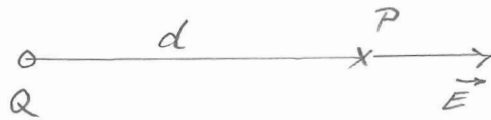


I

Fys-0160 } 14.12.07¹
Fys-0101 }

a)

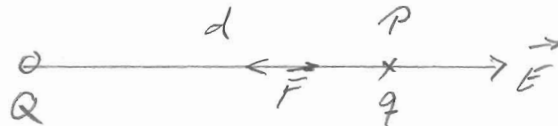


$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{d^2} = 4,32 \cdot 10^3$$

$$E = 4,32 \cdot 10^3 \frac{N}{C} = \underline{\underline{4,32 \cdot 10^3 \frac{V}{m}}}$$

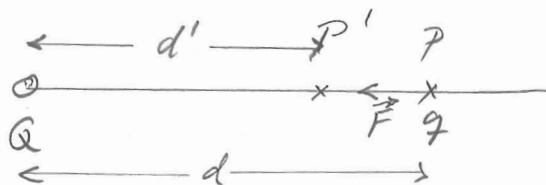
Potensialet

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{d} = 1,08 \cdot 10^4 \text{ J} \therefore \underline{\underline{1,08 \cdot 10^4 \text{ volt}}}$$



$\vec{F}$ er rettet motsatt vei av $\vec{E}$ fordi $q < 0$.

$$|\vec{F}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{d^2} = |q|E = 8,63 \cdot 10^{-5} \text{ J} \therefore \underline{\underline{8,63 \cdot 10^{-5} N}}$$



Kraften flytter q fra P til P' mens Q er i ro.

Kraften er ikke konstant langs veien $P-P'$,
og arbeidet finnes enkelt som minus endringen
i potensiell energi.

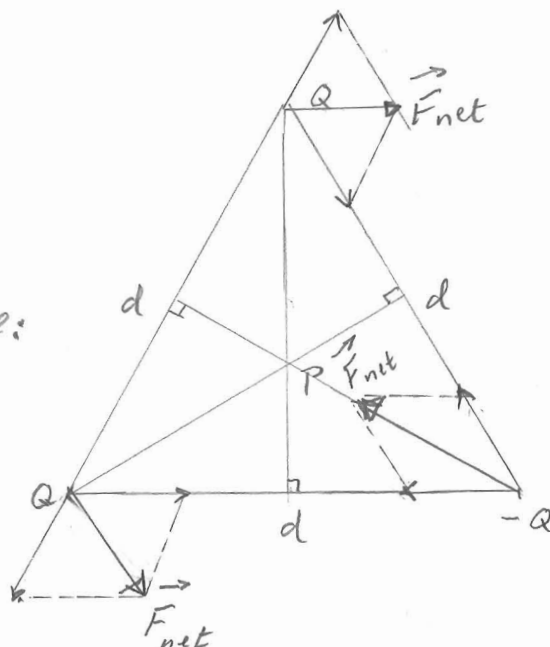
$$\Delta PE = PE_{P'} - PE_P = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{d'} - \frac{1}{d} \right) = \underline{\underline{-5,40 \cdot 10^{-5}}}$$

$$\Delta PE = \underline{\underline{-5,40 \cdot 10^{-5} J}}$$

$$W = -\Delta PE = \underline{\underline{5,40 \cdot 10^{-5} J}}$$

b)

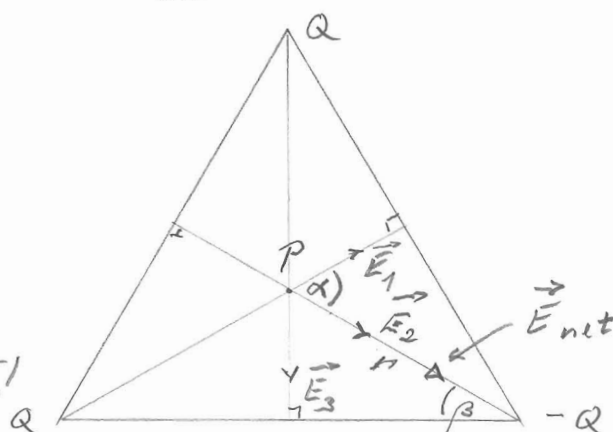
Kraftene
på de tre
ladningene:



Elektrisk
felt i P:

$$\vec{E}_{net} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = |\vec{E}_3|$$



$\vec{E}_1 + \vec{E}_3$ peker i samme retning som $\vec{E}_2$
og har lengden $2|\vec{E}_1| \cos \alpha = 2|\vec{E}_1| \cos 60^\circ = |\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$
Altså:

$$\vec{E}_{net} = 2\vec{E}_2 \quad \text{hvor } |\vec{E}_2| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

$$\cos \beta = \frac{d/2}{r}, \quad \beta = 30^\circ \quad \Rightarrow$$

$$r = \frac{d/2}{\cos 30^\circ} = \frac{d/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{d}{\sqrt{3}}$$

$$|\vec{E}_{net}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{d^2/3} \cdot 2 = \frac{3}{2\pi\epsilon_0} \frac{Q}{d^2}$$

$$\text{Potensialitet } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{r} + \frac{Q}{r} - \frac{Q}{r} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

$$V = \frac{\sqrt{3}}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{d}$$

- c) Mellom platene A_1 og A_2 er det elektriske feltet $\vec{E}$ konstant, og kraften som virker på elektronet er $-e\vec{E}$, altså konstant og rettet fra A_1 mot A_2 . Banen blir da en rett linje i området mellom platene. Til høyre for A_2 er kraften på elektronet gitt ved $-e\vec{v} \times \vec{B}$ som peker inn mot O og utgjør sentripetalkraften i en sirkelbevegelse. Se læreboka s. 561.

Energikonservering gir:

$$*) \frac{1}{2} m_e v_s^2 = -e(V_1 - V_2) = eV$$

$$v_s = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 12,0 \text{ V}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}}$$

$$= 2,05 \cdot 10^6 \quad \text{d: } \underline{2,05 \cdot 10^6 \text{ m/s}}$$

$$e v B = m_e \frac{v^2}{R}$$

Farten $v \approx v_s$ langs hele sirkelbanen!

$$e B = m_e \frac{v_s}{R}$$

$$R = \frac{m_e v_s}{e B} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 2,05 \cdot 10^6}{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 1,0 \cdot 10^{-5}} = 1,169 \quad \text{d: } \underline{1,17 \text{ m}}$$

$$\frac{e}{m_e} = \frac{v_s}{B R} \quad , \quad \left(\frac{e}{m_e}\right)^2 = \frac{v_s^2}{R^2 B^2} = \frac{2eV/m_e}{R^2 B^2} \quad \text{ifølge *)}$$

$$\left(\frac{e}{m_e}\right)^2 = \left(\frac{e}{m_e}\right) \frac{2V}{R^2 B^2} \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{\frac{e}{m_e} = \frac{2V}{R^2 B^2}}}$$

- a) Trykket i luften inne i sylindere er lik trykket på overflata av vannet er lik trykket i samme dybde utenfor:

$$p = p_0 + \rho g h = 1.013 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 1.0 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 9.80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15 \text{ m}$$

$$p = 2.1483 \cdot 10^5 \quad \text{d: } 2.148 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 2.145 \text{ atm}$$

$$pV = nRT \leftarrow \text{etter nedsenkingen}$$

$$p_0 V_0 = nRT \leftarrow \text{for } \dots$$

$$pV = p_0 V_0 \quad V_0 = A H_0 \text{ hvor } H_0 = 2.0 \text{ m}$$

$$V = A(H_0 - H) \text{ hvor } H \text{ er den} \\ \text{solle høyden}$$

$$A = \text{tverrsnittsarealet til sylindere}$$

$$pA(H_0 - H) = p_0 A H_0$$

$$p(H_0 - H) = p_0 H_0 \quad , \quad p H_0 - p H = p_0 H_0$$

$$H = \frac{p - p_0}{p} H_0 = \frac{\rho g h}{p} H_0 = 1.184 \quad \text{d: } 1.2 \text{ m}$$

b) Se læreboka s. 395-396.

Varmemengde taper seg ikke opp, altså må den varmemengden pr. tid (Q/t) som ledes fra den varme til den kalde enden av Cu være like den mengden som ledes videre gjennom Al of til den kalde enden. Da er

$$k_{Cu} A \frac{T_1 - T}{l} = k_{Al} A \frac{T - T_2}{l}$$

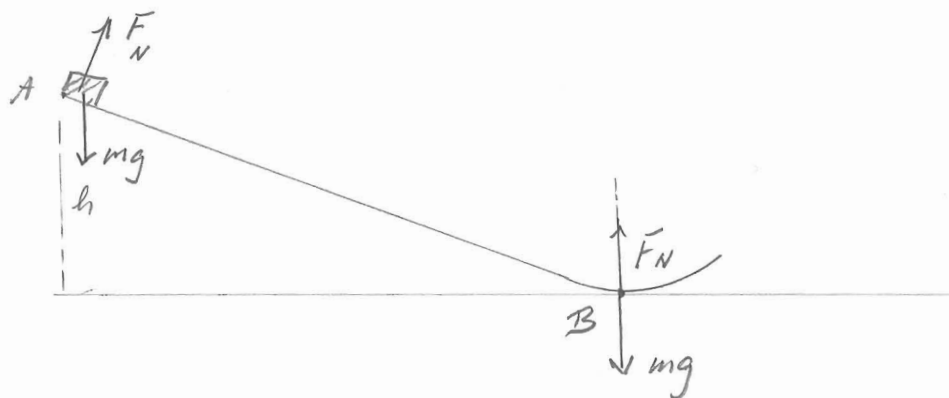
hvor $T_1 = 250^\circ\text{C}$ of $T_2 = 0^\circ\text{C}$.

$$k_{Cu} (T_1 - T) = k_{Al} (T - T_2)$$

$$T = \frac{k_{Cu} T_1 + k_{Al} T_2}{k_{Cu} + k_{Al}} = \frac{380 \cdot 250 + 200 \cdot 0}{380 + 200} = 163,8$$

$$\underline{T = 164^\circ\text{C}}$$

a)



$$mgh = \frac{1}{2} m v_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{2gh} = 4.43 \text{ J: } \underline{4.43 \text{ m s}^{-1}}$$

$$a = v_B^2 / R \quad (\text{ingen tangentialakselerasjon i B!})$$

$$a = \frac{2gh}{R} = 2g = \underline{19.60 \text{ m s}^{-2}}$$

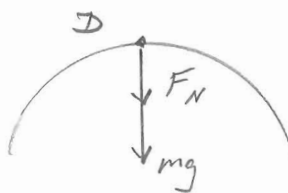
$$F_N - mg = m v_B^2 / R$$

$$F_N = mg + m v_B^2 / R = mg + m \cdot 2g = \underline{3mg}$$

$$F_N = \underline{2.94 \text{ N}}$$

b)

$$F_N + mg = m v_D^2 / R$$



$$F_N = m v_D^2 / R - mg$$

Farten v_D må være så stor at $F_N \geq 0$.

$F_N = 0$ gir den søkte minstefarten:

$$mg = m v_D^2 / R, \quad v_D^2 = gR$$

$$v_D = \underline{\sqrt{gR}}$$

Konservering av mekanisk energi gir:

$$mgh = mg \cdot 2R + \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$= mg \cdot 2R + \frac{1}{2}mgR = \frac{5}{2}mgR$$

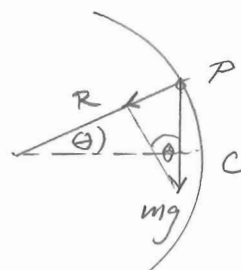
$$\underline{h = \frac{5}{2}R}$$

c) Trykket fra sirkelbanen

i P er null. Da er

$$mg \sin \theta = mv_P^2 / R$$

$$v_P^2 = gR \sin \theta$$



Konservering av energi gir:

$$mgh = mgR(1 + \sin \theta) + \frac{1}{2}mv_P^2$$

$$mg \frac{7}{4}R = mgR(1 + \sin \theta) + \frac{1}{2}m \cdot gR \sin \theta$$

$$\frac{7}{4} = 1 + \sin \theta + \frac{1}{2} \sin \theta = 1 + \frac{3}{2} \sin \theta$$

$$\frac{3}{2} \sin \theta = \frac{3}{4}$$

$$\sin \theta = \frac{1}{2}, \quad \underline{\theta = 30^\circ}$$

d) 1. støt: $mV_I + 2mV_{II} = mV_I' + 2mV_{II}'$

for støt etter støt

$$\underline{V_I - V_{II}} = - (V_I' - V_{II}')$$

hvor $V_{II} = 0$ og $V_I = V_B = \sqrt{2gh} = \sqrt{5gR}$

$$\left. \begin{aligned} v_I &= v_I' + 2v_{II}' \\ v_I &= -v_I' + v_{II}' \end{aligned} \right\} \Rightarrow v_{II}' = \frac{2}{3}v_I, \quad v_I' = -\frac{1}{3}v_I$$

$$v_I' = -\frac{1}{3}\sqrt{5gR} \quad (\text{rettet mot venstre})$$

$$v_{II}' = \frac{2}{3}\sqrt{5gR} \quad (\text{rettet mot højre})$$

2. støt:

$$\underbrace{2mv_{II}' + mv_{III}'}_{\text{før}} = \underbrace{2mv_{II}'' + mv_{III}''}_{\text{etter}}$$

$$\underbrace{v_{II}' - v_{III}'}_{\text{før}} = -\underbrace{(v_{II}'' - v_{III}'')}_{\text{etter}}$$

hvor $v_{III}' = 0$ og $v_{II}' = \frac{2}{3}\sqrt{5gR}$ (se ovenfor)

$$\left. \begin{aligned} 2v_{II}' &= 2v_{II}'' + v_{III}'' \\ v_{II}' &= -v_{II}'' + v_{III}'' \end{aligned} \right\} \Rightarrow v_{II}'' = \frac{1}{3}v_{II}', \quad v_{III}'' = \frac{4}{3}v_{II}'$$

$$v_{II}'' = \frac{2}{9}\sqrt{5gR} \quad (\text{rettet mot højre})$$

$$v_{III}'' = \frac{8}{9}\sqrt{5gR} \quad (\text{rettet mot højre})$$

e) All masse er koncentreret i afstand r fra akse. Da er

$$\underline{I = mr^2 = 0,001 \text{ kg m}^2}$$

Konservering av energi :

$$mgh = \frac{1}{2} m v_B^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} m v_B^2 + \frac{1}{2} m r^2 \frac{v_B^2}{r^2}$$

$$mgh = m v_B^2$$

$$v_B = \sqrt{gh} = 3.13 \text{ s: } \underline{\underline{3.13 \text{ m s}^{-1}}}$$

Denne v_B er mindre enn v_B i a) fordi noe av den opprinnelige potensielle energien mgh går over i rotasjonskinetisk energi $\frac{1}{2} I \omega^2$, og det blir da mindre energi igjen til translasjonen av massesenteret.

NB! Forskjellen skyldes ikke at vi nå har friksjon i banen. Friksjonskrafta gjør ikke noe arbeid ved rullende friksjon. Vi har altså ikke noe friksjonstap!

Skiva har massen uniformt fordelt fra akse og ut til periferien. Den har dermed mindre treghetsmoment ($I = \frac{1}{2} m r^2$) enn ringen og rotasjonen tar dermed mindre energi enn hos ringen.

Altså: v_B for skiva $>$ v_B for ringen.

a) Se läroboka s. 853.

$$N = N_0 e^{-\lambda t}, \quad \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}, \quad \ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$t = \frac{\ln(N/N_0)}{-\lambda} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{T_{1/2}}$$

$$t = - \frac{\ln(N/N_0)}{0,693} T_{1/2}, \quad \frac{N}{N_0} = 0,5$$

$$t = 1,0002 \cdot T_{1/2} \approx 5731 \text{ år} \quad \text{d: } 5731 \text{ år}$$

$$t = \underline{5700 \text{ år}}$$

$$T'_{1/2} = 5570 \text{ år.}$$

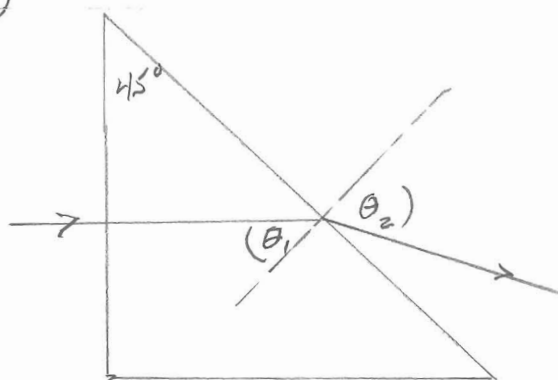
Regner man på samma mätte som ovanför, får man att den nye alderen är

$$t' = - \frac{\ln(N/N_0)}{0,693} \cdot T'_{1/2} = 1,0002 \cdot T'_{1/2} = 5571 \text{ år}$$

$$\text{Feilen blir } 5731 \text{ år} - 5571 \text{ år} = \underline{160 \text{ år}}$$

$$\text{Dvs } \underline{2,8\%}.$$

b)



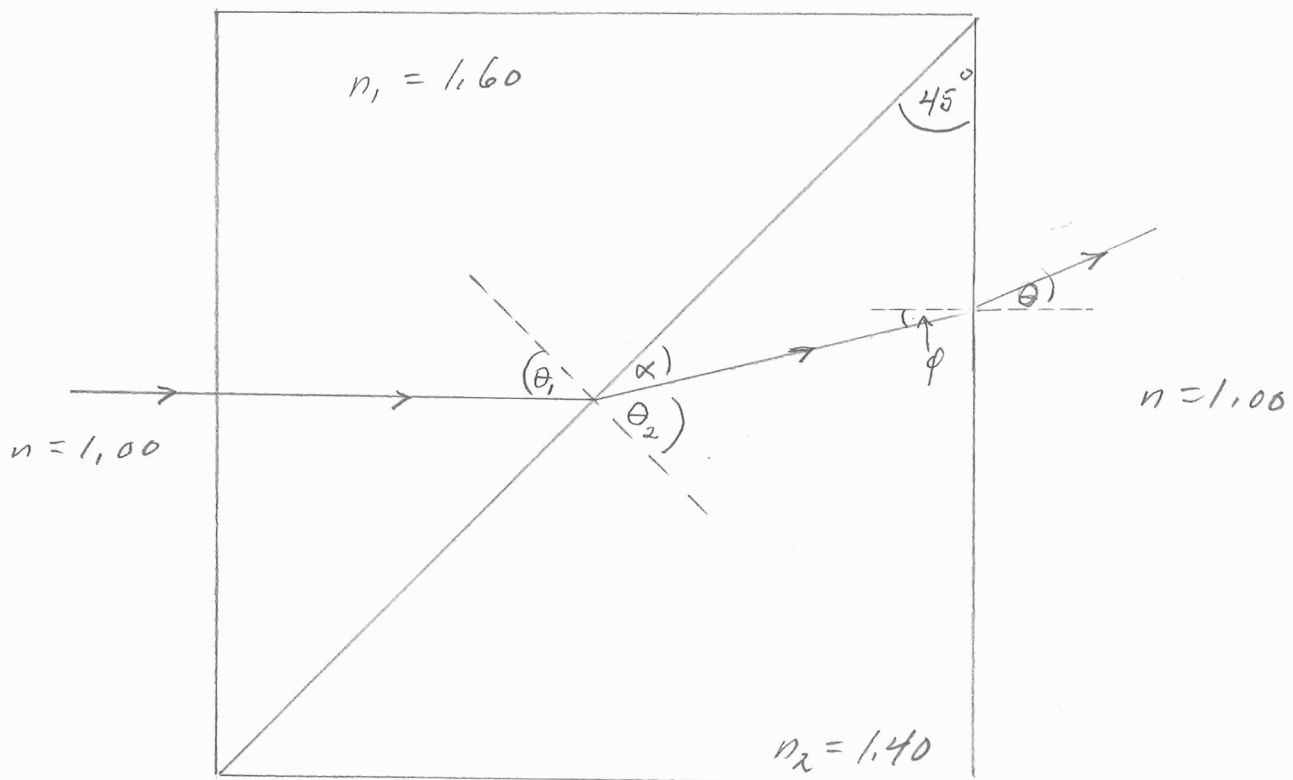
$$\theta_1 = 45^\circ, \theta_2 = 72^\circ$$

$$n_1 = ? , n_2 = 1,00$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$n_1 = \frac{\sin 72^\circ}{\sin 45^\circ} = 1,345$$

$$n_1 = \underline{1,35}$$



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (n_1 = 1.60, n_2 = 1.40, \theta_1 = 45^\circ)$$

$$n_2 \sin \phi = n \sin \theta \quad (n = 1.00)$$

$$90^\circ + \phi + 45^\circ + \alpha = 180^\circ, \quad \alpha = 90^\circ - \theta_2 \Rightarrow$$

$$\phi = \theta_2 - 45^\circ$$

$$\sin \theta = n_2 \sin (\theta_2 - 45^\circ)$$

$$\sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \frac{1.60}{1.40} \sin 45^\circ = 0.8081 \Rightarrow$$

$$\theta_2 = 53.91^\circ$$

$$\phi = 53.91^\circ - 45^\circ = 8.91^\circ$$

$$\sin \theta = 1.40 \sin 8.91^\circ = 0.2169 \Rightarrow \theta = 12.53^\circ$$

$$\theta = 12.5^\circ$$