Institutt for fysikk, NTNU
TFY4160/FY1002: Bølgefysikk
Høst 2006

Øving 7

Veiledning: Torsdag 5. oktober
Innleveringsfrist: Mandag 9. oktober

Oppgave 1

En harmonisk transversal bølge med amplitude 5 mm kommer inn fra venstre på en streng med massetetthet 10 g/m. Bølgen blir delvis reflektert og delvis transmittert der strengen er skjøtt sammen med en annen streng med massetetthet 90 g/m.

a) Hvor store blir amplitudene til reflektert og transmittert bølge?

b) Hva er midlere effekt transportert med den innkommende bølgen når strengen er strukket med en kraft på 4 N og vinkelfrekvensen er 10π s^{-1}? Hvor mye av denne energien blir reflektert og hvor mye blir transmittert?

c) Anta nå at strengen er spent opp langs x-aksen, med skjøten mellom den "lette" delen og den "tunge" delen av strengen i $x = 0$. Vis at utsvinget på den lette delen ($x < 0$), $y(x,t) = y_i(x,t)+y_r(x,t)$, kan uttrykkes som en sum av to stående bølger. Her er $y_i(x,t) = A\sin(kx-\omega t)$ innkommende bølge (med $A = 5$ mm) og $y_r(x,t) = B\sin(kx+\omega t)$ reflektert bølge.

d) En stående bølge, f.eks. $f(x,t) = \sin kx \cos\omega t$, transporterer ingen netto energi. Kan vi således, i lys av punkt *c*, konkludere med at bølgen $y(x,t)$ på den lette delen av strengen ikke transporterer noen netto energi? Skisser $y(x,t)$ mellom $x = -2\lambda$ og $x = 0$ for $t = 0$, $t = T/4$, $t = T/2$ og $t = 3T/4$ (der λ er bølgelengden og T er perioden). Er y en stående eller en vandrende bølge?

e) Med skjøten i $x = 0$ måtte vi velge *like* fasekonstanter, f.eks. $\phi_i = \phi_r = 0$ i "delbølgene"

$$y_i(x,t) = A\sin(kx - \omega t + \phi_i)$$

og

$$y_r(x,t) = B\sin(kx + \omega t + \phi_r)$$

Hvordan vil du velge ϕ_i og ϕ_r med skjøten i $x = a$?

Oppgitt: $\sin(a \pm b) = \sin a\cos b \pm \cos a \sin b$ $\qquad v = \sqrt{S/\mu}$ $\qquad \overline{P} = \frac{1}{2}v\mu\omega^2 y_0^2$

Oppgave 2

a) Harpestreng nr 16 har en lengde 370 mm og masse 0.2 g. Med strengen festet i begge ender er grunntonen en A med frekvens 440 Hz. Hva er da strammingen i strengen?

A 41.4 N
B 57.3 N
C 63.9 N
D 72.1 N

b) Hva er laveste resonansfrekvens i et (tynt) luftfylt rør som er 50 cm langt og åpent i begge ender? Lydhastigheten er 340 m/s.

A 340 Hz
B 410 Hz
C 540 Hz
D 680 Hz

c) Røret i oppgave *b* har også en resonansfrekvens lik 1360 Hz. Hvor mange knutepunkter har den tilhørende stående longitudinale utsvingsbølgen ξ (inne i røret)?

A 2
B 3
C 4
D 5

d) Bølgene på en vibrerende gitarstreng er opphavet til lydbølger i lufta omkring. Bølgene på gitarstrengen og lydbølgene har samme

A bølgelengde
B hastighet
C amplitude
D frekvens

Noen svar:
1a: begge er 2.5 mm
1b: 2.5 mJ/s; 25%; 75%