

Oppgave 1

- a) I et knutepunkt må summen av all strømmer inn være lik summen av all strømmer ut.
Dette gir i punkt a):

$$I_1 + I_3 = I_2.$$

- b)

$$\text{Øvre strømsløyfe: } 12 - 4 \cdot I_2 - 8 - 12 \cdot I_1 \text{ V} = 0 \text{ V.}$$

$$\text{Nedre strømsløyfe: } 4 - 4 \cdot I_2 - 8 - 6 \cdot I_3 \text{ V} = 0 \text{ V.}$$

- c) Ligningen i a) og de to ligningene i b) gir strømmene:

$$I_1 = 7/18 \text{ A} = 0,389 \text{ A}, I_2 = -3/18 \text{ A} = -0,167 \text{ A}, I_3 = -10/18 \text{ A} = -0,556 \text{ A}.$$

- d) I_2 og I_3 ble negative. Retningene på figuren må derfor snus.

Oppgave 2

a) Innstrålt effekt på solpanelet er lik utstrålt effekt:

$$P = 1360 \text{ (W/m}^2\text{)} \cdot A = Ae\sigma T^4.$$

Løst mhp. T : $T = \sqrt[4]{1360/\sigma} = \sqrt[4]{1360/5,67 \cdot 10^{-8}} \text{ K} = 394 \text{ K}.$

b) Her går det an å resonnerer seg fram til at fotens hastighet må være 5 m/s i fotballens bevegelsesretning. Dersom den uendelige massen er i ro vil fotballens hastighet bli -10 m/s etter støtet. Er massens hastighet lik fotballens vil fotballens hastighet være uforandret lik +10 m/s. Massens hastighet må derfor ligge midt i mellom disse to verdiene, altså 5 m/s.

For å regne ut fotens hastighet før støtet bruker vi både bevaring av bevegelsesmengde og bevaring av mekanisk energi:

$$\text{Bevegelsesmengde: } mv_m + Mv_M = 0 + Mv'_M$$

$$\text{Kinetisk energi: } \frac{1}{2}mv_m^2 + \frac{1}{2}Mv_M^2 = 0 + \frac{1}{2}Mv'_M{}^2,$$

der v'_M er fotens hastighet etter støtet. Eliminerer vi først v'_M , f.eks. ved å multiplisere første ligning med v'_M og deretter trekke fra andre ligning multiplisert med 2, får vi:

$$v'_M = \frac{mv_m^2 + Mv_M^2}{mv_m + Mv_M}$$

Innsatt i første ligning og løst mhp v_M :

$$v_M = \frac{(Mm - m^2)v_m^2}{2mMv_m} = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{m}{M}\right)v_m \approx \frac{1}{2}v_m = 5 \text{ m/s}.$$

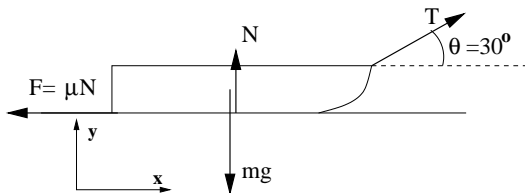
c) Problemet løses ved energibetraktning:

$$\frac{1}{2}mv^2 = qV \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}.$$

Innsatt de oppgitte verdier gir for elektronet: $v = 5,93 \cdot 10^6 \text{ m/s}.$

(Problemet kan også løses ved å starte med bevegelsesligningene, men da blir beregningene mer komplisert.)

d) Figuren viser kjelken med alle krefter inntegnet.



Her er også valgt et koordinatsystem. For at kjelken skal være i jamn rettlinjert bevegelse må summen av alle ytre krefter være lik null (Newtons 1. lov). Dette er hovedpoenget ved oppgaven. For hver kraftkomponent får vi:

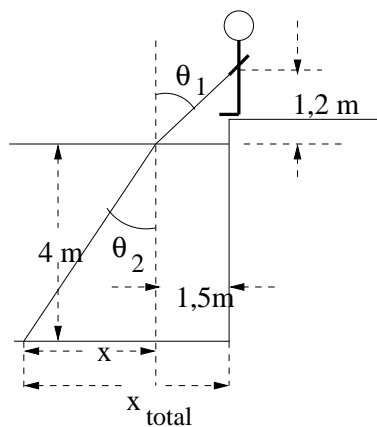
$$y : N + T \sin \theta = mg, \quad x : \mu N = T \cos \theta.$$

Løst mhp. T : $T = (\mu mg)/(\cos \theta + \mu \sin \theta) = 15,6 \text{ N}.$

- e) Varme gitt til isen er lik varme tatt fra vannet. 1 liter vann er 1 kg (vi regner her alle temperaturer i C°):

$$m \cdot (c_{is} \cdot 18 + L_f + c_{vann} \cdot (10 - 0)) = 1 \text{ kg} \cdot c_{vann}(20 - 10) \Rightarrow m = 0,101 \text{ kg}.$$

- f) Figuren viser hvordan lysstrålen går fra lykta, gjennom vannflaten og ned til bunnen av bassenget.



$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{1,5}{1,2}\right) = 51^\circ.$$

$$\Rightarrow \theta_2 = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1\right) = \arcsin\left(\frac{1,00}{1,33} \sin 51^\circ\right) = 36^\circ.$$

Avstanden x langs bunnen fra punktet loddrett under der lyset treffer vannflaten er:

$$x = (4,0 \text{ m}) \tan \theta_2 = (4,0 \text{ m}) \tan 36^\circ = 2,9 \text{ m}.$$

$$x_{total} = 1,5 \text{ m} + x = 1,5 \text{ m} + 2,9 \text{ m} = 4,4 \text{ m}.$$

Oppgave 3

a)

$$\begin{aligned} N/N_0 = e^{-\lambda t} &\Rightarrow t = \ln(N_0/N)/\lambda = \ln(100/1)/(\ln 2/t_{1/2}) \\ &= 4,61 \cdot 10^6 \text{ s} = 53,4 \text{ dager.} \end{aligned}$$

b) Dose (Gy)=energi deponert / masse (J/kg)=antall desintegrasjoner pr. kg · energi pr desintegrasjon i eV · (1,6 · 10⁻¹⁹ J/eV)

Ettersom I-131 søker til et bestemt organ, og mer enn 99% er desintegrert i løpet av 54 dager, kan en anta at alle de radioaktive nuklidene desintegrerer i skjoldbruskkjertelen.

$$A = N_0 \cdot \lambda \Rightarrow N = N_0 = a/\lambda = 34 \cdot 10^{-6} / 9,98 \cdot 10^{-7} \text{ kg}^{-1} = 3,41 \cdot 10^{13} \text{ kg}^{-1}$$

Energi deponert pr desintegrasjon (E):

$\beta_{\text{middel}} = \beta_{\text{max}}/3$. På grunn av forskjellig LET, antas det at 100% av β -energien og 50% av γ -energien deponeres i skjoldbruskkjertelen.

$$E = (1/3 \cdot 0,57 \cdot 10^6 + 0,35 \cdot 10^6 \cdot 0,50) \text{ eV} = 3,65 \cdot 10^5 \text{ eV.}$$

$$\text{Dose} = 3,41 \cdot 10^{13} \text{ kg}^{-1} \cdot 3,65 \cdot 10^5 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} = 1,99 \simeq 2 \text{ Gy.}$$

c) Effektiv dose = Absorbert dose · strålingsvektfaktor (w_R) · organvektfaktor (w_O). For β og γ er strålingsvektfaktoren 1. Organvektfaktoren for skjoldbruskkjertelen er oppgitt i oppgaven, $w_O = 0,05$.

$$\text{Effektiv dose} = 2\text{Gy} \cdot 1 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ Sv} = 100 \text{ mSv.}$$