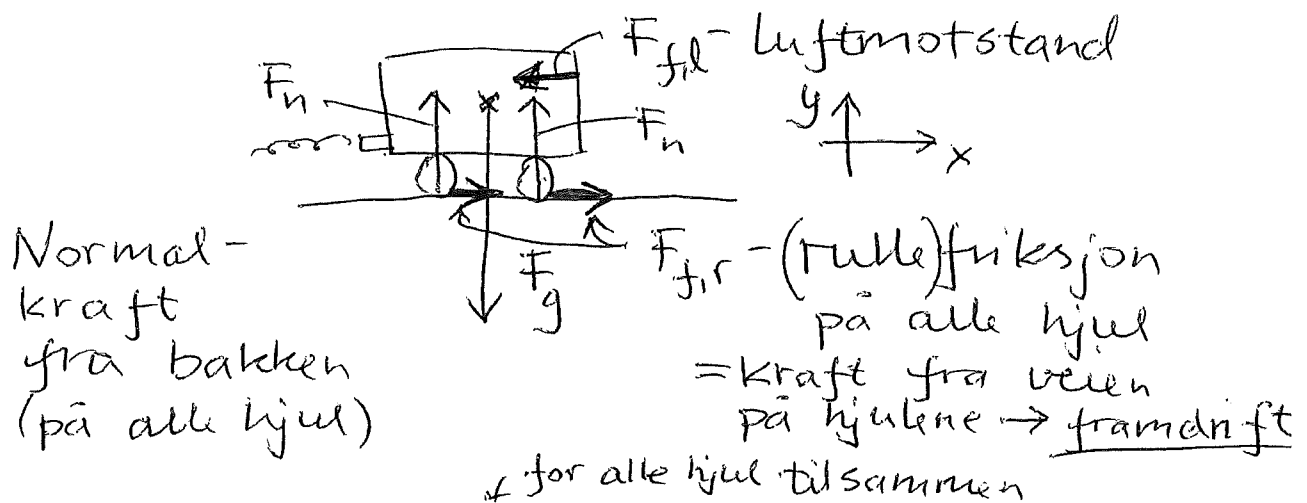


Eksamen V15 - Løsningsforslag

Oppgave 1

a) Bilen kjører med konstant fart og dermed er det Newtons første lov som gjelder og summen av kreftene på bilen må være null ($\sum \vec{F} = 0$).



$$\sum F_x = F_{fir}^{tot} - F_{fil} = 0$$

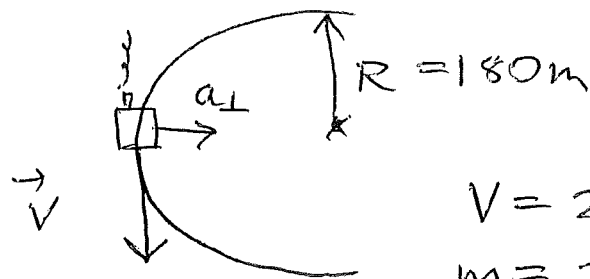
(Konstant fart når framdriften er like stor som luftmotstanden.)

$$\sum F_y = F_n^{tot} - F_g = 0$$

x for alle hjul tilsammen

(2)

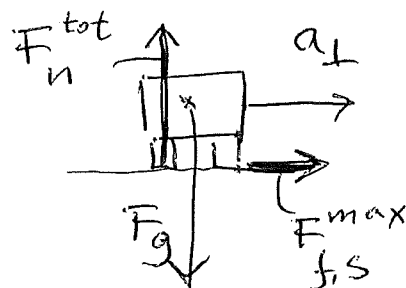
1b) Sett ovenifra:



$$V = 22,0 \text{ m/s}$$

$$m = 2250 \text{ kg}$$

Sett forfra



F_s^{max} = maksimal
statisk friksjons-
kraft

Sentripetalakselerasjon:

$$\underline{\underline{a_{\perp} = \frac{v^2}{R} = \frac{(22,0)^2}{180} \text{ m/s}^2 = 2,69 \text{ m/s}^2 \approx \underline{\underline{2,7 \text{ m/s}^2}}}}$$

Summen av kreftene i
svingen finnes fra Newtons

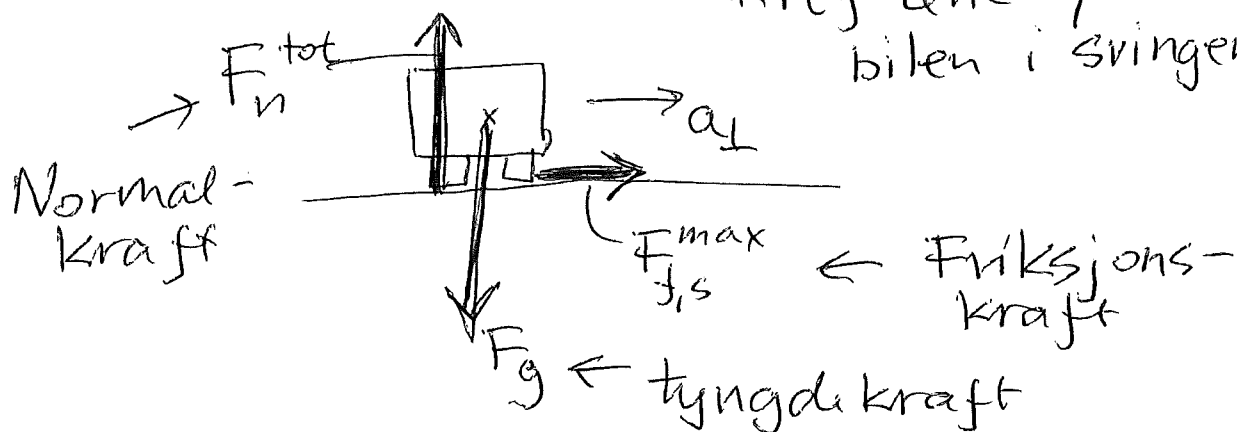
2. lov:

$$\underline{\underline{\sum \vec{F} = m \vec{a}_{\perp}}}$$

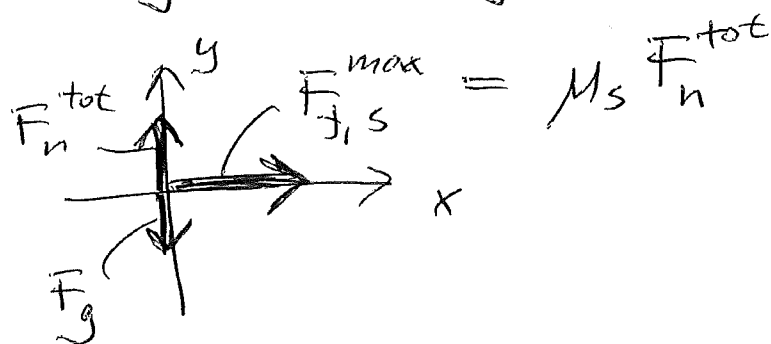
$$\underline{\underline{\sum F = 2250 \text{ kg} \cdot 2,69 \text{ m/s}^2 = 6050 \text{ N} \approx \underline{\underline{6,0 \cdot 10^3 \text{ N}}}}}$$

Rettet inn mot origo for
svingen.

lc) som i b): (3)



Fritt legeme diagram:



Fra N1 i y-retning:

$$\sum F_y = F_n^{\text{tot}} - F_g \stackrel{N1}{=} 0$$

$$\Rightarrow F_n^{\text{tot}} = F_g$$

For x-retningen:

$$\sum F_x = F_{f, s}^{\text{max}} \stackrel{N2}{=} m a_{\perp}$$

$$\Rightarrow \mu_s \cdot F_g = m a_{\perp} = m \frac{v_{\text{max}}^2}{R}$$

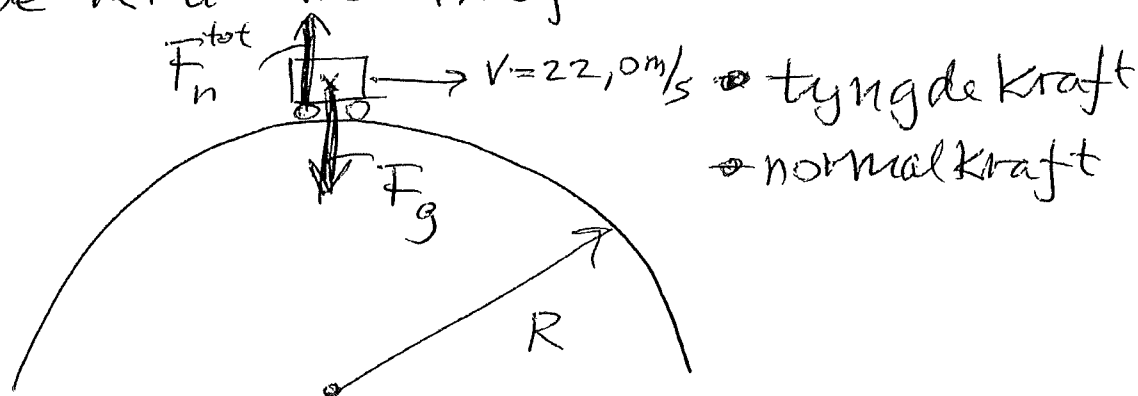
$$\underline{v_{\text{max}}} = \sqrt{\frac{\mu_s F_g}{m} \cdot R} = \sqrt{\mu_s \cdot g \cdot R}$$

$$= 24,86 \text{ m/s} \simeq \underline{25 \text{ m/s}}$$

(4)

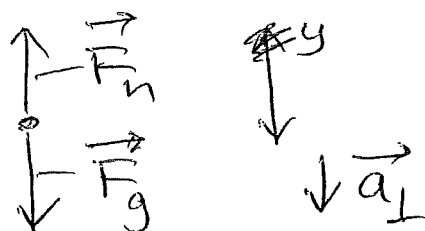
1d)

Bakke topp:
De vertikale kreftene er



Siden det er en sirkelbane må det være en sentripetal-akselerasjon nedover.

Fritt legeme diagram:



Når bilen kjører så fort at den akkurat letter må normalkrafta være null.

Newtons 2. lov gir oss:

$$\sum F_y = F_g - F_n \stackrel{N2}{=} m a_l = m \frac{v^2}{R}$$

Med $F_n = 0$ får vi:

$$\underline{\underline{R = \frac{mv^2}{F_g} = \frac{mv^2}{mg} = \frac{v^2}{g} = 49,34 \text{ m} \approx \underline{\underline{49,3 \text{ m}}}}}$$

(5)

Oppgave 2

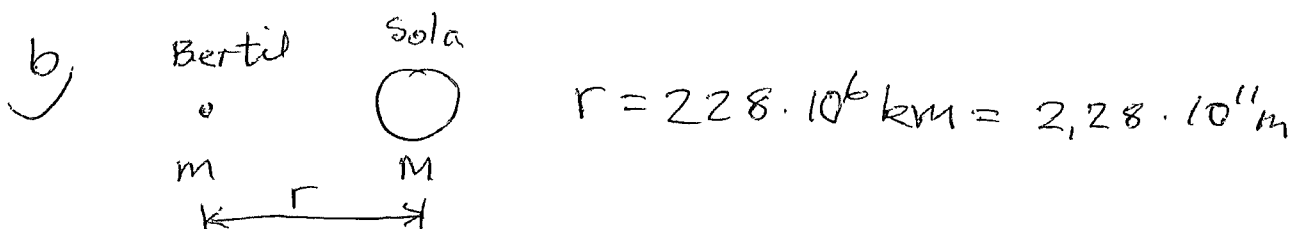
- a) Gravitasjonskraft mellom
• Bertil og Berit

$$\begin{aligned}\underline{\underline{F_g^{BB}}} &= G \frac{mM}{r^2} \\ &= 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{72 \cdot 71}{0,95^2} \text{ N} \\ &= 3,78 \cdot 10^{-7} \text{ N} \simeq \underline{\underline{3,8 \cdot 10^{-7} \text{ N}}}\end{aligned}$$

- Bertil og sola

$$\begin{aligned}\underline{\underline{F^{BS}}} &= 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{72 \cdot 1,99 \cdot 10^{30}}{(228 \cdot 10^6 \cdot 10^3)^2} \text{ N} \\ &= 1,84 \cdot 10^{-1} \text{ N} \simeq \underline{\underline{1,8 \cdot 10^{-1} \text{ N}}}\end{aligned}$$

Sola er mest tiltrekkende.



Bertil har potensiell energi

$$\begin{aligned}\underline{\underline{U}} &= -G \frac{Mm}{r} = -6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1,99 \cdot 10^{30} \cdot 72}{2,28 \cdot 10^{11}} \text{ J} \\ &= -4,19 \cdot 10^{10} \text{ J} \simeq \underline{\underline{-4,2 \cdot 10^{10} \text{ J}}}\end{aligned}$$

2b forts.

U_1

•

$$K_1 = 0$$

U_2

•

$$K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2$$

↖ Halvveis til sola

Sola



(6)

Vi har fra energibevaring:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$-G \frac{mM}{r} + 0 = -G \frac{mM}{r/2} + \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 = G \frac{mM}{r} \cdot (2-1) = G \frac{Mm}{r}$$

Farta halvveis:

$$\Rightarrow \underline{\underline{v_2}} = \sqrt{2 \frac{GM}{r}}$$

$$= 3,41 \cdot 10^4 \text{ m/s} \simeq \underline{\underline{3,4 \cdot 10^4 \text{ m/s}}}$$

Oppgave 3

⑦

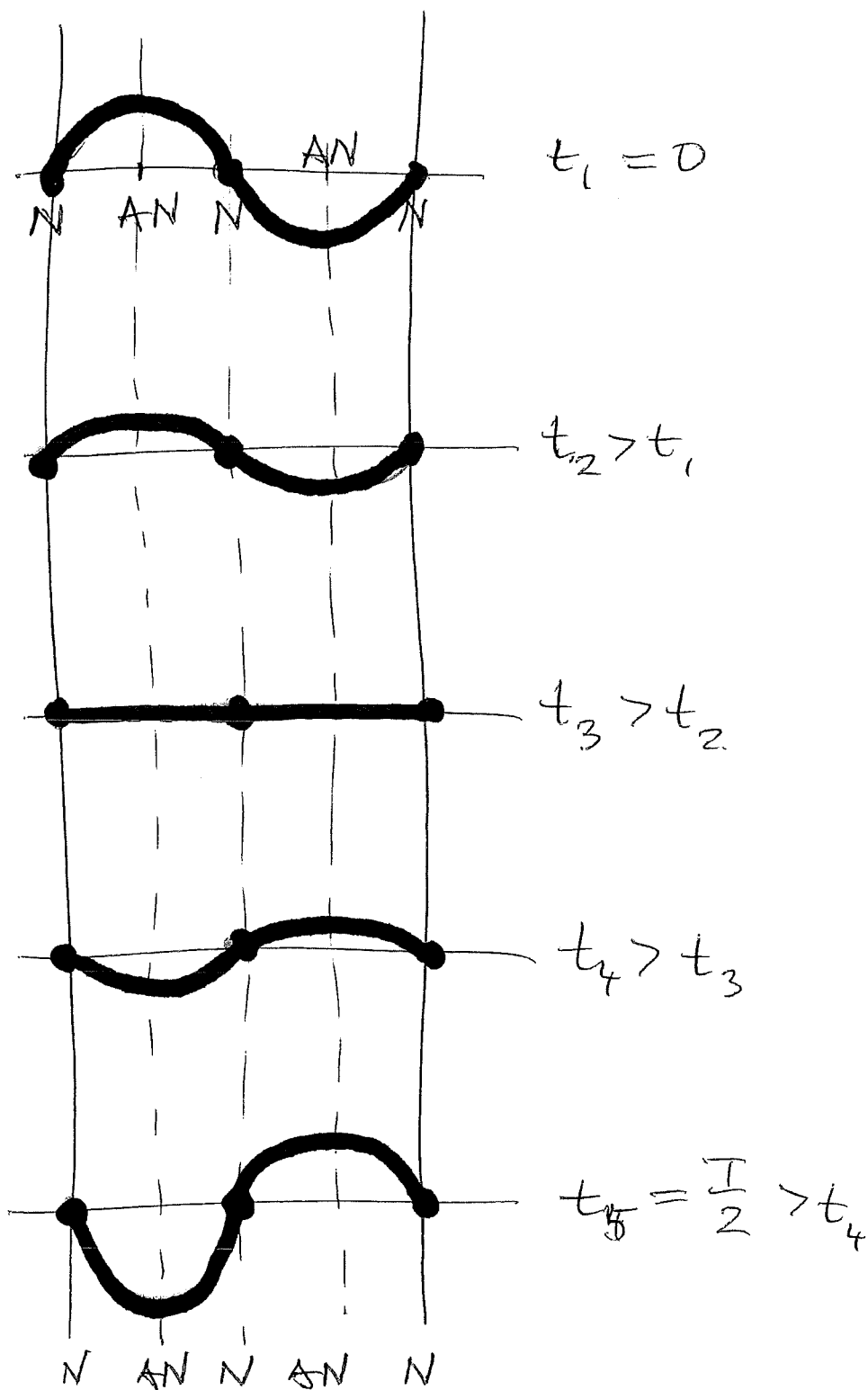
a) En stående bølge er et interferensfenomen som kan oppstå når to bølger med samme amplitude og frekvens beveger seg i hver sin ^{motsatte} retning i et medium.

For en stående bølge er det enkelte punkter i mediet som alltid står i ro, og disse punktene kalles noder. Mellom nodene svinger mediet, for eksempel et tau, opp og ned (eller fram og tilbake for langs-bølger). Midt mellom nodene er utslaget i mediet størst, og her finnes antinodene. (se figur neste side.)

Om tauet har en lengde L vil lengste bølge lengde for en stående bølge være $\lambda = 2L$.

8

Stående bølge ved ulike tids punkt

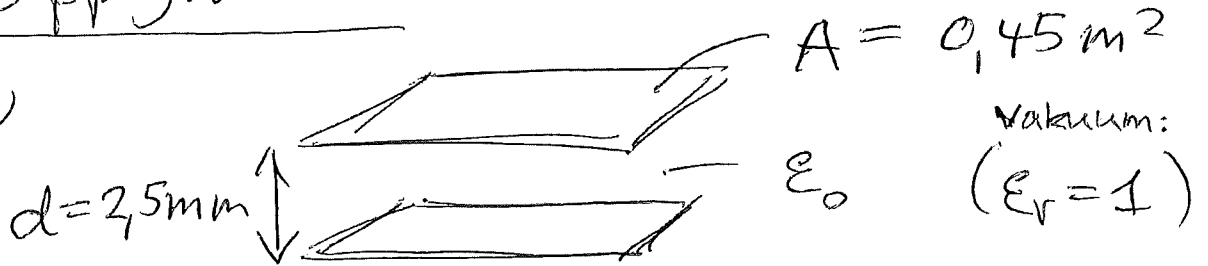


$N = \text{node}$ $AN = \text{antinode}$

Oppgave 4

(9)

a)



Vi har for kapasitansen

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,42}{25 \cdot 10^{-3}} \text{ F}$$

$$= 1,59 \cdot 10^{-9} \text{ F} \approx \underline{\underline{1,6 \text{ nF}}}$$

Om vi legger inn et dielektrisk materiale mellom platene øker kapasitansen med en faktor ϵ_r .

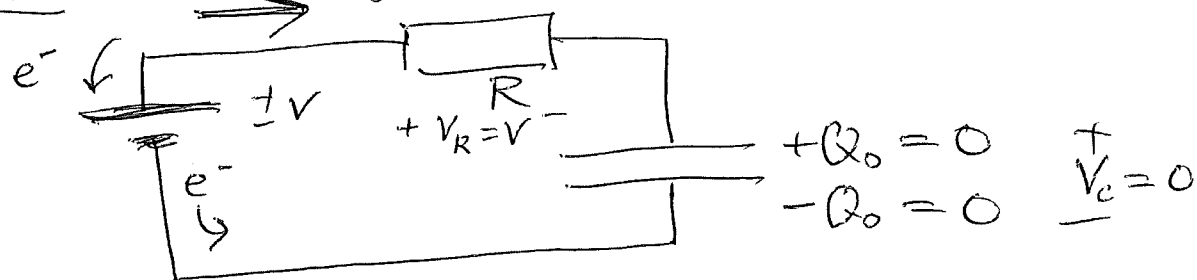
b) Oppladning av kondensator

Når spenningskilden kobles til vil det flyte elektroner fra den negative elektroden til den ene plata på kondensatoren, for å gjenopprette likevekt. Helt i starten vil det gå mye strøm (i motsatt

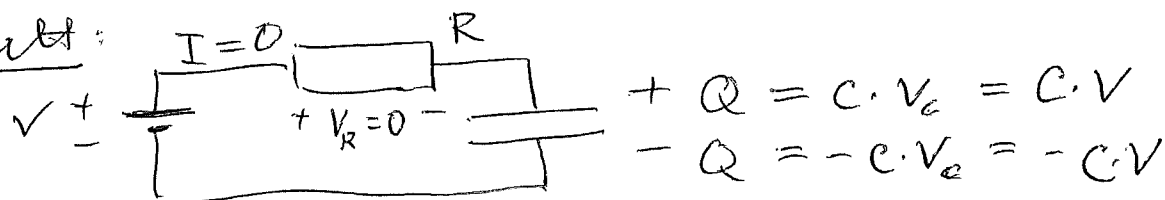
4b) forts

retning av elektron bevegelsen), (10)
 men etter hvert som platene
 i kondensatoren lades opp (hele
 tiden med like stor ladning på
 de to platene, men med motsatt
 fortegn; den andre plata tømmes
 for elektroner etter hvert som
 den første fylles), så vil
 strømmen avta. Til slutt
 er en ny likevekt oppnådd,
 og spenningen over kondensatoren
 er da lik spenningen fra
 spenningskilden, og maksimal
 ladning på $Q = C \cdot V$ er
 nådd på hver plate (men med
 motsatt fortegn.) I ny likevekt
 går det null strøm i kretsen.

start: $I = I_0 = I_{\max}$

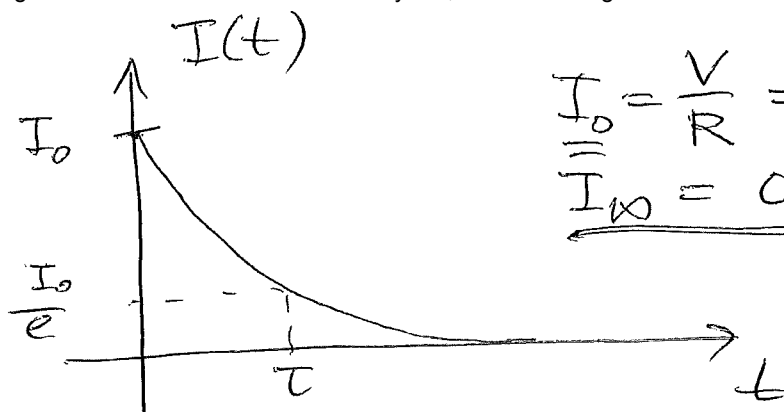


slutt:



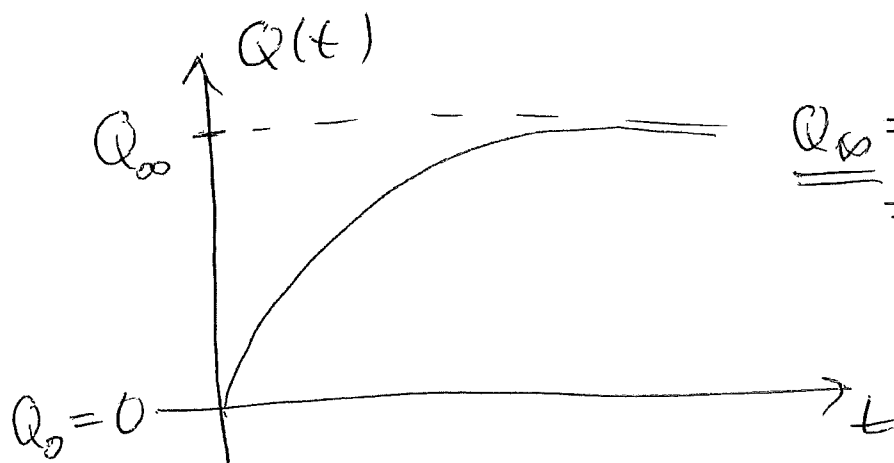
(11)

4c



$$I_0 = \frac{V}{R} = \frac{20,0}{1000} \text{ A} = \underline{\underline{20 \text{ mA}}}$$

$$I_\infty = 0 \text{ A}$$



$$Q_\infty = C \cdot V$$

$$= 1,59 \cdot 10^{-9} \text{ F} \cdot 20 \text{ V}$$

$$= \underline{\underline{3,2 \cdot 10^{-8} \text{ C}}}$$

$$Q_0 = 0 \text{ C}$$

Tidskonstant:

$$\underline{\underline{\tau}} = R \cdot C = 1000 \cdot 1,59 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

$$= \underline{\underline{1,6 \mu\text{s}}}$$

Det går aldri
strøm gjennom
kondensatoren.

4d

Potensiell energi

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2 d}{\epsilon_0 A}$$

Oppladet
 $Q = Q_\infty$

$$U = 6,37 \cdot 10^{-7} \text{ J}$$

$$= \underline{\underline{6 \cdot 10^{-7} \text{ J}}}$$

Utladet
 $Q = 0$

$$U = 0 \text{ J}$$

Elektrisk felt

$$E = \frac{V}{d}$$

$$\underline{\underline{E}} = \frac{20}{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \text{ V/m}$$

$$= \underline{\underline{8000 \text{ V/m}}}$$

$$\underline{\underline{E}} = 0 \text{ V/m}$$

Oppgave 5

(12)

a) $f = 5,00 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Har at $c = \lambda f$.

Bølgelengden er da:

$$\underline{\underline{\lambda}} = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{5,00 \cdot 10^{14}} \text{ m} = 6,00 \cdot 10^{-7} \text{ m} = \underline{\underline{600 \text{ nm}}}$$

Dette er synlig lys.

I vann blir bølgelengden

$$\underline{\underline{\lambda_{\text{vann}}}} = \frac{\lambda}{n} = \frac{600}{1,33} \text{ nm} = \underline{\underline{451 \text{ nm}}}$$

Frekvensen er den samme

i vann og luft, $\underline{\underline{f_{\text{vann}} = 5,00 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}}$

b) Fotoelektrisk effekt fås for frekvenser over f_{min} :

$$E_{\text{f, min}} = h f_{\text{min}} = \phi$$

og med $\phi = 2,9 \text{ eV} = 2,9 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 $= 4,64 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

fås

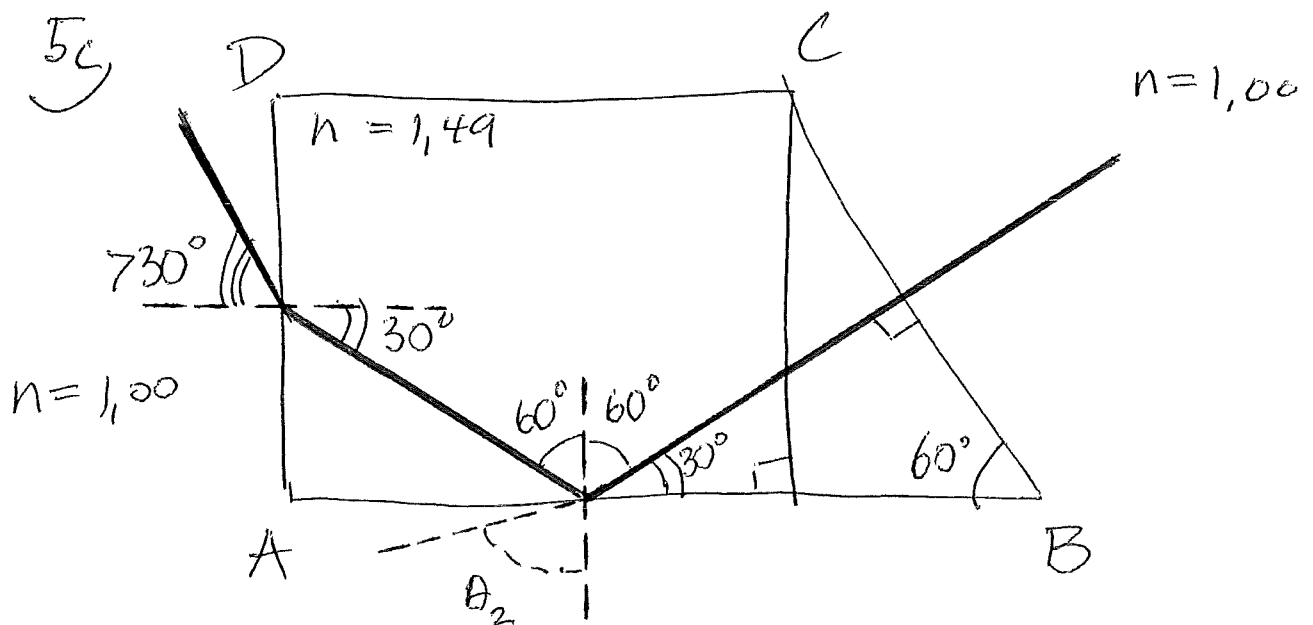
$$\underline{\underline{f_{\text{min}}}} = \frac{\phi}{h} = \frac{4,64 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} = 6,998 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \approx \underline{\underline{7,00 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}}$$

5b) forts

En minste frekvens på $7,00 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ tilsvarende en lengste bølgelengde på

$$\underline{\underline{\lambda_{\max} = \frac{c}{f_{\min}} = 429 \text{ nm}}} \\ \underline{\underline{\approx 430 \text{ nm}}}$$

Lengre bølgelengder har ikke stor nok fotonenergi til å gi fotoelektrisk effekt i Litium.



Innfallsvinkelen inn mot AB blir på 60° .

5c) fort.

(14)

For å finne ut om lyset som treffer AB blir totalreflektert må jeg først finne kritisk vinkel for tot. refl:

$$\sin \theta_{\text{krit}} = \frac{n_2}{n_1}, \quad \begin{matrix} n_1 > n_2 \\ \text{"} & \text{"} \\ 1,49 & 1,00 \end{matrix}$$

$$\Rightarrow \theta_{\text{krit}} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{1,49}\right) \\ = 42,15^\circ \approx \underline{\underline{42,2^\circ}}$$

Innfallsvinkelen er større enn dette (60°), så, ja, det vil være totalrefleksjon av lyset som når AB.

Oppgave b

(15)

a) Det finnes tre typer
radioaktiv stråling

α -partikler = ${}^4\text{He}$ -kjerne

= 2 protoner og
2 nøytroner

β -partikler = elektroner (β^+)
eller
positroner (β^-)

γ -stråling = kraftig røntgen-
stråling.

Om en α -partikkel sendes
ut, så

- avtar proton-tallet med 2
- avtar nøytron-tallet med 2
- og nukleontallet med $2+2=4$.

Om en β^+ partikkel sendes
ut, så

- avtar protontallet med 1
 - øker nøytrontallet med 1,
- mens nukleontallet er uendret.

Oppgave 6b

(16)

$$n_0 = 18,0 \text{ mg}$$

$$t_{1/2} = 5,0 \text{ h}$$

Etter 25 timer er det igjen

$$\begin{aligned} \underline{\underline{n(25\text{h})}} &= n_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= 18 \text{ mg} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{25}{5}} \\ &= 18 \text{ mg} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^5 \\ &= \frac{18 \text{ mg}}{2^5} \\ &= 0,03125 \cdot 18 \text{ mg} \\ &= 5,63 \cdot 10^{-4} \text{ g} \\ &\approx \underline{\underline{5,6 \cdot 10^{-4} \text{ g}}} \end{aligned}$$