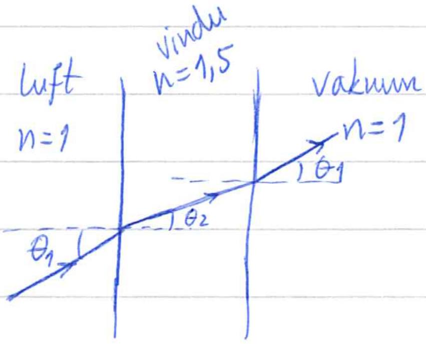
LF FY0001 Mai 2019

Del A

1

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



Fra Snells lov:

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

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

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

Svar: $\underline{25{,}4^\circ \text{ og } 40{,}0^\circ}$

2

$m = 80$ kg

Tyngdens akselerasjon på overflaten: 0,38 g

$$F_g = mg = 80 \cdot 0{,}38 \cdot g = 80\,(\text{kg}) \cdot 0{,}38 \cdot 9{,}81\,\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 298{,}2\ \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= \underline{298{,}2\,\text{N}}$$

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

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

④ Dopplerformelen til en bevegelig sender:

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

$\xrightarrow{\text{lys}} v \equiv c$

λ øker $\rightarrow f$ minsker

$\Downarrow$

stjernen beveger seg fra mottaker $\Rightarrow$ +

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

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

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

$$v_E = 3{,}0 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot \frac{20 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{396{,}8 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = \underline{\underline{1{,}5 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

---

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

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

energi per foton

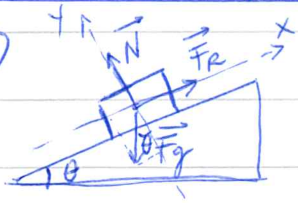
Fotoner per m^2 per sekund:

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

Fotoner per solcellpanel (2 m²): $\underline{\underline{3{,}0 \cdot 10^{21} \text{ fotoner/s}}}$

---

⑥



Det står i ro: $F_{tot} = 0$

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

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

$$F_x = -mg \sin\theta + \mu_s \, mg \cos\theta = 0 \Leftrightarrow \cancel{mg} \sin\theta = \mu_s \cancel{mg} \cos\theta$$

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

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

(7) Fra Ohms lov: $\Delta V = RI$

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

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

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

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

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

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

---

(8) Her ønsker vi å komme fra til unnslippinsfarten
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 bevart.

$$K_1 = -U_1$$

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

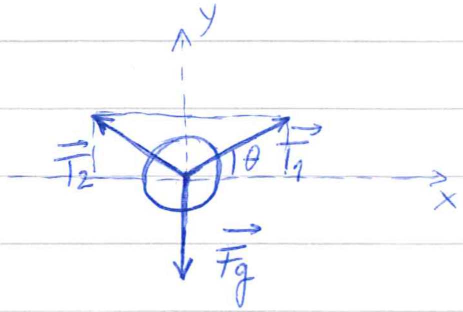
$$v^2 = \frac{2GM_M}{r_M} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2GM_M}{r_M}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\frac{Nm^2}{\cancel{kg^2}} \cdot 6{,}42 \cdot 10^{23}\,\cancel{kg}}{3{,}397 \cdot 10^6\,\cancel{m}}} = \sqrt{2{,}521 \cdot 10^7\,\frac{m^2}{s^2}}$$

$$= 5021\,m/s = \underline{5\,km/s}$$

Del B

(9) a)



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

y-retningen:

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

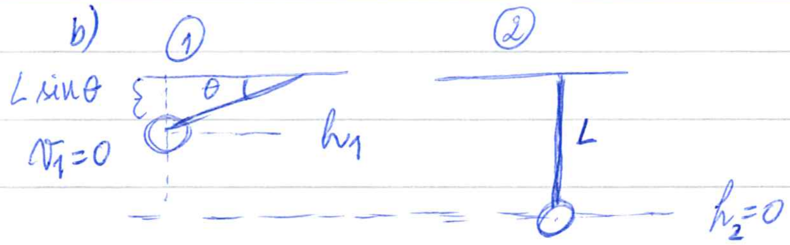
$$T_1 = T_2 = T \quad , \quad \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

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

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

---

b)



$$E_1 = E_2$$

$$\frac{1}{2}\cancel{m v_1^2}^{\,0} + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \cancel{mgh_2}^{\,0}$$

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

$$mg\frac{L}{2} = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow v_2^2 = gL$$

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

---

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

$$\vec{F_t} = \vec{T} + \vec{F_g} = m\vec{a}$$

$$T - mg = m\frac{v^2}{r} \underset{r \equiv L}{\Rightarrow} T = mg + m\frac{g\cancel{L}}{\cancel{L}}$$

$$\underline{\underline{T = 2mg}}$$

d) $W = U_1 - U_2$

$= mg\frac{L}{2} - 0$

$= \frac{1}{2}mgL$

Man kan også bruke

$W = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m(\sqrt{gL})^2$

$= \underline{\frac{1}{2}mgL}$

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

---

e) Vi bruker ~~be~~bevaringsloven for bevegelsesmengden:

$$p_x = p_x'$$

(Like) Før kollisjonen:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = mv$$

(Like) Etter kollisjonen:

$$+ m_1 v_1' + m_2 v_2' = -m\frac{v}{2} + 3mv'$$

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

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

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

---

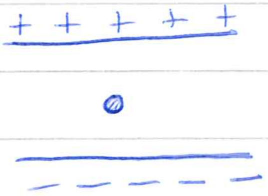
f) Hvis ellastisk : $K = K'$

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

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

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \text{ellastisk } \underline{\text{kollisjonen}}.$$

10.



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

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

a) Den elektriske feltstyrken i område mellom platene:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$, hvor σ er ladningen per flatienhet på hver plate

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

---

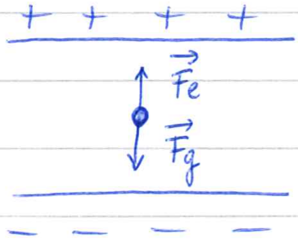
b)

Potensialforskjellens mellom platene er:

$$\Delta V = E \cdot d$$
$$= 1{,}20 \cdot 10^5\ \frac{N}{C} \cdot 0{,}025\ m$$
$$= 3000\ V \quad (\text{volts})$$

---

c)



De eneste kreftene som virker på dråpen er den elektriske kraften og tyngden. Siden dråpen er i ro:

$$\sum \vec{F} = \vec{F_e} + \vec{F_g} = m\vec{a} = 0$$

$$|\vec{F_e}| = q \cdot E$$

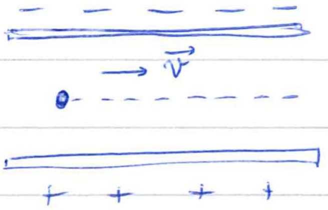
$$|\vec{F_g}| = m \cdot g$$

$$q \cdot E - mg = 0 \iff q = \frac{3{,}90 \cdot 10^{-15}\ Kg \cdot 9{,}81\ m/s^2}{1{,}20 \cdot 10^5\ \frac{N}{C}}$$
$$= \underline{3{,}2 \cdot 10^{-19}\ C}$$

For å finne hvor nye ladning:

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

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

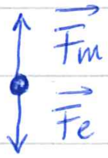


e^-

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

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

(a) Siden elektronet går rettlinjet (i x retningen) med konstant farten, og den 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: $\sum \vec{F} = 0$

$$|\vec{F_m}| = |\vec{F_e}|$$

$$F_m = F_e = q \cdot E = 1.6 \cdot 10^{-19}\,C \cdot 5{,}0 \cdot 10^{4}\ \frac{V}{m} \quad \left(\frac{V}{m} = \frac{N}{C}\right)$$

$$= \underline{\underline{8.0 \cdot 10^{-15}\,N}}$$

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

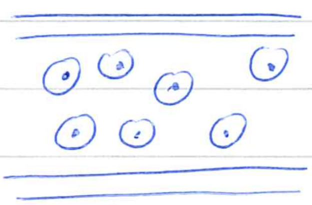
$$\vec{F}_m = -q\vec{v} \times \vec{B}$$

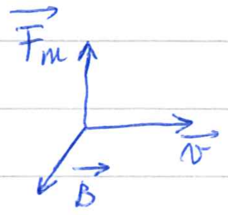
$$|\vec{F_m}| = qvB$$

$$B = \frac{F_m}{qv} = \frac{8.0 \cdot 10^{-15}\ N}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C \cdot 2{,}0 \cdot 10^{7}\ \frac{m}{s}} = 0{,}0025\ \frac{Ns}{Cm}$$

$$= \underline{\underline{2{,}5 \cdot 10^{-3}\,T}}$$

Siden electronet 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.