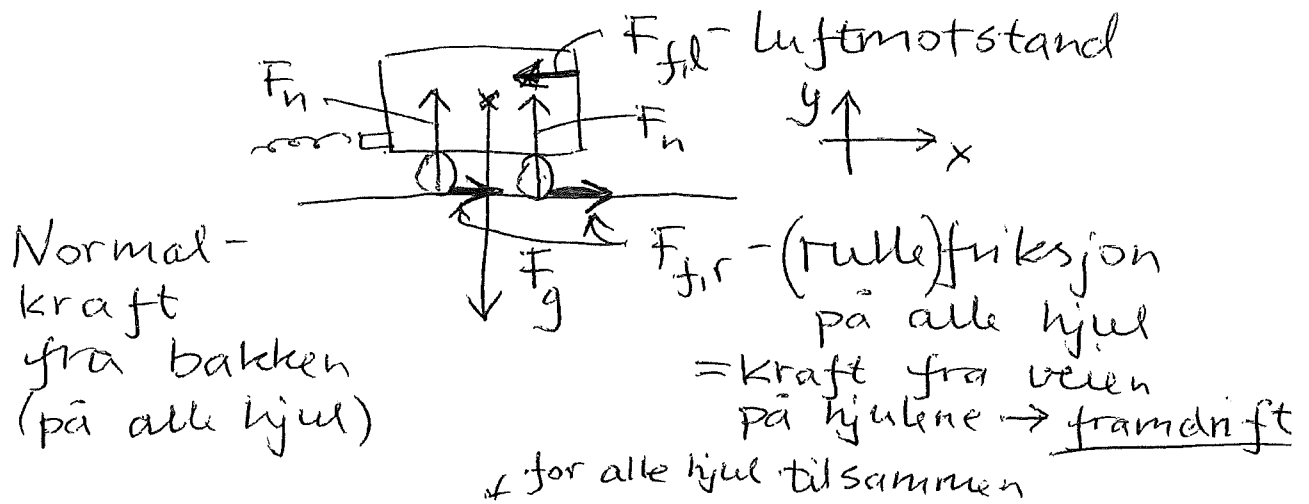


## Eksamen V15 - Løsningsforslag

①

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 ( $\sum \vec{F} = 0$ ).



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

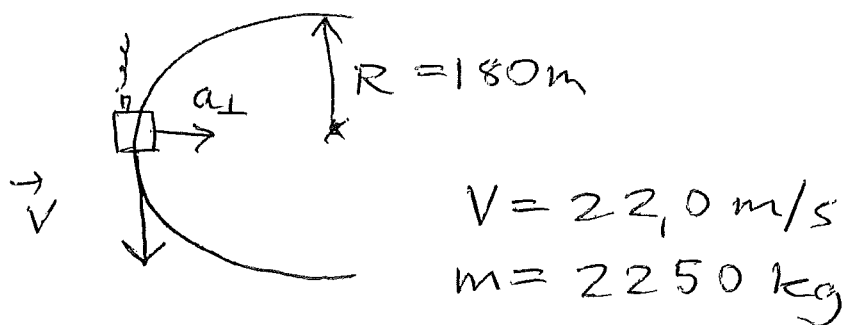
(Konstant fart når framdriften er like stor som luftmotstanden.)

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

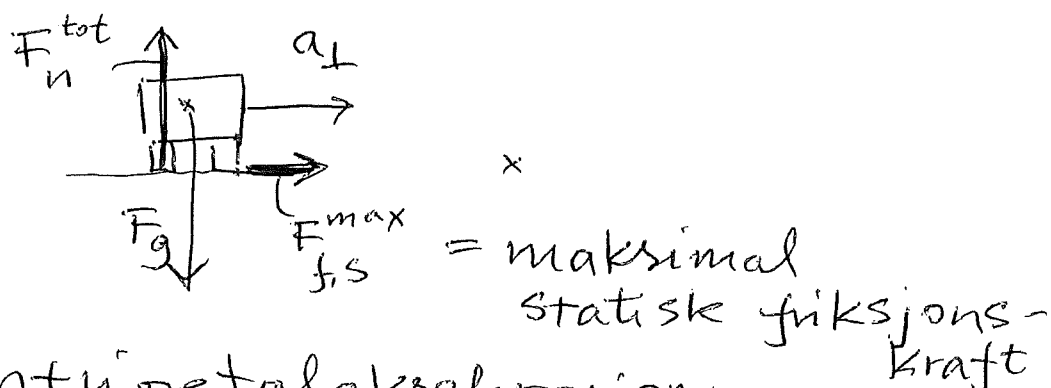
$\leftarrow$  for alle hjul tilsammen

(2)

1b) Sett ovenifra:



Sett forfra



Sentripetalakselerasjon:

$$\underline{\underline{a_L}} = \frac{v^2}{R} = \frac{(22,0)^2}{180} \text{ m/s}^2$$

$$= 2,69 \text{ m/s}^2 \approx \underline{\underline{2,7 \text{ m/s}^2}}$$

Summen av kreftene i svingen finnes fra Newtons

2. lov:

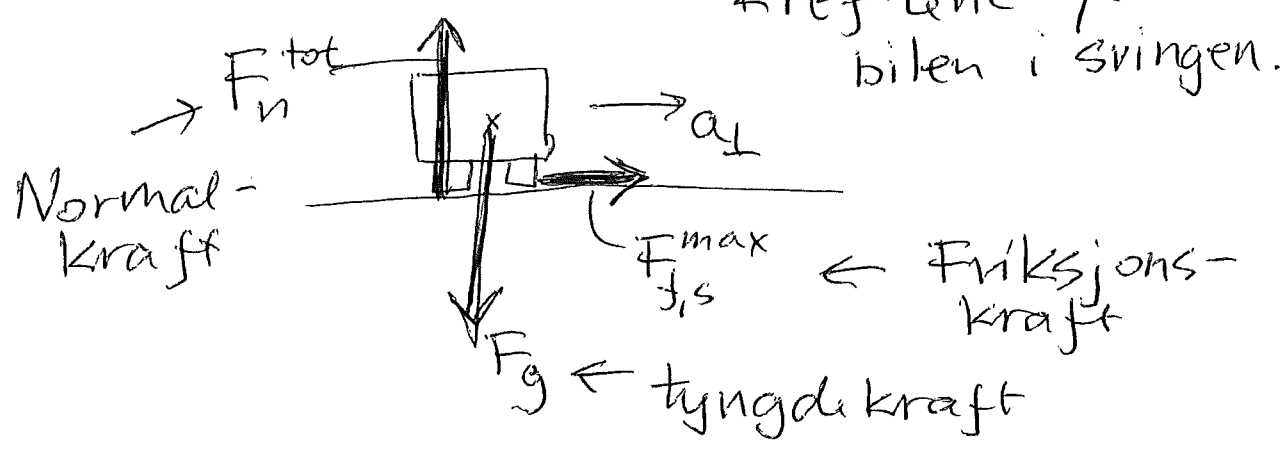
$$\underline{\underline{\sum \vec{F}}} = m \vec{a}_L$$

$$\underline{\underline{\sum F}} = 2250 \text{ kg} \cdot 2,69 \text{ m/s}^2$$

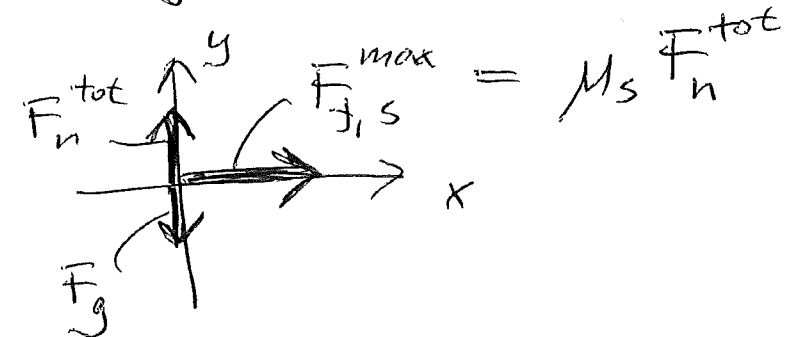
$$= 6050 \text{ N} \approx \underline{\underline{6,0 \cdot 10^3 \text{ N}}}$$

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:

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

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

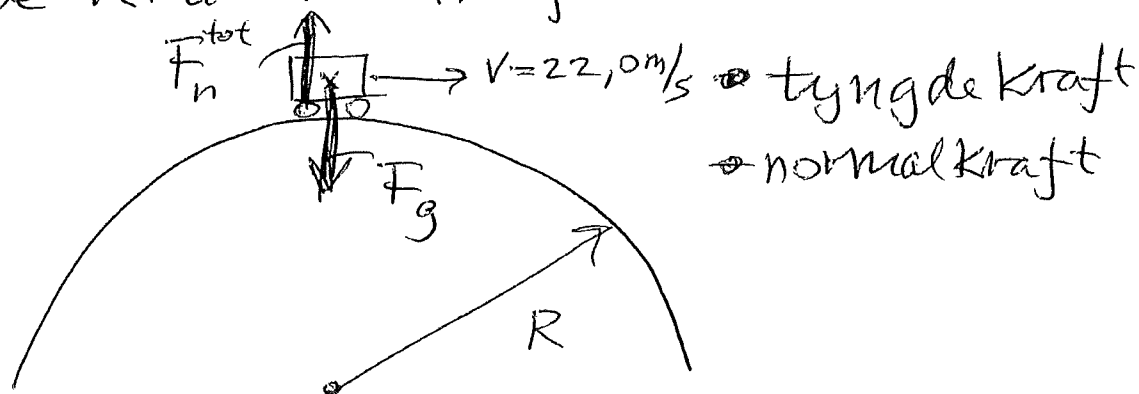
$$\underline{v_{\text{max}}} = \sqrt{\frac{\mu_s F_g}{m} \cdot R} = \sqrt{\mu_s \cdot g \cdot R}$$

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

1d)

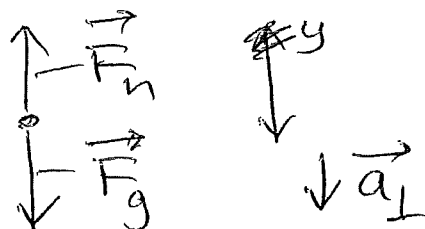
(4)

Bakke topp:  
De vertikale kreftene er



Siden det er en sirkelbane må det være en sentripetalakselerasjon nedover.

Fritt legeme diagram:



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

Newtons 2. lov gir oss:

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

Med  $F_n = 0$  får vi:

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

Oppgave 2

⑤

- a) Gravitasjonskraft mellom  
• Bertil og Berit

$$\underline{\underline{F_g^{BB}}} = G \frac{mM}{r^2}$$

$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{72 \cdot 71}{0,95^2} \text{ N}$$

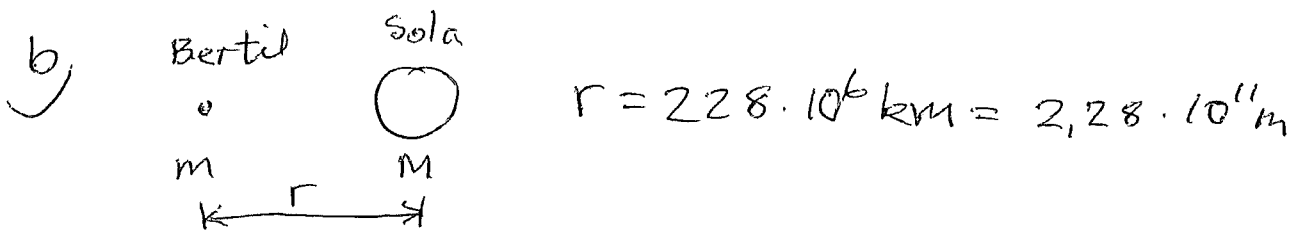
$$= 3,78 \cdot 10^{-7} \text{ N} \approx \underline{\underline{3,8 \cdot 10^{-7} \text{ N}}}$$

- Bertil og sola

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

$$= 1,84 \cdot 10^{-1} \text{ N} \approx \underline{\underline{1,8 \cdot 10^{-1} \text{ N}}}$$

Sola er mest tiltrekkende.



Bertil har potensiell energi

$$\underline{\underline{U}} = -G \frac{Mm}{r} = -6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1,99 \cdot 10^{30} \cdot 72}{2,28 \cdot 10^{11}} \text{ J}$$

$$= -4,19 \cdot 10^{10} \text{ J} \approx \underline{\underline{-4,2 \cdot 10^{10} \text{ J}}}$$

2b forts.

$$U_1$$

$$\circ$$

$$K_1 = 0$$

$$U_2$$

$$\circ$$

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

Sola



(6)

↖ HalvegS til sola

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 halvegS:

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

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

Oppgave 3

⑦

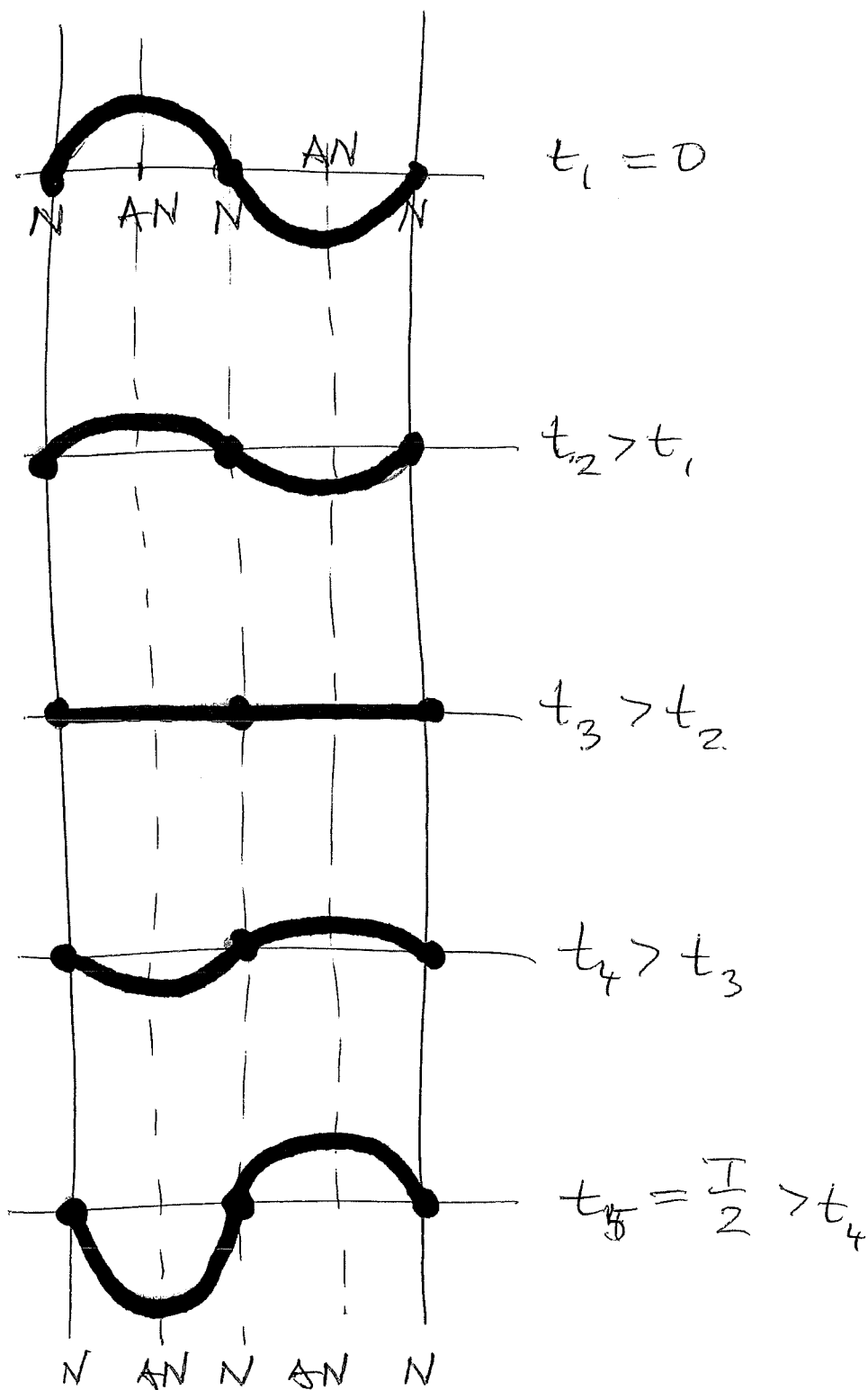
a) En stående bølge er et interferensfenomen som kan oppstå når to bølger med samme amplitude og frekvens beveger seg i hver sin <sup>motsatte</sup> retning i et medium.

For en stående bølge er det enkelte punkter i mediet som alltid står i ro, og disse punktene kalles nodene. 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



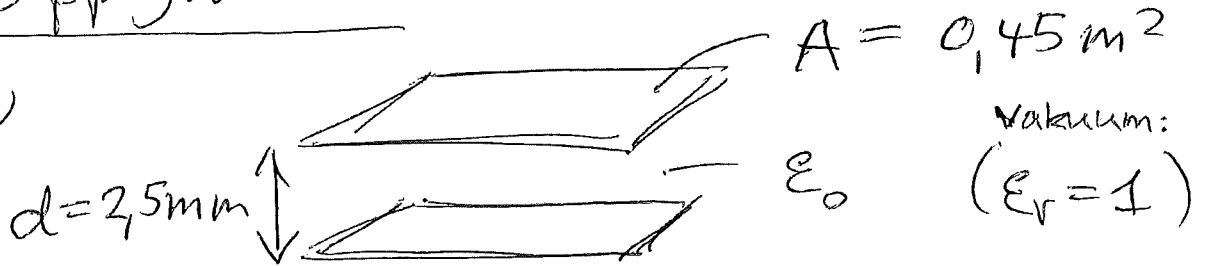
N = node      AN = antinode



Oppgave 4

(9)

a)



Vi har for kapasitansen

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

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

Om vi legger inn et dielektrisk materiale mellom platene øker kapasitansen med en faktor  $\epsilon_r$ .

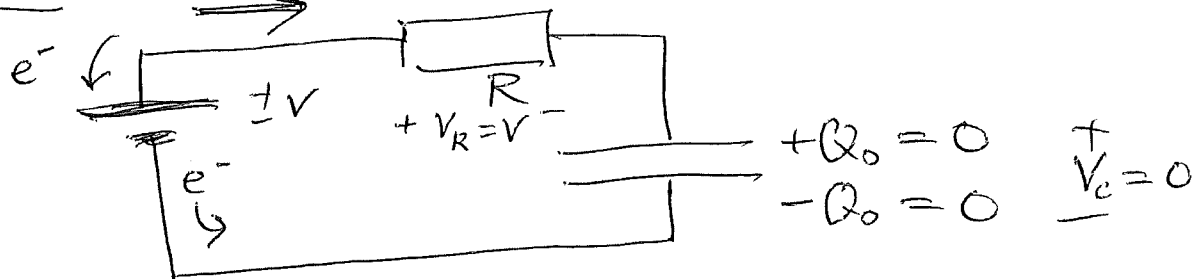
b) Oppladning av kondensator

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

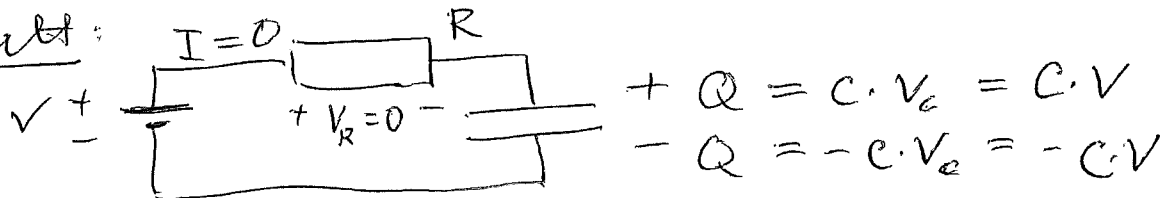
4b) forts

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:  $I = I_0 = I_{max}$

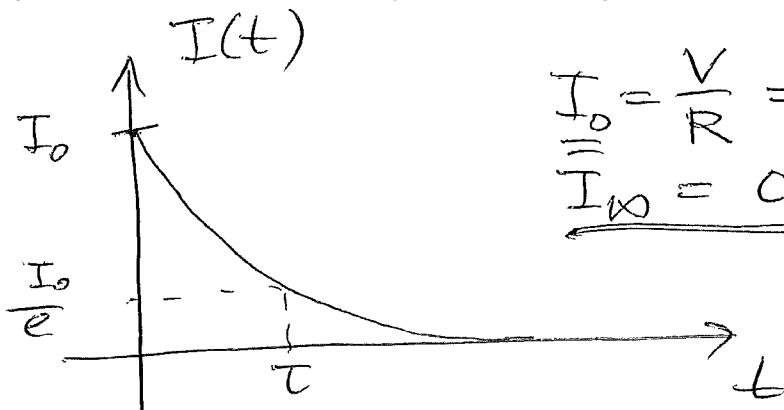


slutt:



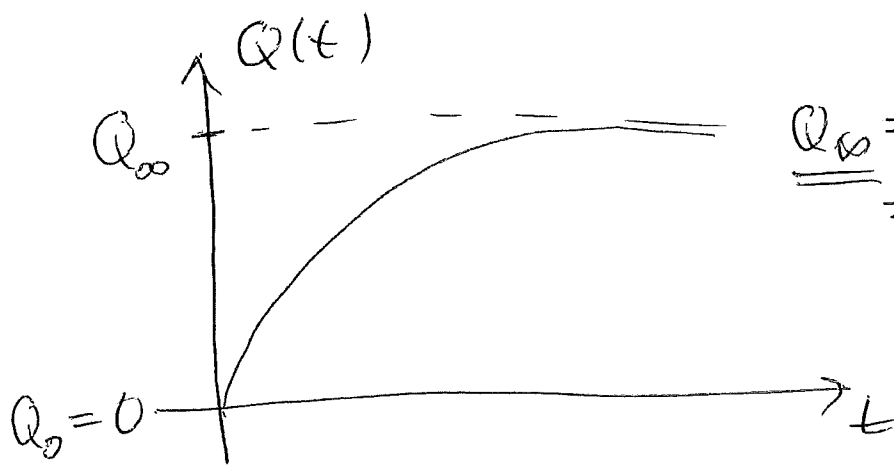
11

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:

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

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

Det går aldri strøm gjennom kondensatoren.

4d

Potensiell energi

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

Oppladet	Utladet
$Q = Q_\infty$	$Q = 0$
$U = 6,37 \cdot 10^{-7} \text{ J}$	$U = 0 \text{ J}$
$= \underline{\underline{6 \cdot 10^{-7} \text{ J}}}$	

Elektrisk felt

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

$E = \frac{20 \text{ V}}{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$	$E = 0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
$= \underline{\underline{8000 \frac{\text{V}}{\text{m}}}}$	

Oppgave 5

(12)

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

Bølgelengden er da:

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

Dette er synlig lys.

I vann blir bølgelengden

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

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  $f_{\text{min}}$ :

$$E_{\text{fmin}} = hf_{\text{min}} = \phi$$

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

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

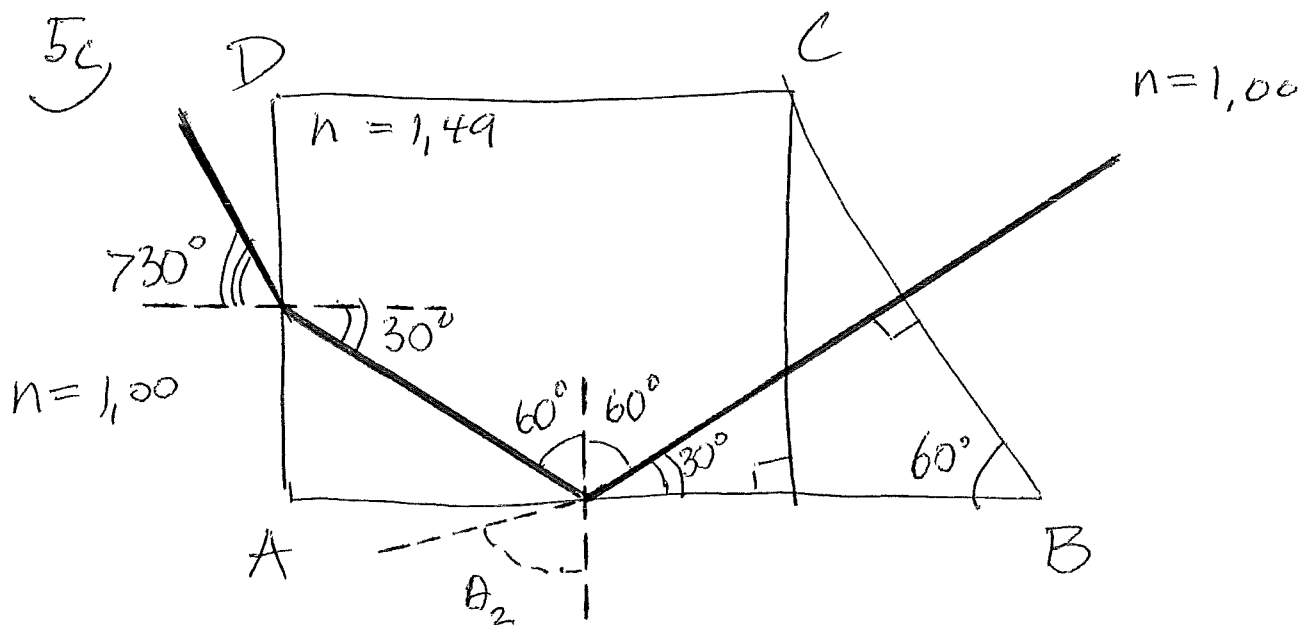
5b) forts

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  $60^\circ$ .

5c) forts.

14

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

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

$$\begin{aligned} \Rightarrow \theta_{\text{krit}} &= a \sin \left( \frac{n_2}{n_1} \right) = a \sin \left( \frac{1}{1,49} \right) \\ &= 42,15^\circ \approx \underline{\underline{42,2^\circ}} \end{aligned}$$

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

Oppgave b

(15)

a) Det finnes tre typer  
radiaktiv stråling

$\alpha$ -partikler =  ${}^4\text{He}$ -kjerne  
= 2 protoner og  
2 nøytroner

$\beta$ -partikler = elektroner ( $\beta^+$ )  
eller  
positroner ( $\beta^-$ )

$\gamma$ -stråling = kraftig røntgen-  
stråling.

Om en  $\alpha$ -partikkel sendes  
ut, så

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

Om en  $\beta^+$  partikkel sendes  
ut, så

- avtar proton-tallet med 1
  - øker nøytron-tallet 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

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