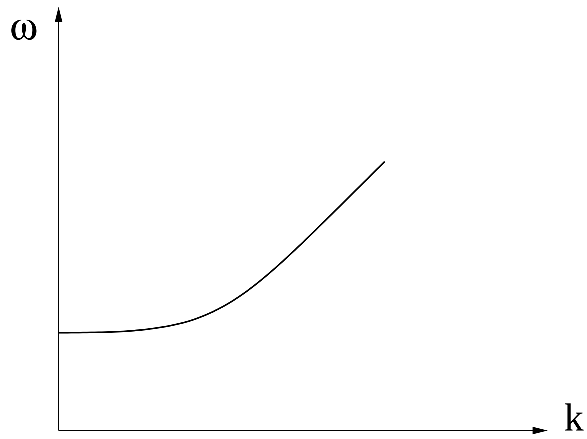
TFY4106 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Øving 9.

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 $f = 1.0$ kHz. Lufta har massetetthet $\rho = 1.29$ kg/m^3 og bulkmodul $B = 1.42 \cdot 10^5$ Pa, og bølgehastigheten er $v = 330$ 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 $\mathscr{P}_0$ til den tilhørende trykk(-variasjons-)bølgen $\Delta p(x,t) = \mathscr{P}_0 \cos(kx - \omega t)$?

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

f Hva blir relativ trykkvariasjon $\mathscr{P}_0/p_0$, 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: $T/2\sqrt{2}$