

Tentamen i Akustik 2010-12-17, kl 08.00-13.00

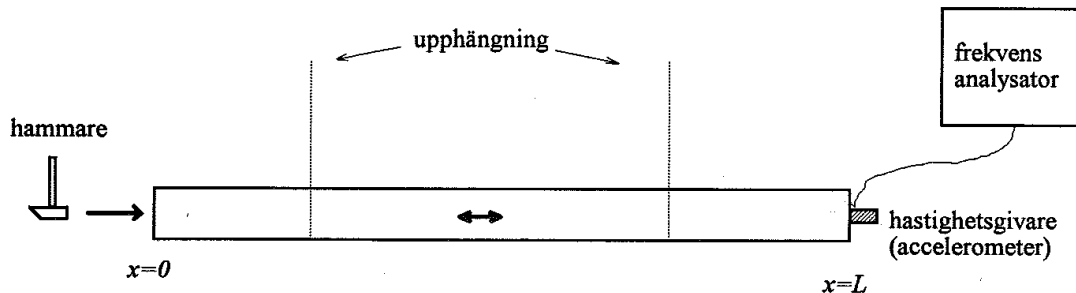
Maxpoäng är 60 p. För godkänt krävs 30 p.

Betygsgränser: Betyg 3: 30-39p, betyg 4: 40-49p, betyg 5: 50-60p.

Tillåtna hjälpmedel är miniräknare och formelsamling.

Uppgifterna är inte ordnade efter svårighetsgrad.

1. En cirkulär stång med längd $L = 1.025$ m, diameter $d = 0.024$ m, densitet $\rho = 7800$ kg/m³ samt E-modulen $E = 200$ GPa, är upphängd i snören enligt figur. Man knackar med hammare i ena änden och mäter därefter accelerationen i andra änden med accelerometer. Signalen från accelerometern registreras som funktion av tiden $a(t)$, men man kan också göra en frekvensanalys på signalen så att man får accelerationens frekvensinnehåll. Stången är fri-fri, vilket innebär att båda ändarna är spänningsfria och att en våg reflekteras utan större förlust.



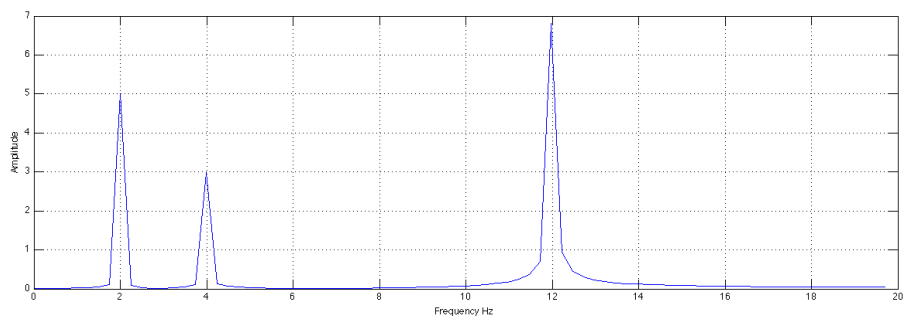
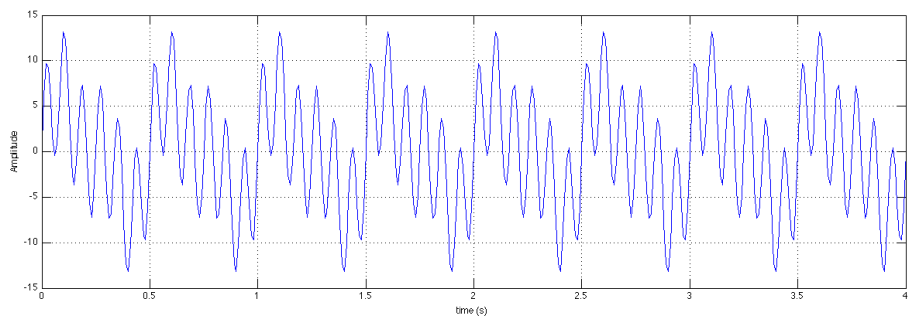
- Ställ upp vågekvationen för den longitudinella vågutbredningen i stången uttryckt i spänningen σ_x . (2 p)
- Ställ upp en harmonisk lösning och visa att den löser vågekvationen. (2 p)
- Hur lång tid tar det från hammarstöten i $x = 0$ tills dess att stöten registreras med accelerometern i $x = L$? (2 p)
- En viss tid senare registreras ännu en topp i $a(t)$ -signalen och senare ytterligare en topp. Vad beror detta på och hur lång tid är det mellan topparna? (2 p)
- Man kan knacka antingen i änden av stången som beskrivet ovan, eller mitt på. Vilken av de båda knackningarna hörs mest för en person som står bredvid? Motivera varför! (2 p)

2. Det här är en fortsättning på föregående uppgift med samma stång, utrustning och tillvägagångssätt. Man knackar först i änden och sedan registrerar man signalen med start en sekund senare och ett antal sekunder framåt. När man analyserar frekvensinnehållet i signalen upptäcker man ett antal toppar för olika frekvenser.

- a) Vad kallar vi dessa frekvenser som framträder här? (2 p)
- b) Beräkna de frekvenser vi kan förväntas se (de tre lägsta). (2 p)
- c) Beräkna våglängderna för respektive frekvens i b). (2 p)
- d) Rita upp de modformer som hör till respektive frekvens i b). (2 p)
- e) Anta att vi istället för hammaren sätter dit en shaker som kan driva änden $x = 0$ med den lägsta frekvensen som räknats ut i b). Finns det någon punkt på stängen som är stilla hela tiden? (2 p)

3. Utgå från den högsta intressanta frekvensen som beräknats i föregående uppgift 2 b).

- a) Med vilken frekvens måste den samplas för att uppfylla Nykvistkriteriet? (4 p)
- b) I diagrammen nedan visas två kurvor, Hur är de två kurvorna relaterade till varandra och vilken matematisk operation har utförts för att erhålla diagram nummer två från det första diagrammet? (6 p)



4. Vid mätning av ljudisoleringen i en vägg genereras rosa brus med ljudnivån $L_{p1} = 90$ dB/oktav i ett sändarrum. Sedan mäts ljudnivån L_{p2} i ett mottagarrum med en sonometer, där vi också mäter efterklangstiden T_{60} . Mätningen utförs i närvaro av bakgrundsbrus som är angivet i respektive oktavband L_{p0} . Mottagarrummet har volymen $V = 40 \text{ m}^3$ och mellan väggens area är $S = 10 \text{ m}^2$.

f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L_{p1} (dB)	90	90	90	90	90	90
L_{p2} (dB)	70	65	60	52	46	40
L_{p0} (dB)	65	60	50	47	40	32
T_{60} (s)	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5

Bestäm uppmätt reduktionstal för väggen och plotta det i ett diagram som funktion av frekvensen. (10 p)

5. En gitarrsträng är fastspänd i båda ändar. Om man slår med en viss kraft på strängen hörs en ton med en viss frekvens. Hur ändras frekvensen i strängen vid en fördubbling av:

- a) Strängens längd (m) (2 p)
- b) Strängens E-modul (N/m^2) (2 p)
- c) Strängens längddensitet (kg/m) (2 p)
- d) Kraften i slaget (N) (2 p)
- e) Spännkraften i strängen (N) (2 p)

Motivera svaren!

6. En ljudvåg infaller från luft mot ett medium y med en impedans som är mycket högre än för luft, dvs $Z_{\text{luft}} \ll Z_y$. Bestäm:

- a) transmissionfaktor t , (2 p)
- b) transmissionskoefficient τ (2 p)
- c) reflektionsfaktor r (2 p)
- d) reflektionskoefficient ρ (2 p)

Förklara också med ord vad samtliga parametrar ovan anger.

- e) Kommentera resultatet i a): om en ljudvåg infaller från luft mot t ex en hård vägg, borde det över huvud taget bli någon transmission då? (2 p)

God Jul!