Løsningsforslag til eksamen i FYS1000, 13/6 2016

Oppgave 1

a) Sola skinner både på snøen og på treet. Men snøen er hvit og reflekterer det meste av sollyset. Derfor varmes den ikke så mye opp. Treet er mørkt, og absorberer sollyset godt. Det blir varmt, og sender dermed ut varmestråling. Denne har mye lengre bølgelengde enn det synlige lyset fra sola. Vi ser av grafen at andelen stråling som reflekteres fra snøen synker, og blir tilnærmet null over 1500 nm. Det betyr at snøen absorberer varmestrålinga fra treet godt, og dermed varmes den opp mer nær treet enn langt unna. Derfor smelter snøen fortere nær treet.

b) Krafta i strikken må være lik tyngdekrafta: $F = G = mg = 0,050 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,49 \text{ N}$. Fra grafen leser vi av at dette svarer til en forlengelse på ca 7,8 cm.

c) Vi må tilføre mest energi til den beholderen med et bevegelig stempel. Dette er fordi ved oppvarmingen vil volumet til denne beholderen øke, og den gjør dermed et arbeid på omgivelsene. En del av den energien vi tilfører går altså til dette arbeidet, og det blir mindre igjen til å øke den indre energien. I den faste beholderen vil all den tilførte energien gå til økning av den indre energien, og vi må tilføre mindre for å få samme temperaturøkning.

d) Demningene må være like tykke. Hvor solid demningen må være avhenger av trykket den blir påvirket av. Dette er bare avhengig av dybden, og det spiller ikke noen rolle hvor stor vannmengde det er.

e) Vi har at energien til et foton er $E_f = hf = \frac{hc}{\lambda}$. Denne energien må være lik differansen ΔE i energi fra grunntilstanden (nivå 1) og opp til et eksitert nivå. De lengste bølgelengdene svarer til de minste energiene, dvs. at vi må se på overganger til nivåene 2,3 og 4. Fra tabellen finner vi da

$$\lambda_{12} = \frac{hc}{\Delta E_{12}} = \frac{hc}{3,171 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = 62,7 \text{ nm}$$
$$\lambda_{13} = \frac{hc}{\Delta E_{13}} = \frac{hc}{3,299 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = 60,3 \text{ nm}$$
$$\lambda_{14} = \frac{hc}{\Delta E_{14}} = \frac{hc}{3,354 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = 59,3 \text{ nm}$$

f) La $m_1 = 70$ kg (husk at 1 l vann veier 1 kg), $T_1 = 28°\text{C}$, $T_2 = 85°\text{C}$, $T = 32°\text{C}$ og m_2 massen til det varme vannet som vi vil finne. Hvis c er spesifikk varmekapasitet til vann er varmen avgitt fra det varme vannet $cm_2(T_2 - T)$ og varmen tatt imot av det kalde vannet $cm_1(T-T_1)$. Hvis vi setter disse lik hverandre får vi $cm_2(T_2-T) = cm_1(T-T_1)$ som gir

$$m_2 = m_1 \frac{T-T_1}{T_2-T} = 5,3 \text{ kg}$$

g) Halveringstida er $t_{1/2} = 8{,}0$ døgn. Vi har at aktiviteten er $A = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ og dermed får vi ved å dele med A_0 og ta logritmen på begge sider

$$\ln(A/A_0) = \frac{t}{t_{1/2}} \ln(1/2) \qquad \text{eller} \qquad t = t_{1/2} \frac{\ln(A/A_0)}{\ln(1/2)} = 35 \text{ døgn}$$

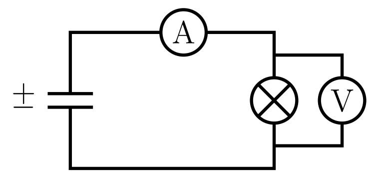
h) Hvis vi velger momentpunkt der planken hviler mot gulvet og kaller massen m, vinkelen $\theta = 54°$, snordraget S og lengden L får vi at momentet fra snordraget er $M_S = SL\cos\theta$ (vi velger positiv rotasjonsretning mot klokka). Momentet fra tyngdekraften er $MG = -mgL/2\cos\theta$. Normalkrafen fra gulvet har ikke noen arm, og dermed ikke noe moment. Hvis summen av momentene skal være null må

$$SL\cos\theta = mgL/2\cos\theta \qquad \text{eller} \qquad S = mg/2 = 37 \text{ N}$$

i) Ringen har all sin masse maksimalt langt fra rotasjonsaksen, og dermed det største treghetsmomentet. Kula har en stor del av massen nær aksen, og dermed minst treghetsmoment.

j) Den totale energimengden frigjert ved forbrenningen er $E = 37 \cdot 10^6$ J/kg(214 kg $-$ 81 kg) $= 4,92 \cdot 10^9$ J. Tida er $t = 382 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$ s $= 3,30 \cdot 10^7$ s. Effekten blir $p = E/t = 149$ W.

k) Amperemeteret må kobles i serie for å måle hvor mye strøm som går gjennom pæra. For at det ikke skal påvirke strømmen må det ha liten indre resistans. Voltmeteret kobles i parallell til lyspæra for å måle spenningen over den, og har stor indre resistans for at det ikke skal gå for mye strøm gjennom voltmeteret.



l) Vi har Poiseuilles lov for strøming av viskøs væske gjennom rør:

$$q_v = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8\eta l}$$

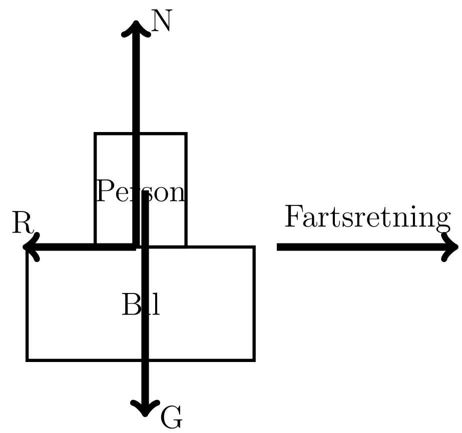
Som vi kan skrive om for å finne trykkforskjellen mellom endene:

$$\Delta p = \frac{8\eta l q_v}{\pi r^4} \propto \frac{l}{r^4}$$

Vi ser at trykkfallet blir stort for stor lengde og liten radius. Det betyr at røret med lengden 2,0 m og diameteren 1,0 cm får størst trykkfall.

Oppgave 2

a) Friksjonskrafta fra setet på personen må være motsatt av fartsretninga siden vi bremser.



b) Vi har

$$ma = R \leq \mu N = \mu m g$$

og dermed $a \leq \mu g = 8,3\ \mathrm{m/s^2}$.

c) Hvis startfarten er $v_0 = 80$ km/t $= 22,2$ m/s og vi bremser opp til $v = 0$ på strekningen $s = 1,0$ m blir akselerasjonen

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} = -\frac{v_0^2}{2s} = -246,9\ \mathrm{m/s^2} = -25g$$

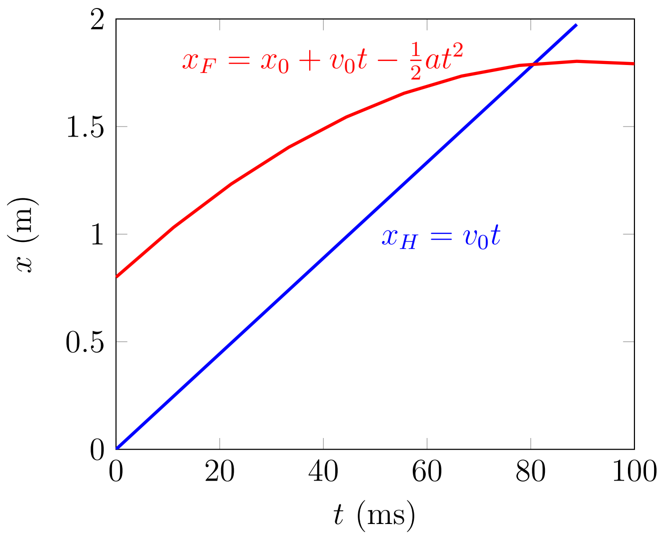
d) Vi definerer en koordinatakse med origo der hodet er idet kollisjonen starter. Da har frontruta en startposisjon $x_0 = 0,80$ m. Hodet beveger seg med konstant fart v_0, og posisjonen til hodet er

$$x_H = v_0 t$$

Frontruta opplever akselerasjonen a som vi fant i c), og den får posisjonen

$$x_F = x_0 + v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$$

Begge posisjonene er vist i grafen under.



Hodet treffer frontruta når $x_H = x_F$:

$$v_0 t = x_0 + v_0 t - \frac{1}{2}at^2$$

som gir

$$t = \frac{2\sqrt{x_0 s}}{v_0} = 80 \text{ ms}$$

Oppgave 3

a) Siden lyden bare brer seg over vannet fordeler effekten seg over ei halvkule med areal $A = 2\pi r^2$. Det gir lydintensiteten $I = P/A = 7,958 \cdot 10^{-13}$ W/m^2. Lydintensitetsnivået blir $L = \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ 10 dB $= -1,0$ dB. Negativt lydintensitetsnivå betyr at intensiteten er mindre enn referanseintensiteten $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 som er grensen for hva vi kan høre. Denne lyden kan altså ikke høres.

b) Istedenfor ei halvkule brer lyden seg nå over en sylinder med radien $r = 1000$ m og høyden $h = 10$ m, med arealet $A = 2\pi rh$. Da blir lydintensiteten $I = 7,96 \cdot 10^{-11}$ W/m^2 og lydintensitetsnivået $L = 19$ dB.

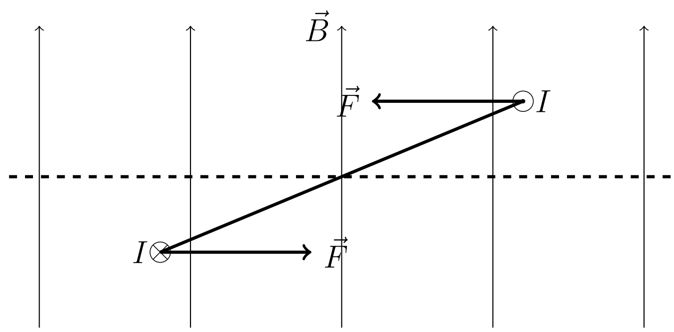
c) Hvis vannet er kaldt og det tilføres varm luft, vil lufta først kjøles ned nær vannflata. Da får vi en situasjon der lufta er kaldest nederst og varmere høyere opp.

d) Bølger brytes alltid mot det området der bølgefarten er mindre, som vi ser fra Snells lov. Vi kan illustrere det ved å se på en bølgefront som opprinnelig er vertikal, som svarer til at forplantningsretningen retningen er horisontal. Etter en tid vil den delen av bølgefronten som ligger nær vannflata, og som har liten bølgefart, ligge etter den delen som er høyere opp. Dette gjør at bølgefronten blir skrå, og forplantningsretningen, som er normalt på bølgefronten, blir nedover mot vannflata. Når lyden treffer vannflata vil den reflekteres opp igjen, for så å brytes nedover, og slik holdes den avgrenset til høyden h.

Oppgave 4

a) Hvis vi sender inn en vekselstrøm på den kvadratiske strømsløyfa som kan rotere, så vil det bli en kraft på strømsløyfa, og hvis frekvensen til strømmen er tilpasset hvor fort den roterer vil sløyfa rotere, og vi har en motor. Hvis vi roterer sløyfa med en ytre kraft vil det induseres en spenning, og vi har en generator.

b) $F = IlB = 0,60\ \text{A} \cdot 0,12\ \text{m} \cdot 0,25\ \text{T} = 18 \cdot 10^{-3}\ \text{N}$.



c) Vi har at fluks er $\Phi = \vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\alpha = AB\cos\omega t$. Faradays induksjonslov: $U = -\Phi'(t) = -AB(\cos\omega t)' = AB\omega\sin\omega t = U_0\sin\omega t$.

d) Vi trenger $\omega = 2\pi 50 = 314$ rad/s. Siden det er 100 vindinger blir indusert spenning 100 ganger større enn med en vinding. Dermed er $U_0 = 100AB\omega = 100 \cdot (0,12\ \text{m})^2 \cdot 0,25\ \text{T} \cdot 314\ \text{rad/s} = 113\ \text{V} = 0,11\ \text{kV}$.