

# Oppgaver i FYS2130 for uke 8 2009 (16. -21. februar 2009)

## *Diskusjonsoppgaver:*

1. Når lyd går fra luft til vann, hvilken av følgende størrelser holder seg konstant: Bølgelengde, bølgehastighet, frekvens, utslag (i posisjon) for molekylene som bringer lyden videre?
2. I en trompet kan man spille forskjellige toner ved å trykke på ventiler som fører til at lufta går gjennom bøyer (av ulik lengde) som forlenger effektiv lengde på luftstrengen innenfor instrumentet. Hvordan kan man spille forskjellige toner på et "posthorn" eller lignende instrumenter der man ikke kan forlenge effektiv lengde? Kan man spille samme type melodier på et slikt instrument som f.eks. på en trompet?
3. Dersom man inhalerer helium og prater, får man en "Donald Duck stemme" som er lys og skrikende. Hva er grunnen til det? [Husk at å inhalere for mye helium kan gi helseskader og død, så vær forsiktig dersom du forsøker å teste ut dette i praksis!]
4. Når man spiller en akustisk gitar, blir klangen forskjellig alt etter om man klipper på strengene helt ned mot tverrbåndene hvor strengen slutter sammenlignet med dersom man klimprer på strengen nær hullet i gitaren (eller enda nærmere midt på strengen). Hva er grunnen til forskjellen i tonekvalitet? Og hvordan vil du karakterisere forskjellen?
5. Går det an å si som så: Å legge til  $X$  dB i lyden svarer til å multiplisere intensiteten til den opprinnelige lydbølgen med et bestemt faktor?
6. Ved en orgelkonsert merket en lytter seg at etter at organisten hadde avsluttet spillingen, tok det likevel noen få sekunder før lyden forsvant helt. Hva er grunnen til at lyden gradvis går mot null? Og hvor blir det av den energien som var i den opprinnelige lyden?
7. Anta at vi står stille et sted og hører en fabrikkpipe varsle at arbeidsdagen er slutt. Det blåser nokså friskt fra fabrikkpipa mot oss. Vi vil merke et Dopplerskift i lyden?
8. Innbyggere i Los Angeles kunne merke når romfergen var på vei mot landing i ørkenstrøkene litt nord-øst for byen. Forklar hvilket fenomen man kunne basere seg på, og hvordan geometrien var når man observerte dette fenomenet.
9. Hva er utgangspunktet vi bruker for å vise at bevegelsen til en streng spent ut mellom to punkter, kan beskrives ved hjelp av bølgeligningen?
- 10- Hva var det tilsvarende utgangspunkt vi brukte for å vise at bevegelsen til luft eller væske under visse omstendigheter kan beskrives ved hjelp av bølgeligningen?

## *Vanlige oppgaver:*

11. Anta (foreløpig) at intensiteten til lyden som kommer fra et kor er proporsjonalt med antall sangere. Hvor mye kraftigere, angitt i en desibelskala, vil et kor på 100 korister lyde sammenlignet med et kor på fire personer (en kvartett)?
12. Anta at en person ligger på en strand og lytter til en CDspiller som står 1 meter fra hodet og at musikken har en intensitet på 90 dB. Hvor kraftig lyd vil en nabo på stranden som er fire meter unna høytaleren høre musikken? Dersom naboen klager på lydnivået, hva kan den første personen gjøre for å bedre på forholdet? Presenter gjerne en beregning som kan belegge ditt forslag.

13. Anta at to høyttalere står 2.0 meter fra hverandre og spiller en sinustone med identisk frekvens og fase. Frekvensen er 200 Hz. Finn punkter på linjen mellom høyttalerne hvor det er enten konstruktiv eller destruktiv interferens. Finn også de nærmeste punktene på forlengelsen av linjen mellom høyttalerne (altså utenfor høyttalerne) hvor man har konstruktiv og destruktiv interferens. Vil lydnivået i alle de nevnte punktene bli svært påvirket av interferensen? Begrunn svaret.

14. To strenger på et instrument blir begge stemt til å svinge ved 440 Hz. Etter noen timer merker man at de ikke lenger har samme frekvens, for vi hører en svevetone på 2 Hz når vi lar begge strengene svinge samtidig. Anta at en av strengene fortsatt svinger ved 440 Hz. Hvilken (hvilke) frekvens(er) kan den andre strengen ha? Hvor mye har strammingen endret seg på den strengen som har mistet sin stemming?

15. Anta at en du kjører bil i 60 km/t og hører at en politibil med sirener nærmer seg bakfra og kjører forbi. Du merker den vanlige endringen i lyd idet bilen passerer. Anta at politibilen kjører i 110 km/t og at den øvre frekvensen i sirenen har en frekvens på 600 Hz dersom vi hadde lyttet til sirenen i politibilen. Hvilke frekvenser opplever vi å høre før og etter at politibilen har kjørt forbi oss?

16. Anta at et jagerfly tar av fra Bodø flyplass og når 1.75 Mach allerede ved 950 m høyde. Hvilken vinkel har sjokkbølgen? Hvor lang tid tar det fra flyet passerer direkte over en person på bakken før personen merker sjokkbølgen? Se bort fra endringer i lyd hastighet med høyden.

17. Ved en ultralydundersøkelse av et foster benyttes dopplereffekten for å måle hastigheten til hjertebevegelsen i fosteret. Lyden har en frekvens på 2.000000 MHz, men lyden tilbake har en frekvens på 2.000170 MHz. Hvor stor hastighet hadde den delen av fosterets hjerte hvor lyden ble reflektert fra, i den korte perioden der denne målingen ble foretatt. Lyd hastigheten i fosteret er om lag 1500 m/s.

18. Krabbetåken er en gass-skuy som kan observeres også med små teleskop. Den er restene etter en supernova som ble sett på jorda 4. juli 1054. Gass i de ytterste lagene av skyen har en rød farge som kommer av varm hydrogen gass. På jorden har slik gass en frekvens på  $4.568 \times 10^{14}$  Hz, men lyset fra Krabbetåken har frekvensen  $4.586 \times 10^{14}$  Hz.

a) Beregn hvilken hastighet gassen i ytre del av Krabbetåken beveger seg med. [Anta at lyshastigheten er  $3.0 \times 10^8$  m/s, og at relativistisk dopplerskift for elektromagnetiske bølger tilnærmet kan gis som  $f_{\text{observatør}} = (1-v/c) f_{\text{kilde}}$  dersom kilden beveger seg med hastigheten  $v$  vekk fra observatøren.]

b) Anta at gassen i den ytre delen av skyen har beveget seg med samme hastighet helt siden supernovaen "gikk i lufta". Estimer størrelsen av Krabbetåken slik den er nå. Angi svaret både i meter og i lysår.

c) Vinkeldiameteren til Krabbetåken når vi ser den fra Jorden er om lag 5 bueminutter. Et bueminutt er 1/60 av en grad. Estimer avstanden (i lysår) til Krabbetåken. Når fant egentlig eksplosjonen av stjernen sted (om lag).

19. En pianostemmer stemmer først alle tre C-strengene slik at de får frekvensen 261.63 Hz. [Hun starter egentlig ut med en annen frekvens, men la oss ta dette utgangspunktet her.] Hun ønsker nå å stemme F-strengene ved å ta utgangspunkt i C bruke "renstemming" der frekvensen til F er nøyaktig 4/3 av frekvensen til C. Dette gjør hun for samtlige tre F-strenger som anslås når man trykker på tangenten. Hun skjevstemmer så én av de tre F-strengene ved å lytte til sveveld-frekvensen hun får når hun trykker på tangenten. Ved å stille inn sveveld-frekvensen korrekt, oppnår hun at strengen får korrekt frekvens i en temperert skala. Hvilken sveveld-frekvens må hun velge?

20. Ut fra hva du og dine medstudenter fikk som resultat fra Oblig 1, vil du tro at man pianostemmeren kan høre forskjell på den renstemte F og den tempererte F dersom hun bare hørte den ene og den andre hver for seg (uten å bruke sveveld-trikset)?