

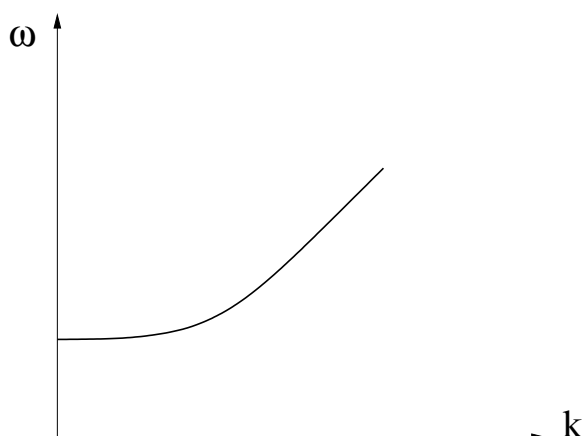
Øving 9

Denne øvingen leveres på tradisjonelt vis; dvs det holder ikke bare å levere inn en rekke med bokstavsvar.

Oppgave 1

a) Figuren viser sammenhengen mellom vinkelfrekvensen ω og bølgetallet k for en bestemt type bølger. Hvilket utsagn er da korrekt?

- A) Fasehastigheten er her den samme uansett bølgelengde.
- B) Fasehastigheten er her størst for korte bølgelengder.
- C) Fasehastigheten er her størst for lange bølgelengder.
- D) Fasehastigheten øker alltid med økende frekvens.



b) Transversale bølger på en streng med strekk-kraft S forplanter seg med bølgehastighet v . En *liten* endring ΔS i strekk-kraften fører da til en endring i bølgehastigheten lik

- A) $\Delta v = -v \Delta S / 2S$
- B) $\Delta v = v \Delta S / 2S$
- C) $\Delta v = v \Delta S / S$
- D) $\Delta v = -v \Delta S / S$

c) Transversale bølger på en streng med massetetthet μ forplanter seg med bølgehastighet v . En *liten* endring $\Delta \mu$ i massetettheten fører da til en endring i bølgehastigheten lik

- A) $\Delta v = -v \Delta \mu / 2\mu$
- B) $\Delta v = v \Delta \mu / 2\mu$
- C) $\Delta v = v \Delta \mu / \mu$
- D) $\Delta v = -v \Delta \mu / \mu$

d) To lydbølger har intensiteter som adskiller seg med 5 dB. Hva er da forholdet mellom intensitetene til de to bølgene?

- A) 5.00
- B) 3.16
- C) 1.78
- D) 1.05

e) To lydbølger har intensiteter som adskiller seg med 5 dB. Hva er da forholdet mellom trykk(-variasjons-)amplitudene til de to bølgene?

- A) 5.00
- B) 3.16
- C) 1.78
- D) 1.05

f) En høyttaler genererer halvkuleformede lydbølger med en (midlere) effekt på 0.2 W uniformt fordelt over alle (halvkulens) retninger. Hva er intensitetsnivået i en avstand 4 m foran høyttaleren?

- A) 62 dB
- B) 73 dB
- C) 82 dB
- D) 93 dB

Oppgave 2

Under en stille samtale på lesesalen, med en meters avstand mellom de to som deltar i samtalen, har lydbølgene en intensitet 10^{-9} W/m^2 . Vi antar for enkelhets skyld at vi kan betrakte lydbølgene som plane harmoniske bølger, slik at forskyvningen til luftmolekylene (midlere longitudinalt utsving fra likevekt) er gitt ved

$$\xi(x, t) = \xi_0 \sin(kx - \omega t).$$

La oss her kun se på bølger med en bestemt frekvens, f.eks $f = 1.0 \text{ kHz}$. Lufta har massetetthet $\rho = 1.29 \text{ kg/m}^3$ og bulkmodul $B = 1.42 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, og bølgehastigheten er $v = 330 \text{ m/s}$.

a) Hva er lydbølgens bølgelengde?

- A) 11 cm
- B) 22 cm
- C) 33 cm
- D) 44 cm

b) Hvor mange dB (desibel) tilsvarer den oppgitte intensiteten?

- A) -30 dB
- B) 0 dB
- C) 30 dB
- D) 60 dB

c) Omtrent hvor stor effekt mottar ørets trommehinne fra en slik lydbølge? (Tips: Gjør et overslag vedrørende trommehinnens areal.)

- A) ca 0.05 pW
- B) ca 50 pW
- C) ca 5 nW
- D) ca 5 μW

d) Hva er lydbølgens utsvingsamplitude ξ_0 ?

- A) 1.8 mm
- B) 0.22 μm
- C) 5.41 nm
- D) 0.34 nm

e) Hva er amplituden \mathcal{P}_0 til den tilhørende trykk(-variasjons-)bølgen $\Delta p(x, t) = \mathcal{P}_0 \cos(kx - \omega t)$?

- A) 4.5 nPa
- B) 0.9 mPa
- C) 4.5 Pa
- D) 90 Pa

f) Hva blir relativ trykkvariasjon \mathcal{P}_0/p_0 , der p_0 er likevektstrykket (1 atm)?

- A) $9 \cdot 10^{-9}$
- B) $4 \cdot 10^{-6}$
- C) $2 \cdot 10^{-4}$
- D) 0.09

Oppgave 3

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) De stående bølgene på en vibrerende gitarstreng genererer lydbølger i lufta omkring. De stående bølgene på gitarstrengen og lydbølgene i lufta har samme

- A) bølgelengde
- B) hastighet
- C) amplitude
- D) frekvens

Oppgave 4

En jevntykk streng med masse M og lengde L er festet i den ene enden og roterer i horisontalplanet med en omløpsperiode T . Se bort fra luftmotstand og påvirkning av tyngdekraften, slik at strengen hele tiden peker rett ut fra festepunktet.

En bølgepuls genereres innerst på strengen og propagerer utover strengen. Forklar hvorfor tiden τ som bølgepulsen bruker på å vandre hele strengens lengde L kun vil avhenge av omløpsperioden T . (Vandretiden er med andre ord uavhengig av strengens lengde.) Regn ut τ .

Tips: Finn først snordraget $S(r)$ i avstand r fra festepunktet. Videre vil du trolig få bruk for integralet

$$\int_0^a \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \frac{\pi}{2}$$

(som du forøvrig lett regner ut selv ved å substituere $x = a \sin \alpha$).

Fasitsvar på oppgave 4: $T/2\sqrt{2}$