TFY4106 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Våren 2016.
Øving 10. Veiledning i uke 13.

Oppgave 1. Dopplereffekt. Svevning. Interferens.

a) En ambulansesirene genererer en harmonisk lydbølge med frekvens 850 Hz. En sterk vind blåser i retning fra ambulansen og mot deg, med vindhastighet 25 m/s. Både du og ambulansen står stille. Hvilken frekvens hører du? (Lydhastigheten er 340 m/s.)

A) 783 Hz B) 850 Hz C) 917 Hz D) 985 Hz

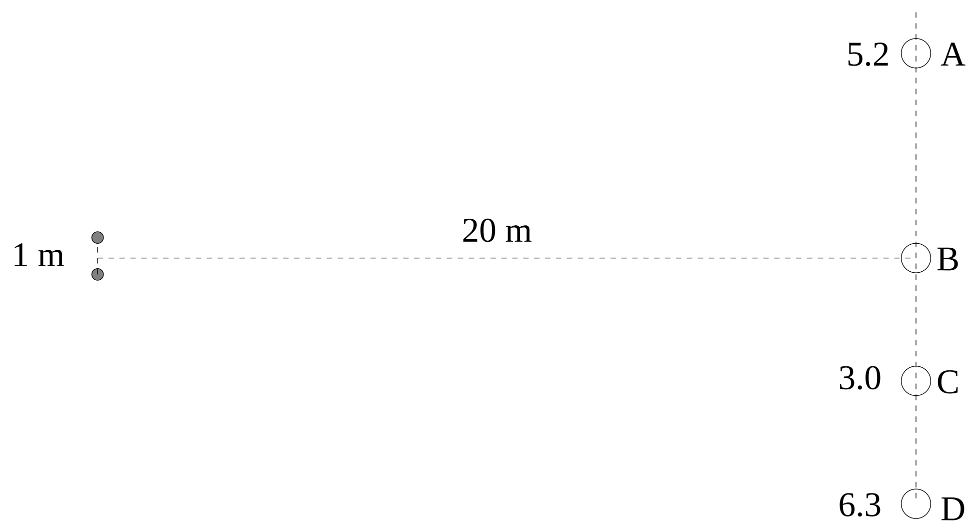
b) En flaggermus flyr med hastighet 10 m/s rett mot en plan vegg og sender ut ultralydsignaler med frekvens 100 kHz. Hvilken frekvens hører flaggermusen på ekkoet (dvs den reflekterte lyden) fra veggen? (Veggen mottar og reflekterer med en og samme frekvens. Lydhastigheten er 340 m/s.)

A) 120 kHz B) 106 kHz C) 93 kHz D) 81 kHz

c) Du har en stemmegaffel som genererer en 440 Hz tone. Når du slår på stemmegaffelen og A-tangenten på pianoet ditt samtidig, hører du lydmaksima med 1 sekunds mellomrom. Du kan da konkludere med at pianoets A-streng genererer en lydbølge med frekvens

A) 438 Hz B) 441 Hz C) 438 eller 442 Hz D) 439 eller 441 Hz

d) To små kuleformede høyttalere er plassert 1 meter fra hverandre og sender ut kuleformede lydbølger i fase, med lik frekvens 3400 Hz. I avstand 20 m fra høyttalerne sitter Anne (A), Bjarne (B), Camilla (C) og Dag (D) på rekke og rad, som vist i figuren. Tallene angir de ulike personenes avstand fra senterlinjen. (Bjarne sitter på senterlinjen.) Lydhastigheten er 340 m/s. Hvem hører maksimal intensitet og hvem hører minimal intensitet?



A) Bjarne hører max, resten hører min.
B) Guttene hører max, jentene hører min.
C) Guttene hører min, jentene hører max.
D) Anne og Dag hører max, Bjarne og Camilla hører min.

Oppgave 2. Termisk fysikk: Ideell gass. Volumutvidelse.

a) Hvor stor masse har lufta i soverommet ditt, sånn omtrent?

A) ca 3 g   B) ca 300 g   C) ca 30 kg   D) ca 3 tonn

b) Omtrent hvor mye etanol må du ha i ”kula” nederst på et sprittermometer dersom 1 mm på søylen skal tilsvare 0.1°C? Anta et sirkulært tverrsnitt på spritsøylen med diameter ca 0.4 mm. Relativ volumøkning for etanol er 0.1% når temperaturen øker med en grad. ($\beta = (\Delta V/V)/\Delta T = 0.001\,\mathrm{K}^{-1}$)

A) ca 1.3 mL   B) ca 1.3 cL   C) ca 1.3 dL   D) ca 1.3 L

c) Hva er trykket dersom ett mol luft ved 20°C okkuperer et volum 24.0 L? (Anta at lufta kan betraktes som en ideell gass.)

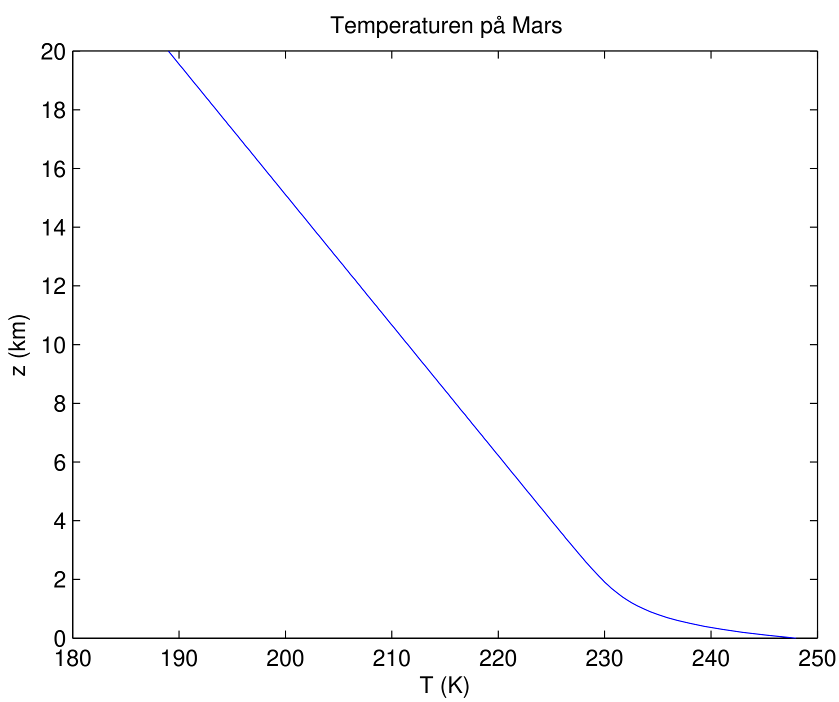
A) 1 atm   B) 3 atm   C) 5 atm   D) 7 atm

Oppgave 3. Atmosfæren på Mars

Temperaturmålinger i atmosfæren på planeten Mars kan med god tilnærmelse beskrives med funksjonen

$$T(z) = 234.0 - 2.25\,z + 14\,e^{-2z}.$$

Her er z høyde over bakkenivå, målt i enheten km, og T er absolutt temperatur. Oppgaven består i å beregne trykkprofilen $p(z)$ med utgangspunkt i temperaturprofilen $T(z)$.



a) Vis at tyngden av en luftsøyle mellom z og $z + dz$ medfører at trykket $p(z)$ varierer med høyden i henhold til ligningen

$$\frac{dp}{dz} = -\mu g.$$

Her er μ (den lokale) massetettheten, og g er tyngdens akselerasjon.

b) Anta at atmosfæren på Mars kan betraktes som en ideell gass og vis at massetettheten da kan skrives på formen

$$\mu(z) = \frac{p(z)m}{RT(z)}.$$

Her er m atmosfærens midlere molare masse, en størrelse som vi her skal anta er uavhengig av hvor i atmosfæren vi befinner oss.

c) Anta nå at trykket på bakkenivå, $p_0 = p(0)$, er kjent, og vis at trykket i høyde z over bakkenivå har avtatt til verdien

$$p(z) = p_0 \exp(-\int_0^z dz'/H(z')),$$

med den såkalte skalahøyden

$$H(z) = RT(z)/mg(z).$$

Tyngdens akselerasjon g vil som kjent variere med avstanden fra planetens sentrum (og dermed med høyden z), men atmosfæren på Mars er i all hovedsak lokalisert innenfor høydeverdier (15 – 20 km) som gjør det til en utmerket tilnærmelse å regne med konstant verdi $g = 3.71$ m/s^2.

d) Dersom temperaturen T kunne regnes som konstant og lik 234 K, hva ville da (den konstante) skalahøyden $H = RT/mg$ være på Mars, der midlere molare masse er $m = 43.34$ g? Med hvilken tallfaktor ville i så fall trykket være redusert i høyden $z = H$, relativt trykket på bakkenivå?

e) Med høydeavhengig temperatur $T(z)$ (som nevnt innledningsvis) er det (med all sannsynlighet) ikke mulig å løse integralet i punkt *c*) analytisk, men som godt oppdratt NTNU-student lar du deg ikke stoppe av denslags: Løs integralet numerisk (med Matlab), og beregn på den måten trykkprofilen $p(z)$ fra bakkenivå og opp til en høyde 16 km. Bruk en metode for numerisk integrasjon som du har lært tidligere (f.eks. midtpunktmetoden, trapesmetoden eller Simpsons metode; se evt wikipedia, andre nettsider, en bok, eller be om hjelp på øvingstimen). Hovedresultatet skal være en figur der p er plottet som funksjon av z, med angivelse av både fysisk størrelse og enhet langs begge akser. Verdien av trykket på bakkenivå kan du sette lik 600 Pa.

f) Utvid programmet ditt til også å beregne $p(z)$ med antagelsen at temperaturen er konstant og lik 234 K. Plott den resulterende trykkprofilen i samme figur som trykkprofilen beregnet med varierende temperatur.