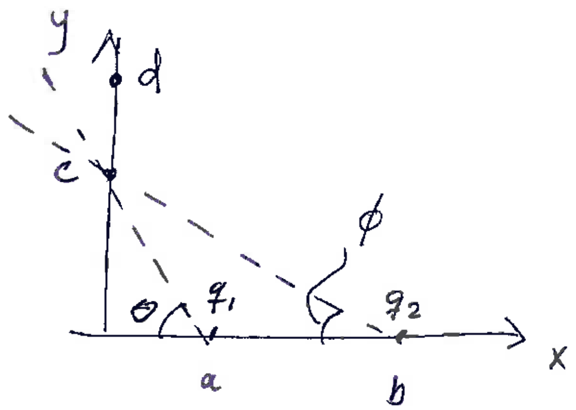
Løsningsforslag eksamen TFY4102 FYSIKK
31. mai 2012

1 a)



a) $$\vec{F}_{q2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{(b-a)^2} \hat{x}$$

b) $$E_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \left[\frac{q_1}{a^2+c^2} \left(-\cos\theta \hat{x} + \sin\theta \hat{y} \right) + \frac{q_2}{b^2+c^2} \left(-\cos\phi \hat{x} + \sin\phi \hat{y} \right) \right]$$

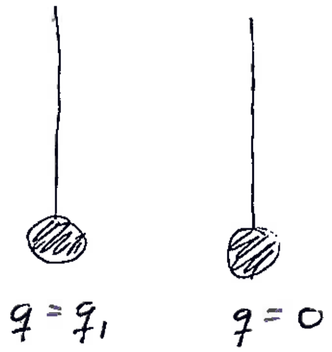
hvor, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{c}{a}\right)$ $\quad \phi = \tan^{-1}\left(\frac{c}{b}\right)$

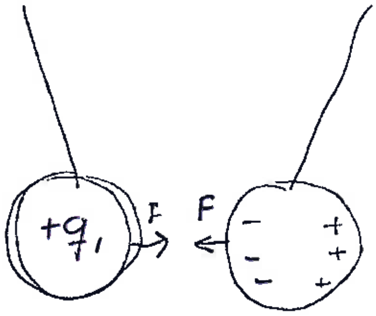
c) $$V_{dc} = V_d - V_c = V_d - V_\infty - (V_c - V_\infty)$$

$$= V_{d\infty} - V_{c\infty} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \left\{ \left[\frac{q_1}{\sqrt{a^2+d^2}} + \frac{q_2}{\sqrt{b^2+d^2}} \right] - \left[\frac{q_1}{\sqrt{a^2+c^2}} + \frac{q_2}{\sqrt{b^2+c^2}} \right] \right\}$$

(V_{cd} is also an ok answer)

d)

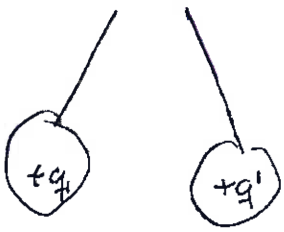




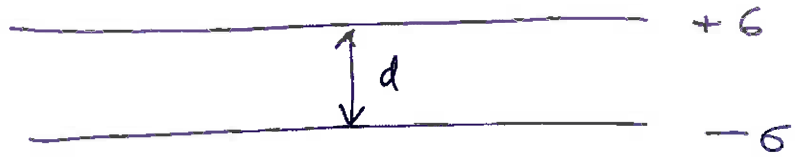
(motsatt fortegn gir samme effekt)

kulen polariseres fordi ⊖-ladning tiltrekkes den positive ladningen q_1 mens den positive ladningen frastøtes. Pga. $\frac{1}{r^2}$ i Coulombs lov vil nå tiltrekningen mellom negativt ladde partikler være sterkere enn frastøting fra det positivt ladete partiklene.

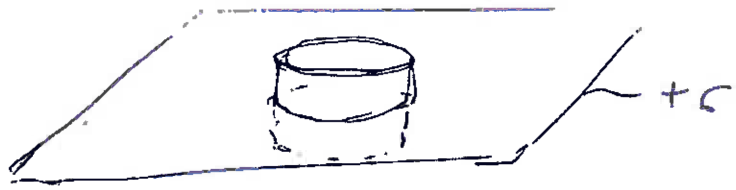
Når kulene berører hverandre vil noe ladning gå fra q_1 til den nøytrale kulen slik at begge får samme ladning og frastøtes.



(2)



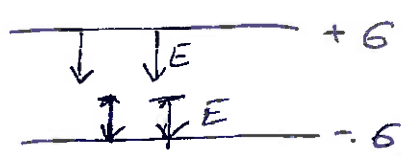
a)



lag en gauss flate som er en sylinder som illustrert på figuren. Fra symmetrien må feltet peke vinkelrett på overflaten. Det er mao. ikke noen fluks gjennom sidene på sylinderen. For endeflatene får vi:

$$\int E \cdot dA = E \cdot 2 \cdot \pi r^2 = \frac{Q_{enc}}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma \cdot \pi r^2}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow \quad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$



* Vi får samme uttrykk for den motsatte platen og siden ladningen er negativ peker feltet i samme retning slik

at $\underline{\underline{E_T = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}}}$.

Utenfor platen peker feltene i motsatt retning slik at $E_T = 0$

b)

$$V = \int E \cdot dx = E \cdot d = \frac{\sigma d}{\varepsilon_0}$$

③

a) $a = c_1 t + c_2 t^3$

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dv}{dt}$$

$$\int_0^{t'} a\,dt = \int_0^{t'} c_1 t + c_2 t^3\,dt = \frac{c_1 t'^2}{2} + \frac{c_2 t'^4}{4} = v' - v_0$$

$$v = \frac{dx}{dt} \qquad = v'$$

$$x = x' - x_0 = \int_0^{t'} c_1 \frac{t^2}{2} + \frac{c_2 t^4}{4}\,dt = c_1 \frac{t'^3}{6} + c_2 \frac{t'^5}{20}$$

b) $$P = \frac{dW}{dt} = \frac{F\,dx}{dt} = F \cdot v(t) = m \cdot a(t) \cdot v(t)$$

$$= m \cdot (c_1 t + c_2 t^3)\left(c_1 \frac{t^2}{2} + c_2 \frac{t^4}{4}\right)$$

$$= m \; c_1^2 \frac{t^3}{2} + c_1 c_2 \frac{t^5}{2} + c_1 c_2 \frac{t^5}{4} + c_2^2 \frac{t^7}{4}$$

$$= m \; c_1 \frac{t^3}{2} + c_1 c_2 \frac{3}{4} t^5 + c_2^2 \frac{t^7}{4}$$

(4)

a) $J = \Delta p = m \Delta v = 1500\,kg \cdot 30\,m/s$

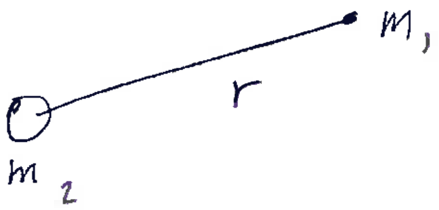
$= 45 \cdot 10^3\,kg\,m/s$

b) $J = F \cdot t \Rightarrow F = \frac{J}{t} = \frac{45 \cdot 10^3\,kg\,m/s}{0.5\,s}$

$= 90 \cdot 10^3\,kg\,m/s^2 = \underline{\underline{90\,kN}}$

c) Hvis ikke kofferten ligger inntil seteryggen vil det noe tid før den treffer seteryggen. Det vil dermed bli kortere tid igjen for impulsoverføringen for å stanse kofferten, kraften blir dermed større og sjansen for at stolryggen knekker, større.

5



$$O = 2\pi r$$

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

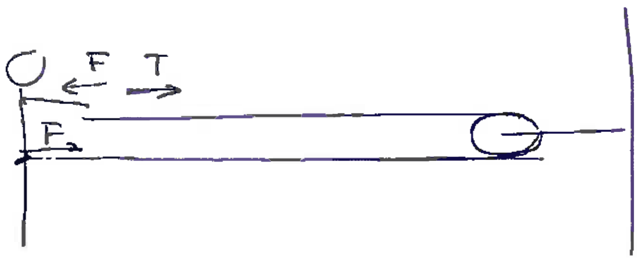
$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

$$a = G\frac{m_2}{r^2}$$

$$v^2 = a_r r = G\frac{m_2}{r}$$

$$T = \frac{O}{v} = \underline{\underline{\frac{2\pi r}{\sqrt{G\frac{m_2}{r}}}}}$$

6

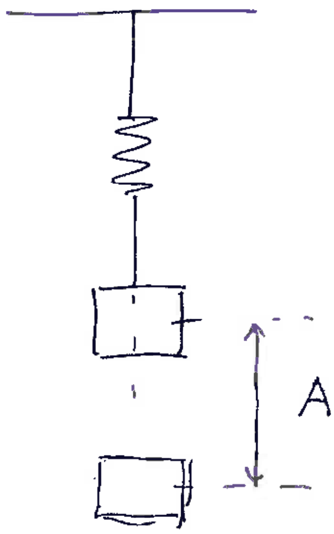


$$a = \frac{2F}{m}$$

$$W = F \cdot l = F \cdot 2s$$

tauet har blitt trukket en lengde 2s når personen har flyttet seg en lengde s

7



pot. energi. $\Delta U = \cancel{\ldots} \int F\,dx = \int kx\,dx$

$= \frac{1}{2}kx^2$

$$\Delta U = \frac{1}{2}kA^2$$

$$\Delta K = -\Delta U = -\left(-\frac{1}{2}kA^2\right) = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{kA^2}{m}}$$

(8)

a) I synkende lydhastighet:

Al $(6420 \, m/s)$

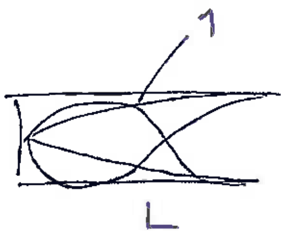
Pb $(1960 \, m/s)$

Vann $(1482 \, m/s)$

Luft. $(343 \, m/s)$

lydhastighet er generelt gitt av $\sim \sqrt{\frac{\text{"Restoring force"}}{\text{svingende masse}}}$

"Restoring Force" er større for faste stoffer enn for væsker som igjen er større enn for gasser. Al-atomer er mye lettere enn bly-atomer.

b) 

$\lambda_1 = \cancel{\ } 4L$

$\lambda_2 = \frac{4}{3} L$

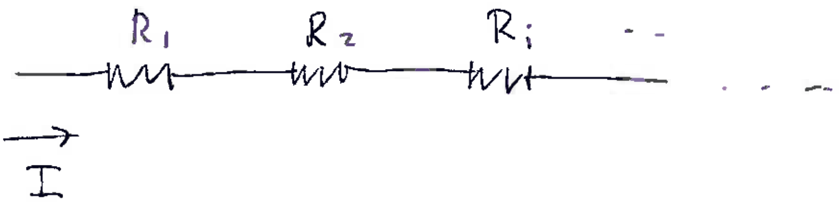
c) I den lukkede enden.

d) $v = 300\ m/s$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{300\ m/s}{4\ m} = \underline{\underline{75\ Hz}}$$

$$f_2 = \frac{300\ m/s}{4/3\ m} = \underline{\underline{225\ Hz}}$$

(9)



a) $V_T = \sum V_i = \sum R_i \cdot I = I \cdot \sum R_i = I \cdot R_{EFF}$.

$$\Rightarrow \quad R_{EFF} = \sum R_i$$

b) $$I = \frac{V}{R_{EFF}} = \frac{10\,V}{110\,\Omega} = \frac{1}{11}\,A$$

$$P = V_2 \cdot I = R_2 \cdot I \cdot I = R_2 \cdot I^2 = 100\,\Omega \cdot \left(\frac{1}{11}A\right)^2$$

$$= \underline{\underline{\frac{100}{11^2}\,W}}$$

c) $V_c = V_R = R_2 \cdot I = 100\,\Omega \cdot \frac{1}{11}A = \underline{\underline{\frac{100}{11}\,V}}$

d) Lengere tid og den vil lyse like sterkt.

(10)

a) isotermt : $T_1 = T_2 \Rightarrow U_1 = U_2 \Rightarrow \Delta U = 0$

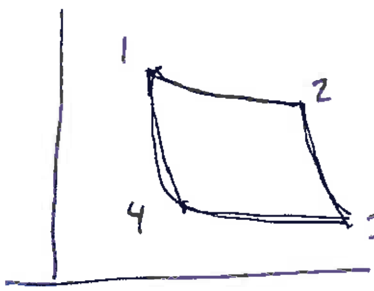
$\Delta U = Q - W \Rightarrow Q = W$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p\,dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

b)

$$Q_H = nRT_H \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$Q_C = -nRT_C \ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right)$$



for adiabatiske deler

$$T_H V_2^{\gamma-1} = T_C V_3^{\gamma-1} \quad , \quad T_H V_1^{\gamma-1} = T_C V_4^{\gamma-1}$$

$$V_2 = \left(\frac{T_C}{T_H}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} V_3 \qquad V_1 = \left(\frac{T_C}{T_H}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} V_4$$

$$Q_H = nRT_H \ln\left(\frac{\left(\frac{T_C}{T_H}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} V_3}{\left(\frac{T_C}{T_H}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} V_4}\right) = nRT_H \ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{|Q_C|}{|Q_H|} = \frac{T_C}{T_H}$$

c) $$K = \frac{|Q_c|}{|W|}$$

$\Delta U = 0$ i sykluss
så $W = Q_H - Q_c$

$$= \frac{Q_c}{Q_H - Q_c} = \frac{Q_c/Q_H}{1 - Q_c/Q_H} = \frac{T_c/T_H}{1 - T_c/T_H}$$

$$= \frac{T_c}{T_H - T_c}$$

d) Carnot kjølemaskin setter grense for hvor effektiv en kjølemaskin kan være

$$K_{CAR.} = \frac{277}{295 - 277} = 15.39$$

Designer hevder:

$$K_{DES.} = \frac{|Q_c|/dt}{W/dt} = \frac{100kJ/60s}{100W} = 16.67.$$

→ Mer effektiv en Carnot maskin! Skeptisk...