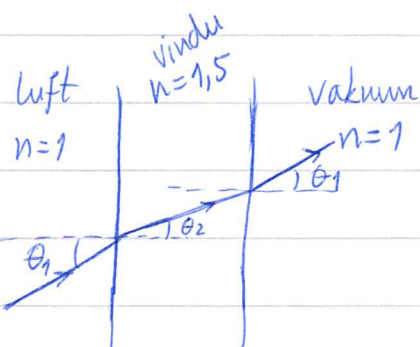


Del A

①

$$\theta_1 = 40,0^\circ$$



Fra Snells lov:

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

$$\sin \theta_2 = \frac{1,0 \cdot \sin 40^\circ}{1,5}$$

Svar: 25,4° og 40,0°

$$\theta_2 = 25,4^\circ$$

②

$$m = 80 \text{ kg}$$

Tyngdens akselerasjon på overflaten: 0,38 g

$$F_g = mg = 80 \cdot 0,38 \cdot g = 80 \cdot 0,38 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 298,2 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{298,2 \text{ N}}}$$

③

$$F = G \frac{M_M m_P}{r^2} = m_P \cdot a_c = m_P \frac{v_P^2}{r}$$

$$\frac{G M_M}{r^2} = \frac{v_P^2}{r} \Rightarrow r G M_M = r^2 \left(\frac{2\pi r}{T} \right)^2$$

$$\Rightarrow r^3 = \frac{G M_M T^2}{4\pi^2}$$

$$r^3 = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg} \cdot (7,66 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s})^2 \cdot \frac{1}{4\pi^2}$$

$$r = (8,248 \cdot 10^{20} \text{ m}^3)^{1/3} = 9,378 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Distance from Phobos to surface

$$9,378 \cdot 10^6 - 3,397 \cdot 10^6 = 5,98 \cdot 10^6 \text{ m} \Rightarrow \underline{\underline{6000 \text{ km}}}$$

- ④ Doppler formelen til en bevægelig sender:

$$f = f_0 \left(\frac{1}{1 \pm \frac{v_E}{v}} \right)$$

lys $v \equiv c$

1 øker $\rightarrow f$ minsker

$\Downarrow$
stjernen beveger seg fra mottaker $\Rightarrow \oplus$

$$f = f_0 \left(\frac{1}{1 + \frac{v_E}{c}} \right)$$

$$\frac{c}{\lambda} = \frac{c}{\lambda_0} \left(\frac{1}{1 + \frac{v_E}{c}} \right) \Leftrightarrow \lambda_0 = \lambda \left(\frac{1}{1 + \frac{v_E}{c}} \right) \Leftrightarrow \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{1}{1 + \frac{v_E}{c}} \Leftrightarrow \frac{\lambda}{\lambda_0} = 1 + \frac{v_E}{c}$$

$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v_E}{c} \Rightarrow \boxed{v_E = c \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0}}$$

$$v_E = 30 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot \frac{20 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{396,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = \underline{\underline{1,5 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

⑤ $586 \text{ W/m}^2 = 586 \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \text{s}}$

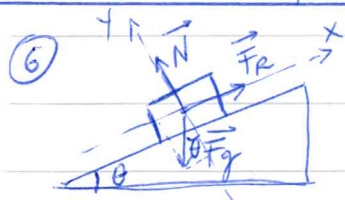
$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} \cdot \frac{3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{5,00 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = \underline{\underline{4,0 \cdot 10^{-19} \text{ J}}}$$

energi per foton

Fotoner per m^2 per sekund:

$$\frac{586 \text{ J/(m}^2 \cdot \text{s)}}{4,0 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 1,5 \cdot 10^{21} \text{ fotoner / (m}^2 \cdot \text{s)}$$

Fotoner per solcellpanel (2 m^2): $\underline{\underline{3,0 \cdot 10^{21} \text{ fotoner/s}}}$



Det står i ro: $F_{\text{tot}} = 0$

$$F_x = -mg \sin \theta + \mu_s N = 0$$

$$F_y = N - mg \cos \theta = 0 \Leftrightarrow N = mg \cos \theta$$

$$F_x = -mg \sin \theta + \mu_s mg \cos \theta = 0 \Leftrightarrow mg \sin \theta = \mu_s mg \cos \theta$$

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \mu_s \Rightarrow \tan \theta = 0,52$$

$$\Rightarrow \theta = \underline{\underline{27,5^\circ}}$$

⑦ Fra Ohms Lov: $\Delta V = RI$

$$R_{\text{tot}} = \frac{\Delta V}{I} = \frac{28,8V}{9A} = \underline{\underline{3,2 \Omega}}$$

a) $R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + R_3 = 1,5 + 3,0 + 4,0 = 8,5 \Omega$ X

b) $\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{1,5} + \frac{1}{3,0} + \frac{1}{4,0} = \frac{8}{12} + \frac{4,0}{12} + \frac{3,0}{12} = \frac{15}{12} = \frac{5}{4} \Omega^{-1}$

$\Rightarrow R_{\text{tot}} = \frac{4}{5} \Omega$ X

c) $R_{\text{tot}} = R_1 + R_{23} = 1,5 + \frac{12}{7,0} = \underline{\underline{3,2 \Omega}}$

$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{3,0} + \frac{1}{4,0} = \frac{7,0}{12} \Omega^{-1}$ c)

⑧ Her ønsker vi å komme fra til unnslippingsfarten

MAV-en er helt fritt fra Mars gravitasjonsfeltet ved grenseverdien $r = \infty$.

Da er den potensielle energien lik null: $U_0 = 0$

For at MAV-en akkurat skal slippe fri må den totale mekaniske energien være like null:

$$E_0 = K_0 + U_0 = 0 \Rightarrow K_0 = 0$$

På overflaten er $E_1 = K_1 + U_1 = 0$ siden den totale mekaniske energien er konstant.

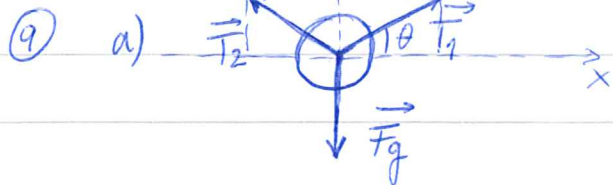
$$K_1 = -U_1$$

$$\frac{1}{2} m_{\text{MAV}} v^2 = - \left(-G \frac{M_M \cdot m_{\text{MAV}}}{r_M} \right)$$

$$v^2 = \frac{2 G M_M}{r_M} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 G M_M}{r_M}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot 6,42 \cdot 10^{23} \text{kg}}{3,397 \cdot 10^6 \text{m}}} = \sqrt{2,521 \cdot 10^7 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \\ = 5021 \text{ m/s} = \underline{\underline{5 \text{ km/s}}}$$

Del B



$$\text{I ro: } \vec{F}_{\text{tot}} = 0$$

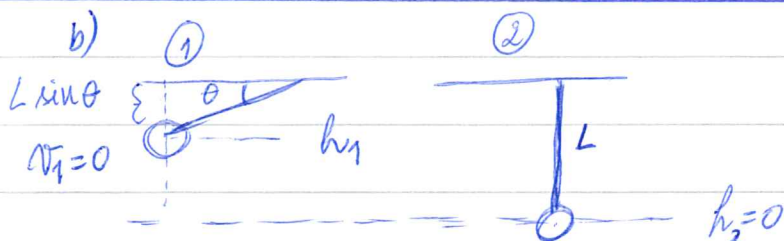
y-retningen:

$$T_1 \sin 30^\circ + T_2 \sin 30^\circ - mg = 0$$

$$T_1 = T_2 = T, \quad \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$2T \sin 30^\circ = mg$$

$$2T \frac{1}{2} = mg \Rightarrow T = \underline{\underline{mg}}$$



$$E_1 = E_2$$

$$\frac{1}{2} m v_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 + mgh_2$$

$$h_1 = L - L \sin 30^\circ = L - \frac{L}{2} = \frac{L}{2}$$

$$mg \frac{L}{2} = \frac{1}{2} m v_2^2 \Rightarrow v_2^2 = gL$$

$$\Rightarrow v = \underline{\underline{\sqrt{gL}}}$$

c) Legemet beveger seg i en del av en sirkelbue. Kraftene på legemet er tyngden og snordraget:

$$\vec{F}_t = \vec{T} + \vec{F}_g = m\vec{a}$$

$$T - mg = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow T = mg + m \frac{gL}{L}$$
$$T = \underline{\underline{2mg}}$$

$$\begin{aligned}
 d) \quad W &= U_1 - U_2 \\
 &= mg \frac{L}{2} - 0 \\
 &= \frac{1}{2} mgL
 \end{aligned}$$

Man kan også bruke

$$\begin{aligned}
 W &= K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m (\sqrt{gL})^2 \\
 &= \frac{1}{2} mgL
 \end{aligned}$$

Positiv. Samme retning som tyngden, $\vec{F}_g$.

e) Vi bruker bevaringsloven for bevegelsesmengden:

$$p_x = p'_x$$

(like) Før kollisjonen:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m v$$

(like) Etter kollisjonen:

$$+ m_1 v'_1 + m_2 v'_2 = -m \frac{v}{2} + 3m v'$$

$$m v = -m \frac{v}{2} + 3m v' \Rightarrow v' = \frac{1}{3} \left(\frac{3v}{2} \right)$$

$$v' = \frac{v}{2}$$

$$v' = \frac{1}{2} \sqrt{gL}$$

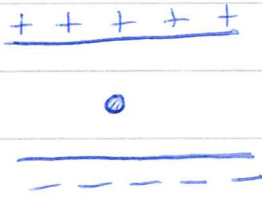
f) Hvis elastisk: $K = K'$

$$\frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} (3m) \cdot 0 = \frac{1}{2} m \left(\frac{v}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} (3m) \left(\frac{v}{2} \right)^2$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{4}{2} m \left(\frac{v}{2} \right)^2$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \text{elastisk kollisjonen.}$$

10)



$$\sigma = 1,06 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

$$m = 3,90 \cdot 10^{-15} \text{ kg} \quad \text{er i ro.}$$

a) Den elektriske feltstyrken i område mellem pladene:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}, \text{ hvor } \sigma \text{ er ladningen per fladeenhed p\u00e5 hver plade}$$

$$E = \frac{1,06 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}^2}{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2} = 1,20 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

b)

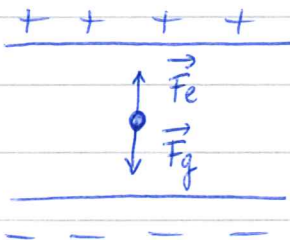
Potensialforskjellen mellem pladene er:

$$\Delta V = E \cdot d$$

$$= 1,20 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot 0,025 \text{ m}$$

$$= 3000 \text{ V (volts)}$$

c)



De eneste krefterne som virker p\u00e5 dr\u00e5pen er den elektriske kraften og tyngden. Siden dr\u00e5pen er i ro:

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_e + \vec{F}_g = m\vec{a} = 0$$

$$|\vec{F}_e| = q \cdot E$$

$$|\vec{F}_g| = m \cdot g$$

$$q \cdot E = mg = 0 \Leftrightarrow q = \frac{3,90 \cdot 10^{-15} \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{1,20 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}}$$

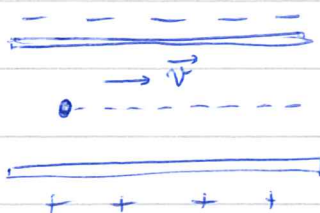
$$= 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

6

For å finne hvor mye ladning:

$$\frac{3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \underline{\underline{2 e}}$$

Siden dråpen er i ro må den elektriske kraften ha retning mot den positive platen. Da må dråpen være ~~positiv~~ negativ ladet.

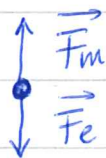


e^-

$$v_e = 2,0 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$E = 5,0 \cdot 10^4 \text{ V/m}$$

(a) Siden elektronet går rettlinjet (i x retningen) med konstant fart, og den ~~elektriske~~ elektriske kraften virker på elektronet mot den positive platen (nedover), må den magnetiske kraften virker på elektronet med retning oppover.



$\vec{F}_m$ og $\vec{F}_e$ må være like stor i verdien: $\sum \vec{F} = 0$

$$|\vec{F}_m| = |\vec{F}_e|$$

$$F_m = F_e = q \cdot E = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 5,0 \cdot 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}} = \underline{\underline{8,0 \cdot 10^{-15} \text{ N}}} = \frac{N}{C}$$

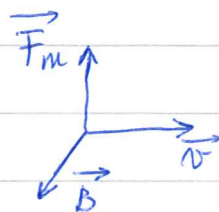
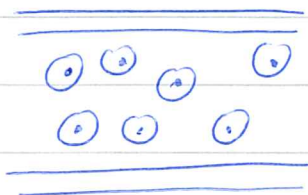
(b) Kraft på en ladd partikkel i et magnet felt er:

$$\vec{F}_m = -q \vec{v} \times \vec{B}$$

$$|\vec{F}_m| = q v B$$

$$B = \frac{F_m}{qv} = \frac{8,0 \cdot 10^{-15} \text{ N}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 2,0 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,0025 \frac{\text{Ns}}{\text{Cm}} = \underline{\underline{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ T}}}$$

Siden elektronet er negativt, er retning til magnetfeltet ut av arket.



(c) Når elektronet kommer ut av de to platene og ut av det elektriske feltet, er det bare den magnetiske kraften som virker på elektronet. Fordi den magnetiske kraften vil virke vinkelrett på bevegelsesretningen, vil elektronet gå i en sirkelbane.

