ØVING 7

Veiledning: *17-20.10*
Innleveringsfrist: *21.10*

NB! For alle de 4 første oppgavene nedenfor antar vi lydhastighet $c = 331$ m/s.

Oppgave 1

To biler med hastigheter $v_1 = 60.0$ km/t og $v_2 = 90.0$ km/t kjører på en rett vegstrekning mot hverandre. Fløytene til begge bilene sender ut en tone med frekvens $f = 524$ Hz. Beregn frekvensene som de to sjåførene hører kommende fra den andres bil.

Fasit: 595 Hz og 593 Hz

Oppgave 2

Et tog nærmer seg en fjellvegg med hastighet 75 km/t. Togføreren sender ut et fløytesignal med frekvens 420 Hz. Hva er frekvensen til ekkoet som togføreren hører?

Fasit: 476 Hz

Oppgave 3

Fløyten til et tog genererer en tone på 440 Hz og toget nærmer seg en stasjon med hastighet 30 m/s. En stødig vind blåser med 20 m/s i samme retning som toget kjører. Hvilken frekvens vil en observatør som står på perongen, høre?

Fasit: 481 Hz

Oppgave 4

Et Concorde overlydsfly passerer rett over deg med høyde 12000 m. 30.4 s senere blir du truffet av en sjokkbølge.
Hva er hastigheten til Concorde-flyet, og hva er toppvinkelen i Mach-konen (kjeglen) som genereres av Concorde-flyet?

Fasit: 2190 km/t og 33.0°

Oppgave 5

Vi antar at vi i vakuum har et elektrisk felt E rettet i y-retning og et magnetisk felt B rettet i z-retning. Vi antar videre at både E og B bare avhenger av x og t, dvs. $E = E(x,t)$ og $B = B(x,t)$. Vis ved hjelp av Faraday-Henry's lov (A&F lign. (27.2)) og Ampère-Maxwell's lov

(A&F lign. (27.14)) at $E(x,t)$ og $B(x,t)$ respektivt må oppfylle ligningene:

$$\frac{\partial^2 E(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 E(x,t)}{\partial t^2}$$

og

$$\frac{\partial^2 B(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 B(x,t)}{\partial t^2}$$

der

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}.$$

Merk at dette betyr at dersom E og B varierer med tiden, så følger det av de to ovenfornevnte ligninger (A&F lign. (27.2) og (27.14)) at variasjonen må forplante seg som en bølge i x-retning.

NB! Benytt gjerne A&F s. 785 og s. 786 til hjelp, men husk å bruke partiell derivasjon der partiell derivasjon skal brukes.

(Merk og at dette er å utlede bølgeligningene for elektromagnetiske felt fra Maxwells ligninger på integralform. I forelesningene har vi gjort det ut fra Maxwells ligninger på differensialform.)