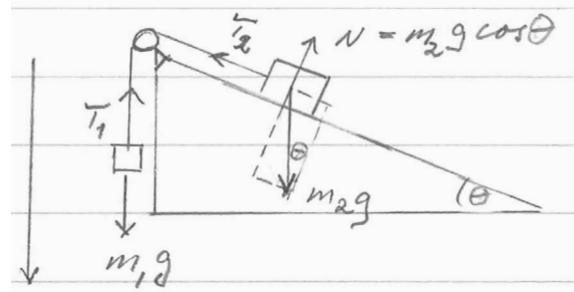


I

a) Massen m_1 :

$$m_1 g - T_1 = m_1 a_1$$

Massen m_2 :



Positiv retning nedover

$$T_2 - m_2 g \sin \theta = m_2 a_2$$

$$T_2 = T_1 (= T) \text{ og}$$

$$a_2 = a_1 (= a) \text{ gir}$$

i retning langs skråplanet,
positiv retning oppover

$$\left. \begin{array}{l} m_1 g - T = m_1 a \\ T - m_2 g \sin \theta = m_2 a \end{array} \right\} \Rightarrow g(m_1 - m_2 \sin \theta) = (m_1 + m_2) a$$

$$a = \frac{m_1 - m_2 \sin \theta}{m_1 + m_2} g$$

$$T = m_1 g - m_1 a = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (1 + \sin \theta) g$$

La $m_2 = 3m_1$. Da er $a = 0$ for $\sin \theta = 1/3$,
dvs. at massene balanserer hverandre for

$$\sin \theta = 1/3, \theta = 19,5^\circ$$

b) Klossene starter fra ro i den høyeste i regner
erasjon (jfr. pkt. a)). Da gjelder formelene

$$v = at, h = \frac{1}{2} at^2, v^2 = 2ah$$

$$v^2 = 2ah \text{ gir}$$

$$v^2 = 2 \frac{m_1 - m_2 \sin \theta}{m_1 + m_2} g h$$

$$v = \sqrt{2gh \frac{m_1 - m_2 \sin \theta}{m_1 + m_2}}$$

(v kan også finnes ved å bruke energikonservering.)

Tiden er gitt ved

$$t = \frac{v}{a} = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2h}{g} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2 \sin \theta}}$$

c) Med friksjon:

Man kan enten derivere ligningene

$$\left. \begin{aligned} m_1 g - T &= m_1 a \\ T - m_2 g \sin \theta - \mu m_2 g \cos \theta &= m_2 a \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$a = \frac{m_1 - m_2 (\sin \theta + \mu \cos \theta)}{m_1 + m_2} g$$

hva man krever $a > 0$. Det gir $\frac{m_1}{m_2} > \sin \theta + \mu_s \cos \theta$ som oppsett.

Eller man kan se på løsningene som et system og sette $a > 0$. Dette vil kreve noe i alle

$$m_1 g - m_2 g \sin \theta - \mu_s m_2 g \cos \theta > 0.$$

$$\theta = 45^\circ \text{ og } m_1 = m_2 \Rightarrow \mu_s < \frac{1 - \sin 45^\circ}{\cos 45^\circ} = 0.4142, \underline{\underline{\mu_s < 0.41}}$$

d) Når betingelsen er oppfylt, vil klossen m_2 begynne å bevege seg oppover skråplanet og klossen m_1 begynner å falle med konstant akselerasjon

$$a = \frac{m_1 - m_2 (\sin \theta + \mu \cos \theta)}{m_1 + m_2} g \quad \text{hvor nå } \mu = \mu_k$$

Sammenligner vi med pkt. b), ser vi at farta er gitt ved

$$v = \sqrt{2gh \cdot \frac{m_1 - m_2 (\sin \theta + \mu_k \cos \theta)}{m_1 + m_2}}$$

og tiden er gitt ved

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2 (\sin \theta + \mu_k \cos \theta)}}$$

II

a) Konservering av energi gir:

$$\frac{1}{2} M v^2 + \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2 = M g D \sin \theta, \quad \omega = v/R$$

$$\frac{1}{2} M v^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} M R^2 \frac{v^2}{R^2} = M g D \sin \theta$$

$$I_{CM} = \frac{2}{5} M R^2$$

$$\frac{1}{2} v^2 + \frac{1}{5} v^2 = g D \sin \theta, \quad \frac{7}{10} v^2 = g D \sin \theta$$

$$v = \sqrt{\frac{10}{7} g D \sin \theta}$$

b) $\frac{1}{2} M v^2 + \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2 = M g d \sin \theta, \quad \omega = v/R, \quad I_{CM} = M R^2$

$$\frac{1}{2} v^2 + \frac{1}{2} v^2 = g d \sin \theta$$

$$v^2 = g d \sin \theta \quad \text{som skal være den samme som } v^2 \text{ i pkt. a), dvs.}$$

$$g d \sin \theta = \frac{10}{7} g D \sin \theta$$

$$d = \frac{10}{7} D$$

v i pkt. a) og v i pkt. b) avhenger ikke av M og/eller R , men bare av formen/massefordelingen til legemet. Det hjelper altså ikke å endre M eller R . En ring er en ring, og en kule er en kule i denne sammenheng. Alle ringer ruller like fort, og alle kuler ruller like fort!

Løsning

701

a)

Varmemengde tatt opp av det ukjente metallet =
varmemengde avgitt av beger pluss vann:

$$c \cdot 0,512 \cdot (78 - 15) = 900 \cdot 0,100 \cdot (98 - 78) + 4190 \cdot 0,325 \cdot (98 - 78)$$

$$c \cdot 32,256 = 1800 + 27235 = 29035$$

$$c = 29035 / 32,256 = 900,14$$

$$c = \underline{900 \text{ J/kg} \cdot \text{deg}}$$

Tab. 1 viser at det ukjente metallet er
aluminium.

b) Kulas kinetiske energi går med til å smelte
isen:

$$\frac{1}{2} m_{\text{kule}} V_{\text{kule}}^2 = m_{\text{is}} L_{\text{is}}$$

hvor L_{is} er smeltevarmen for is.

$$m_{\text{is}} = \frac{1}{2} \cdot 0,070 \cdot 250^2 / 333 \cdot 10^3 = 0,00657$$

$$m_{\text{is}} = 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ kg} = \underline{\underline{6,6 \text{ g}}}$$

lösning

IV

a) Enten så: $a = g + \frac{F_{el}}{m} = g + \frac{qE}{m}$ hvor $q = q_1 \vee q_2$

$$a = \text{konstant} \Rightarrow v = \sqrt{2ah}$$

$$v_1 = \sqrt{2h(g + q_1 E/m)}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 2.00(9.80 + 650 \cdot 10^{-6} \cdot 150/0.540)} = 6.3184$$

$$v_1 = 6.3184 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \sqrt{2h(g + q_2 E/m)} = \sqrt{2 \cdot 2.00(9.80 - 650 \cdot 10^{-6} \cdot 150/0.540)}$$

$$v_2 = 6.2030 \text{ m/s}$$

$$v_1 - v_2 = 6.3184 \text{ m/s} - 6.2030 \text{ m/s} = 0.1154 \text{ m/s} \approx \underline{\underline{0.12 \text{ m/s}}}$$

Eller så: $mgh + qV = \frac{1}{2}mv^2$ hvor $V = Eh$

$$v^2 = 2gh + qEh/m$$

$$v = \sqrt{2h(g + qE/m)} \quad \text{som}$$

b)

Må ha en balanse

mellom tyngdekraft

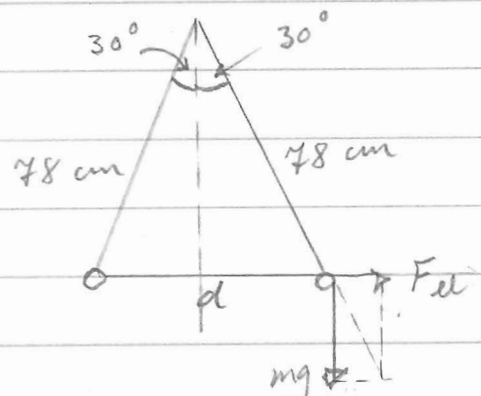
og elektrisk kraft.

Enklest:

Resultantkrafta

$$\vec{F}_T = m\vec{g} + \vec{F}_{el}$$

må peke i bladets retning.



Det gir $\tan 30^\circ = F_{el} / mg$ hvor $F_{el} = \frac{(Q/2)^2}{4\pi\epsilon_0 d^2}$

$(\frac{Q}{2})^2 = mg \tan 30^\circ \cdot 4\pi\epsilon_0 d^2$, $d = 78 \text{ cm}$ (likesidet
trekant)

$Q^2 = 16\pi\epsilon_0 \cdot 0,78^2 \cdot 0,024 \cdot 9,80 \tan 30^\circ = 3,6752 \cdot 10^{-11}$

$Q = 6,0623 \cdot 10^{-6}$

$Q = 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ C} = \underline{\underline{6,1 \mu\text{C}}}$

løsning

V

a) Anvender Kirchhoffs regler:

$$I_1 + I_2 = 3,0 \text{ A}$$

$\Rightarrow$

$$I_1 + I_2 = 3$$

$$9 \text{ V} = I_1 \cdot 3,0 \Omega + 3,0 \text{ A} \cdot 2,0 \Omega$$

$\Rightarrow$

$$3 I_1 = 9 - 6 = 3$$

$$\mathcal{E} = I_2 \cdot 4,5 \Omega + 3,0 \text{ A} \cdot 2,0 \Omega$$

$\Rightarrow$

$$4,5 I_2 = \mathcal{E} - 6$$

$$I_1 = \underline{\underline{1,0 \text{ A}}}$$

$$I_2 = \underline{\underline{2,0 \text{ A}}}$$

$$\mathcal{E} = \underline{\underline{15 \text{ V}}}$$

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

$\vec{F}_m \perp \vec{v}$ gjør at $\vec{F}_m$ ikke endrer farten $|\vec{v}|$ men bare retningen til $\vec{v}$; altså gjør ikke $\vec{F}_m$ noe arbeid.

$$\vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B} = q v \vec{e}_y \times B(-\vec{e}_x) = q v B \vec{e}_x \times \vec{e}_y = q v B \vec{e}_z$$

som peker i positiv z-retning når $q > 0$.

Tyngdekraften $m\vec{g}$ peker i negativ z-retning, og de to kreftene balanserer hverandre når

$$q v B = m g$$

$$v = \underline{\underline{\frac{m g}{q B}}}$$

For denne v vil de frie partiklene være i likevekt og virket gjennom magnetfeltet.