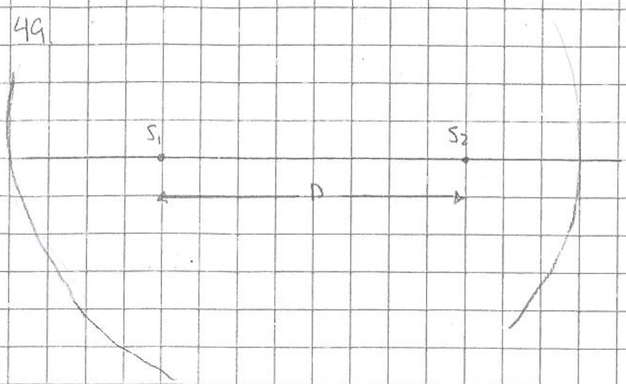
Le 3 : Q 2, 3, 6, 8 ; 49, 57, 32, 7, 31 ; 23, 62, 51, 17, 50, 19, 56, 63, 22, 46

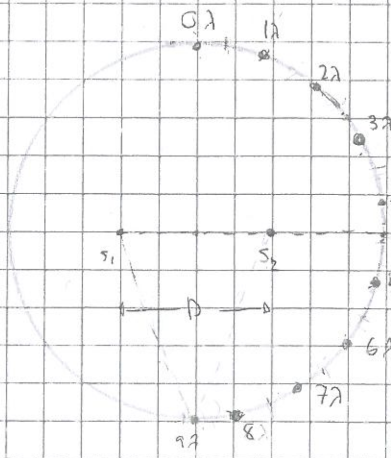
49



Två punktkällor, S_1 & S_2, i fas utger vågor av samma våglängd i fas.

$\lambda = 0.5$, $D = 2.2$

Vid hur många ställen på detektorringen är vågorna i fas? ur fas?



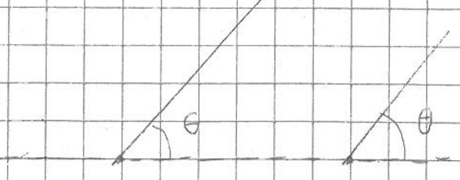
$4{,}4\lambda = \frac{D}{\lambda} = 4{,}4\lambda$

$\Rightarrow$ 9 ställen på $\theta \in [0, 180[$

$\therefore$ 18 på 360°

$D \sin\theta = m\lambda$

$\Leftrightarrow \quad \sin\theta = \frac{m\lambda}{D}$

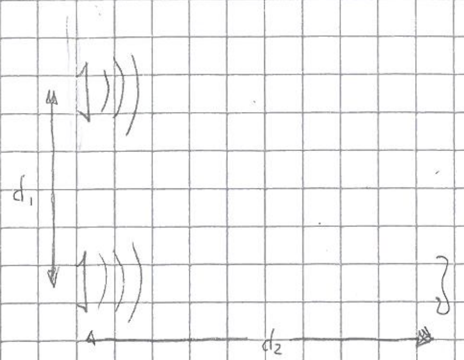


57.

Givet: $d_1 = 2{,}00\,m$

$d_2 = 4{,}00\,m$

$f \in\ ]20\,Hz,\ 20\cdot 10^3\,Hz[$



(a.) Vad är lägsta frekvens som ger f_{min}

$\Delta d = |d_2 - \sqrt{d_1^2 + d_2^2}|$

$\frac{\Delta d}{\lambda} = \frac{1}{2} \Rightarrow \lambda = 2\Delta d = 0{,}944\ m$

$f = \frac{v}{\lambda} = 363{,}24\ Hz$

---

b.) Med vilket nummer måste f_{min} multipliceras med för att få efterföljande destruktionsinterferenser

$f = \frac{v}{\lambda(n-\frac{1}{2})}$ $n = 1, 2, 3 \ldots$ men även $f = \frac{v}{\lambda \frac{n}{2}}$ där $n = 1, 3, 5, 7, \ldots$

(d.) Vad är den lägsta frekvensen för konstruktiv interferens

$\frac{\Delta d}{\lambda} = 1 \Rightarrow \lambda = \Delta d \Rightarrow f = \frac{v}{\Delta d} = 726\ Hz$

(e.) Vad bör man multiplicera f med för att få nästkommande frekvenser?

$f = \frac{v}{\Delta d \cdot n}$, $n = 1, 2, 3 \Rightarrow n = 2, 3, 4$ osv

32. Ljud skiljer sig med 3.00 dB. Vad är den relativa skillnaden mellan den högre intensiteten & den lägre.

$$\Delta\beta = 10\log\frac{I_2}{I_1} \iff \frac{\Delta\beta}{10} = \log\frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^{\frac{\Delta\beta}{10}} \approx 2$$

$\therefore$ I_2 är 2 ggr större än I_1

---

7. Två pianosträngar har grundton vid 600 Hz när de har samma spänning. Vilken fraktionell skillnad i spänning ger skillnad $\Delta f = 8$ om de svänger samtidigt

$$v = \sqrt{\frac{T}{\rho}} \Rightarrow T = v^2\rho$$

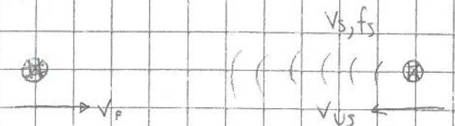
$$f_n = \frac{n}{2L}v \Rightarrow$$

$v = 2Lf$

$$\begin{aligned} T_2 &= v_2^2\rho \\ T_1 &= v_1^2\rho \end{aligned} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{v_2^2\rho - v_1^2\rho}{v_1^2\rho} = \frac{v_2^2}{v_1^2} - 1 = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 - 1 = 0{,}0201$$

Svar: skillnad 0,0201

31



En amerikansk ubåt sänder en sonarsignal i riktning mot en fransk ubåt. Amerikansk ubåt rör sig med v_s, fransk med v_f.

$v_s = 5470/3{,}6$ m/s
$v_{us} = 72/3{,}6$ m/s
$v_f = 48/3{,}6$ m/s
$f_s = 1{,}560 \cdot 10^3$ Hz

(a.) Vilken frekvens detekteras av den amerikanska ubåten?

$$f' = f \cdot \frac{v \pm v_D}{v \pm v_s}$$

$$f' = f \cdot \frac{v + v_{us}}{v - v_f} \approx 1{,}595 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

frekvensen bör öka

(b.) Vilken frekvens har den reflekterade vågen för fransk ubåt?

$$f'' = f' \cdot \frac{v \pm v_D}{v \pm v_s} = f' \frac{v + v_f}{v - v_{us}} \approx 1{,}630 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

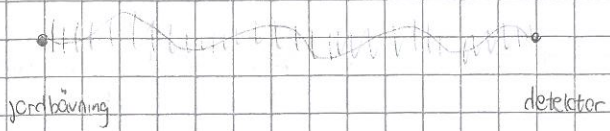
Svar: $f' = 1{,}595 \cdot 10^3$ Hz

$f'' = 1{,}630 \cdot 10^3$ Hz

23. Jordbävningar har både longitudinella (P) & transversella (S) vågor. $V_s = 4{,}5$ km/s & $V_p = 8{,}0$ km/s. En seismograf detekterar P & S vågor från en jordbävning. Den första P ankommer 3.5 min före den första S. Om vågorna utbreder sig linjärt, hur långt bort sker jordbävningen?

$V_s = 4{,}5 \cdot 10^3$ m/s

$V_p = 8 \cdot 10^3$ m/s



Vi utnyttjar formeln $s = v \cdot t$ för att få ut d. Följande gäller:

$$s = V_s \cdot t_s, \quad s = V_p \cdot t_p \Rightarrow t_s = s/V_s, \quad t_p = s/V_p \quad / \ t_p < t_s \ / \Rightarrow \Delta t = t_s - t_p = \frac{s}{V_s} - \frac{s}{V_p}$$

$$\Leftrightarrow \Delta t = s\left(\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p}\right) \Rightarrow s = \frac{\Delta t}{\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p}} = \frac{(3{,}5\,\text{min})(60\,\text{sek})}{\frac{1}{4500\,\text{m/s}} - \frac{1}{8000\,\text{m/s}}} = 2{,}160 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Svar: $2{,}2 \cdot 10^3$ km

---

62 Trycket i en ljudvåg ges av $\Delta p = (2.00\,\text{pa}) \sin \pi [(0.900\,\text{m}^{-1})x - (450\,\text{s}^{-1})t]$ (1)

(a.) Finn amplituden, (b.) frekvensen, (c) våglängden & (d) utbredningshastigheten.

Formeln för tryckvåg $\Delta p(x,t) = \Delta p_m \sin(kx - \omega t)$

omskrivning av (1) ger $\Delta p(x,t) = 2.00 \sin\left(\frac{9\pi}{10}x - 450\pi t\right)$

$\therefore$ $A = 2{,}00$ [Pa]

$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{450\pi}{2\pi} = 225$ [Hz]

$v = \frac{\omega}{k} = \frac{450\pi}{9\pi/10} = \frac{4500}{9} = 500$ m/s

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{500}{225} = 2$ m

Svar:
a.) $A = 2.00$ Pa

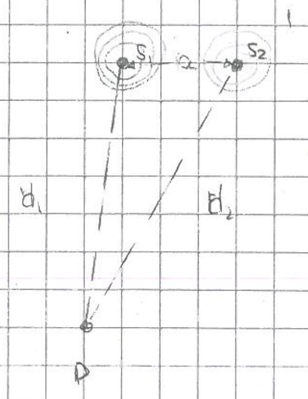
b.) $f = 225$ Hz

c.) $\lambda = 2$ m

d.) $v = 500$ m/s

51 Två högtalare med avståndet $a = 3,35$ ifrån varandra spelar en signal med samma frekvens & amplitud i fas. En detektor D tar emot signalen

Givet: $a = 3,35$ m
$d_1 = 17,5$ m
$d_2 = 19,5$ m



Sökt
(a.) Vilken är minsta frekvens som ger destruktiv interferens
(b.) Vilken multiplikator ger nästa A_{min}?
(c.) Vilken är den minsta frekvensen som ger konstruktiv interferens?
(d.) Vilken multiplikator ger nästa A_{max}?

Vi har att $\Delta d = d_2 - d_1$ & den fasskillnad som upplevs vid D pga vägskillnad är

$$\phi = \frac{\Delta d}{\lambda} \cdot 2\pi$$

- För destruktiv interferens gäller $\frac{\Delta h}{\lambda} = 0,5,\ 1.5,\ 2.5, \ldots$
- För konstruktiv interferens gäller $\frac{\Delta h}{\lambda} = 0, 1, 2, \ldots$

Vi vet att $\lambda = \frac{v}{f}$ med $v = 343$ m/s i $20°$ luft. För första destruktiva interferens gäller då:

$$\frac{\Delta h \cdot f_{min}}{v} = 0,5 \Rightarrow f_{min} = \frac{0,5 \cdot v}{\Delta h} \approx 86 \text{ Hz}$$

Villkor för nästa är $\frac{\Delta h f}{v} = 1,5 \Longleftrightarrow \frac{\Delta h \cdot 3 f_{min}}{v} = 1,5$

$\therefore$ Multiplikatorn blir 1, 3, 5, 7 osv för destruktiv interferens

För konstruktiv interferens gäller:

$$\frac{\Delta h \cdot f_{min}}{v} = 1 \Rightarrow f_{min} = \frac{v}{\Delta h} \approx 172 \text{ Hz}$$

Ps.s som ovan blir multiplikatorn 1, 2, 3, 4 osv

Svar:
a.) $f_{min} = 86$ Hz
b.) $n = 1, 3, 5, 7, \ldots$
c.) $f_{min} = 172$ Hz
d.) $n = 1, 2, 3, \ldots$

17 Ett visst ljud ökar med 40.0 dB. Med vilken multipel är intensiteten ökad & Δp ökad?

LÖSNING

$$\Delta\beta = 10\log\frac{I_2}{I_0} - 10\log\frac{I_1}{I_0} = 10\log\frac{I_2}{I_1} = 40\ dB$$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^4$$

- $\Delta p_1 = (v\rho\omega)s_{m_1}$, $\Delta p_2 = (v\rho\omega)s_{m_2}$ $\Rightarrow \Delta p = \frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \frac{s_{m_2}}{s_{m_1}}$

- $I = \frac{1}{2}\rho\omega^2 v s_m^2 \Rightarrow s_m = \sqrt{\frac{2I}{\rho\omega^2 v}}$, $s_{m_2} = \sqrt{\frac{10^4 2I}{\rho\omega^2 v}}$, $s_{m_1} = \sqrt{\frac{2I}{\rho\omega^2 v}}$

$$\therefore \Delta p = \frac{\sqrt{\frac{10^4\cdot 2I}{\rho\omega^2 v}}}{\sqrt{\frac{2I}{\rho\omega^2 v}}} = 10^2\frac{s_{m_1}}{s_{m_1}} = 10^2$$

Svar: För intensiteten är ändringsfaktorn 10^4 & för tryckskillnaden är faktorn 10^2

5C Ett ljud har frekvensen 1200 Hz & $\Delta p_m = 2.50\cdot 10^{-3}$ Pa

Vad är s_m & I för ljudet?

$$\Delta p_m = (v\rho\omega)s_m \Leftrightarrow s_m = \frac{\Delta p_m}{v\cdot\rho\, 2\pi f} = \big/\ v = 343\ m/s,\ \rho = 1{,}21\ kg/m^3 \big/ = 7{,}989\cdot 10^{-10}\ m$$

$$I = \frac{1}{2}\rho v\omega^2 s_m^2 = 7{,}5295\ldots\ nW/m^2$$

Svar: $s_m = 0{,}80$ nm, $I = 7{,}5\ nW/m^2$

---

19 En punktkälla avger 30,0 W ljud isotropiskt. En liten mikrofon tar emot ljudet på en area 0,750 cm², 180 m från källan. Beräkna (a.) ljudintensiteten & (b.) effekten som mottas av mikrofonen.

Vi har två formler $I = \frac{P_s}{4\pi r^2}$, P_s är utsänd effekt & r avstånd till mottagaren

$$I = \frac{P}{A}$$

Givet: $P_s = 30{,}0\ W$
$A = 0{,}750\cdot 10^{-2}\ m^2$
$r = 180$

$$I = \frac{40}{4\cdot\pi\cdot 180^2} = 9{,}8243\ldots\cdot 10^{-5}\ W/m^2$$

Sökt I, P

$$P = I\cdot A = \frac{10}{180^2\pi}\cdot 0{,}750\cdot 10^{-2} = 7{,}36828\ldots\cdot 10^{-7}\ W$$

Svar: $I = 9{,}8\cdot 10^{-5}\ W/m^2$
$P = 7{,}4\cdot 10^{-7}\ W$

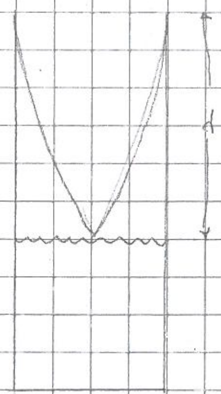
56 Vi har en pipa som är öppen i bägge ändarna. Den är 1,8 m lång. Vad blir frekvensen?

En öppen pipa har en nod i mitten & bukar i öppningarna. Vid första resonansfrekvensen har vi

$$f = \frac{v}{2L} = \frac{343}{3,6} = 95,277... \approx 95,3 \text{ Hz}$$

Svar: $f = 95.3$ Hz, dvs inom hörbart intervall $[60, 20k]$ Hz. Om pipan blir kortare blir frekvensen högre.

63



Givet: Första resonansfrekvens = 9,00 Hz
luftens densitet $\rho = 1,0$ kg/m^3
Bulkmodul $B = 1.33 \cdot 10^5$ Pa

Sökt: d

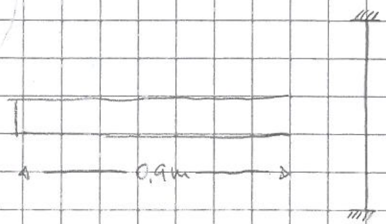
Lösning: $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = 364,7$ m/s

$$f = \frac{nv}{4L} = /\text{första } f/ = \frac{v}{4L}$$

$$\Rightarrow \quad d = \frac{v}{4f} = 10.130 \text{ m}$$

Svar: Vattnet är 10.13 meter ner i brunnen

22



0,330 m
$m = 9,6 \cdot 10^{-3}$ kg

Strängens resonans startar en oscillation i röret med en frekvens som motsvarar dess näst lägsta

(a.) Finn frekvensen
(b.) Strängens spänning

För halvöppna pipor gäller $f = \frac{nv}{4L}$, med $n = 3$ fås önskad frekvens

Spänningen ges $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ där $\mu = \frac{9.6 \cdot 10^{-3}}{0,330}$

$$\therefore \quad f = \frac{3 \cdot 343}{4 \cdot 0,9} \approx 285.830 \text{ Hz}$$

$$T = 343^2 \cdot \frac{9.6 \cdot 10^{-3}}{0,330} \approx 3,42.3 \text{ kN}$$

?

47 En ambulans utger signal med 1620 Hz. Den kör om en cyklist som kör 2,44 m/s. Efter omkörningen hör cyklisten frekvensen 1590 Hz. Hur snabbt åker ambulansen?

$$f' = f\,\frac{v + v_D}{v + v_S} \Rightarrow (v + v_S)f' = f(v + v_D) \Leftrightarrow v_S = \frac{f(v + v_D) - f'v}{f'}$$

$$\therefore \quad v_S = \frac{1620(343 + 2{,}44) - 1590 \cdot 343}{1590}\ \text{m/s} = 8{,}9577\ldots\ \text{m/s} \approx 8{,}96\ \text{m/s}$$

Svar: $v_S = 8{,}96$ m/s