bølgelengder inne i røret. Følgelig er bølgelengden nå  $1/3$  av grunntonens bølgelengde, som betyr at frekvensen er 3 ganger så stor, dvs 150 Hz. Riktig svar: C.

**Oppgave 5**

Hvis  $I$  økes til  $20I$ , endres lydtrykksnivået fra  $\beta_0 = 10 \log(I/I_0)$  til

$$\beta_1 = 10 \log(20I/I_0) = 10 \log(I/I_0) + 10 \log 20 = \beta_0 + 13 \text{ dB.}$$

Riktig svar: B.

**Oppgave 6**

Bølgelengden blir redusert *foran* kilden når denne beveger seg fordi en ny bølgetopp (f.eks.) genereres nærmere den forrige i forhold til om kilden var i ro. Altså beveger kilden seg her mot observatøren. Vi ser videre at kilden har beveget seg omtrent halvparten så langt som (f.eks.) bølgefronten med størst radius (som jo må ha blitt generert da kilden var i sentrum av denne). Altså er  $v_s \simeq v/2$ . Riktig svar: B.

**Oppgave 7**

Siden  $I(r) \sim 1/r^2$ , er  $I(10)/I(40) = 16$ . Dermed:

$$\beta(10) = 10 \log(I(10)/I_0) = 10 \log(16I(40)/I_0) = 10 \log 16 + 10 \log(I(40)/I_0) = 12 \text{ dB} + 60 \text{ dB}.$$

Riktig svar: B.

**Oppgave 8**

$\lambda = 2L = 1.30 \text{ m}$ .  $v = \sqrt{S/\mu} = \sqrt{130 \cdot 0.65/6.5 \cdot 10^{-3}} \text{ m/s} = 114 \text{ m/s}$ . Da er  $f = v/\lambda = 87.7 \text{ Hz}$ . Riktig svar: E.

**Oppgave 9**

$\lambda = 2L = v/f$ , slik at  $L = v/2f = 340/136 = 2.5 \text{ m}$ . Riktig svar: D.

**Oppgave 10**

1. overtone har  $\lambda = L$ , halvparten av bølgelengden til grunntonen. Da er frekvensen det dobbelte, 136 Hz. Riktig svar: A.

**Oppgave 11**

$\mathbf{k}$ , bølgetallsvektoren, angir bølgens forplantningsretning, se forelesningene. Riktig svar: B.

**Oppgave 12**

Intensiteten er produktet av midlere energi pr volumenhet og bølgehastigheten, dvs  $I = 340 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$ . Det gir et lydtrykknivå

$$\beta = 10 \log(340 \cdot 10^{-6}/10^{-12}) \simeq 85 \text{ dB}.$$

Riktig svar: E.

**Oppgave 13**

$$k = \sqrt{0.5^2 + 1.0^2 + 1.5^2} = 1.87 \text{ m}^{-1},$$

slik at  $\lambda = 2\pi/k \simeq 3.4 \text{ m}$ . Riktig svar: B.

**Oppgave 14**

Den aktuelle vinkelen  $\alpha$  introduseres via skalarproduktet mellom  $\mathbf{k}$  og  $k_x \hat{x}$ :

$$\mathbf{k} \cdot k_x \hat{x} = k k_x \cos \alpha.$$

Her er venstre side  $k_x^2$ , slik at

$$\cos \alpha = k_x/k \Rightarrow \alpha = 74^\circ.$$

Riktig svar: D.

**Oppgave 15**

Vi har  $\Delta p = -B(\partial \xi / \partial x)$ , som med  $\xi(x, t) = \xi_0 \sin(kx - \omega t)$  gir  $\Delta p = -Bk\xi_0 \cos(kx - \omega t)$ , med amplitude  $Bk\xi_0$ . Riktig svar: C.

**Oppgave 16**

Grunntonen har bølgelengde  $\lambda_1 = 2L$ , 2. harmoniske  $\lambda_2 = L$  og 3. harmoniske  $\lambda_3 = 2L/3$ . Bølgehastigheten på strengen er

$$v = \sqrt{\frac{S}{\mu}} = \sqrt{\frac{S \cdot L}{m}} = \sqrt{\frac{120 \cdot 0.70}{0.0079}} \simeq 103.1 \text{ m/s}$$

Frekvensen til 3. harmoniske blir dermed

$$\nu_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{3v}{2L} \simeq 221 \text{ Hz}$$

Riktig svar: A.

**Oppgave 17**

$\Delta p = -B\Delta V/V = 1.6 \cdot 10^{11} \cdot 0.01 = 1.6 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ . Starttrykket på 1 atm er neglisjerbart i forhold til dette, så  $\Delta p = p - p_0 \simeq p = 16000 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 16000 \text{ atm}$ . Riktig svar: C.

**Oppgave 18**

$$\bar{\epsilon} = \frac{1}{2} \cdot 0.025 \cdot (2\pi)^2 \cdot 25^2 \cdot 0.004^2 = 0.0049 \text{ J/m} \simeq 5 \text{ mJ/m}$$

Riktig svar: B.

**Oppgave 19**

For sylinderbølger har vi  $I(r) \sim 1/r$ , slik at  $I(4r)/I(r) = 1/4$ . Dermed:

$$\beta(4r) - \beta(r) = 10 \log(I(4r)/I_0) - 10 \log(I(r)/I_0) = 10 \log(I(4r)/I(r)) = -10 \log 4 \simeq -6 \text{ dB}$$

Riktig svar: D.

**Oppgave 20**

$\lambda_1 = 2L$ ,  $\lambda_2 = L$ , ... ,  $\lambda_5 = 2L/5 = 160/5 = 32 \text{ cm}$ . Riktig svar: C.