TFY4160/FY1002 Bølgefysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2007.
Veiledning: 3. og 4. oktober. Innleveringsfrist: Mandag 8. oktober kl 12:00.

Øving 6

Oppgave 1

a) 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

b) 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

c) 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

a) Bestem lydhastigheten i argon ved temperatur 30°C. Argon er en gass med en-atomige molekyler med atommasse 40. Anta ideell gass og adiabatiske forhold (dvs ingen varmeutveksling). Massen til ett nukleon (proton eller nøytron) er $1.67 \cdot 10^{-27}$ kg.

b) Den eksperimentelle verdien er 324.37 m/s, se f.eks. Smith og Harlow, Brit. J. Appl. Phys. 14 (1963), side 102-106, der målingene ble utført ved et trykk på 1 atm, dvs 10^5 Pa (1 Pa (pascal) $\equiv$ 1N/m^2), og temperatur 30°C. Hvilken lydhastighet ville Smith og Harlow ha målt ved et trykk på 2 atm og temperatur 30°C?

Hvilken lydhastighet ville Smith og Harlow ha målt dersom argongassen, med i utgangspunktet temperatur 30°C og trykk 1 atm, ble presset sammen adiabatisk (dvs uten varmeutveksling med omgivelsene) til et trykk på 2 atm? (Tips: Både p og ρ (og T) endres.)

Oppgitt:
Ideell gass: $pV = Nk_BT$ Ved adiabatiske forhold: $pV^\gamma =$ konstant. Gass med en-atomige molekyler: $\gamma = 5/3$. Gass med to-atomige molekyler: $\gamma = 7/5$.
Adiabatkonstanten γ er forholdet mellom varmekapasiteten (evt spesifikk varme) målt ved konstant trykk og varmekapasiteten målt ved konstant volum, dvs $\gamma \equiv C_p/C_V$.

Noen svar:
3a: 323 m/s 3b: 324.37 m/s, 372.60 m/s

Oppgave 3

En 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. Hvor lang tid bruker bølgepulsen på å vandre hele strengens lengde L?

Oppgave 4

Anta at vi har en plan lydbølge som forplanter seg i positiv z-retning i en gass med toatomige molekyler med masse M og temperatur T.

a) Vis at lydhastigheten v_s og midlere molekylhastighet i z-retningen, v_z, da er omtrent like store. Det oppgis at midlere kinetiske energi til molekylene i gassen er lik $(3/2)k_BT$, der k_B er Boltzmanns konstant.

b) Vi har slått fast at vi har såkalte adiabatiske forhold når lyd forplanter seg i en gass, dvs at gassen ikke har tid til å utjevne temperaturen (evt: utveksle varme) mellom områder med høyt og lavt trykk i løpet av en halv periode. En halv periode er den tiden det tar for områder med høyt og lavt trykk å "bytte plass", og disse områdene er adskilt med en halv bølgelengde. Hvis vi antar at utveksling av varme foregår ved at molekyler med høy midlere kinetisk energi kolliderer med molekyler med lav midlere kinetisk energi, hvordan kan vi da være sikre på at antagelsen om adiabatiske forhold er en god antagelse? [Tips: Hvor stor er den minste bølgelengden for hørbar lyd? Hvor langt reiser molekylene i gjennomsnitt i z-retningen i løpet av en halv periode?]