Fysik Aflevering 9

Jeppe Møldrup

Opgave 1

På bobslædebanen i Cesana Pariol i Italioen er højdeforskellem mellem start og mål 114.3 m.

a. Bestem den maksimale fart, en bobslæde kan opnå på denne bane, hvis man ser bort fra friktionkræfter.

Jeg antager at deltagerne og bobslæden i alt vejer 150 kg. Så kan jeg udregne den potentielle energi ved 114.3 meters højde med formlen

$$E_{\text{pot}} = mgh$$

Jeg indsætter værdierne

$$E_{\text{pot}} = 150\ \text{kg} \cdot 9.82\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 114.3\ \text{m} = 168363.9\ \text{J}$$

Nu skal jeg så finde hastigheden det ville svare til, det gør jeg ved at isolere hastigheden i formlen

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow E_v = \left(\frac{E_{\text{kin}} \cdot 2}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Her antager jeg at alt den potentielle energi bliver omdannet til kinetisk energi. I formlen bliver der der divideret med massen m som der blev ganget med for at finde den potentielle energi, det betyder at hastigheden er uafhængig af massen, og derfor kun af højden og g. Jeg indsætter værdierne

$$\left(\frac{168363.9\ \text{j} \cdot 2}{150\ \text{kg}}\right)^{\frac{1}{2}} = 47.38\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Så den maksimale hastighed hvis alt den potentielle energi bliver omdannet til kinetisk energi er $47.38\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

På en 50 m lang, vandret, retlinjet del af banen er gnidningskoefficienten mellem ison og bobslæden 0.0095. Bobslæden med mandskab har massen 630 kg. Luftmodstanden har størrelsen 48 N.

b. Bestem bobslædens tab i mekanisk energi på denne strækning.

Jeg starter med at udregne gnidningskraften med formlen

$$F_{\text{gnid}} = F_{\text{normal}} \cdot \mu$$

Jeg indsætter vædierne

$$F_{\text{gnid}} = 630\ \text{kg} \cdot 9.82\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.0095 = 58.7727\ \text{N}$$

Så lægger jeg de to krafter sammen

$$58.7727\ \text{N} + 48\ \text{N} = 106.7727\ \text{N}$$

Så bruger jeg formlen

$$A = F \cdot s$$

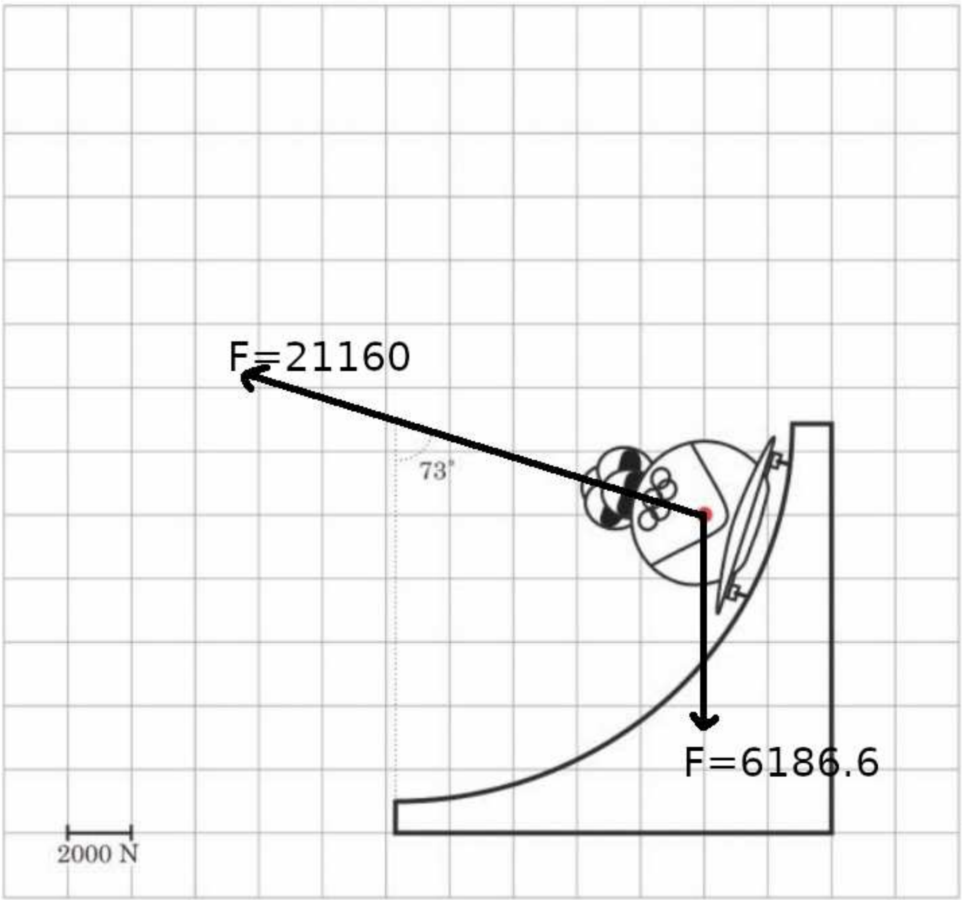
for at udregne arbejdet fra gnidning og luftmodstand

$$106.7727 \text{ N} \cdot 50 \text{ m} = 5338.635 \text{ J}$$

Så det tab i mekanisk energi bobslæden oplever over strækningen er $5.3 \cdot 10^3$ J

I et sving bevæger bobslæden sig i en vandret, jævn cirkelbevægelse med radius 20 m. På figuren ses bobslæden på vej rundt i svinget. Der ses bort fra gnidning og luftmodstand.

c. Indtegn på bilag 1 pile, der viser størrelse og retning af de kræfter, der virker på bobslæden under cirkelbevægelsen. Bestem bobslædensfart i cirkelbevægelsen



Tyngdekraften

$$F_{tyngde} = 630 \text{ kg} \cdot 9.82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 6186.6 \text{ N}$$

normalkraften, hvis lodrette komposant skal udligne tyngdekraften

$$F_n = \frac{F_{\text{tyngde}}}{\sin(17°)} = 21160 \text{ N}$$

I dette tilfælde er normalkraften den samme kraft som centripetalkraften. Så jeg benytter formlen for centripetalkraften

$$F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

og finder vinkelhastigheden ω

$$\omega = \left(\frac{F_c}{m \cdot r}\right)^{\frac{1}{2}} = 1.2959\ \mathrm{s}^{-1}$$

Ud fra den kan jeg bruge formlen for hastigheden i en jævn cirkelbevægelse

$$v = \omega \cdot r = 1.2959\ \mathrm{s}^{-1} \cdot 20\ \mathrm{m} = 25.9\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Så hastigheden i svinget er 25.9 m/s

Opgave 2

Bilen XL1 har to botorer. Den ene er en elmotor. Når spændingsfaldet over elmotoren er 230 V, omsætter den energi med effekten 19.9 kW.

a. Beregn strømstyrken gennem elmotoren, når den omsætter energi med effekten 19.9 kW ved spændingsfaldet 230 V.

Jeg isolerer strømstyrken I i formlen

$$P = U \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{P}{U}$$

Jeg indsætter værdierne

$$I = \frac{19.9 \cdot 10^3\ \mathrm{W}}{230\ \mathrm{V}} = 86.52\ \mathrm{A}$$

Så strømstyrken gennem elmotoren er 86.52 A når den omsætter energi med effekten 19.9 kW ved spændingsfaldet 230 V.

Under en test accelererede bilen XL1 fra 0 km/h til 100 km/h på en strækning med længden 178 m.

b. Vurder størrelsen af den gennemsnitlige acceleration under denne testkørsel

Jeg ved at startstedet og starthastigheden er 0 og derfor kan jeg opskrive sted- og hastighedsfunktionen

$$v(t) = a_0 \cdot t$$

$$s(t) = \frac{1}{2} a_0 \cdot t^2$$

Så ved jeg at ved $s = 170$ m er $v = 100\ \mathrm{km/h} = 27.\bar{7}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

$$27.\bar{7}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = a_0 \cdot t$$

$$178\ \mathrm{m} = \frac{1}{2} a_0 \cdot t^2$$

Så kan jeg isolere a_0 i hastighedsfunktionen og substituere den ind i stedfunktionen og så finde t vha. solve

$$a_0 = \frac{27.\bar{7}\ \mathrm{m/s}}{a_0} \Leftrightarrow 178\ \mathrm{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{27.\bar{7}\ \mathrm{m/s}}{t} \cdot t^2 \to t = 12.816\ \mathrm{s}$$

Så udregner jeg a_0 ud fra t

$$a_0 = \frac{27.\bar{7}\ \mathrm{m/s}}{12.816\ \mathrm{s}} = 2.17\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

Så den gennemsnitlige acceleration af bilen er $2.17\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

Bilens tværsnitsareal vinkelret på bevægelsesretningen er kun 1.5 m^2. Når bilen kører med den konstante fart 100 km/h, omsætter de to motorer tilsammen energi med effekten 6.3 kW. Af denne energi bruges 60% til at drive bilen fremad.

c. Vurder størrelsen af bilens formfaktor

Jeg antager at der ikke er nogen gnidningsmodstand og den eneste bagudrettet kraft er vindmodstanden. Vindmodstanden findes med formlen

$$F_{\text{luft}} = -\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A \cdot C_w$$

Hvori jeg ikke kender kraften eller formfaktoren. Da bilen kører med en konstant hastighed må det betyde at den resulterende kraft på bilen er 0, dvs. at kraften fra motorerne går ud med kraften fra luften. For at finde kraften fra motorerne finder jeg først den energi fra motorerne som rent faktisk medvirker i at drive bilen fremad

$$0.6 \cdot 6.3 \text{ kW} = 3780 \text{ W}$$

Så tager jeg dette og dividerer med hastigheden. idet enhederne vil gå ud med hinanden

$$\frac{\text{Nm}}{\text{s}} / \frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{N}$$

Så jeg indsætter værdierne

$$\frac{3780 \text{ W}}{27.\bar{7} \ \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 136.08 \text{ N}$$

Så kan jeg isolere C_w i formlen for luftmodstand og udregne formfaktoren

$$-136.08 \text{ N} = -\frac{1}{2} \cdot 1000 \ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 27.\bar{7} \ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1.5 \text{ m}^2 \cdot C_w \rightarrow C_w = 0.00653184$$

Så formfaktoren af bilen er cirka 0.00653

Opgave 3

Massen af løber B er 69 kg, og hans fart lige før skubbet er 14.5 m/s. Massen af løber A er 73 kg, og hans fart lige før skubbes er 11.0 m/s. Lige efter skubbet har løber B farten 8.5 m/s, løberne bevæger sig i samme retning under skubbet.

a. Beregn farten af løber A lige efter skubbet.

Jeg ved at bevægelsesmængden for systemet er bevaret, så jeg kan opskrive formlen

$$m_b \cdot u_b + m_a \cdot u_a = m_b \cdot v_b + m_a \cdot v_a$$

hvor u er hastigheden før og v er hastigheden efter skubbet. Så kan jeg bare indsætter og finde v_a

$$v_a = \frac{69 \text{ kg} \cdot 14.5 \text{ m/s} + 73 \text{ kg} \cdot 11.0 \text{ m/s} - 69 \text{ kg} \cdot 8.5 \text{ m/s}}{73 \text{ kg}} = 16.7 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Så løber A har farten 16.7 m/s lige efter skubbet

Opgave 4

Tabellen viser sammenhørende værdier for størrelsen af fjederkraften F og det stykke x, som fjederen er trykket sammen

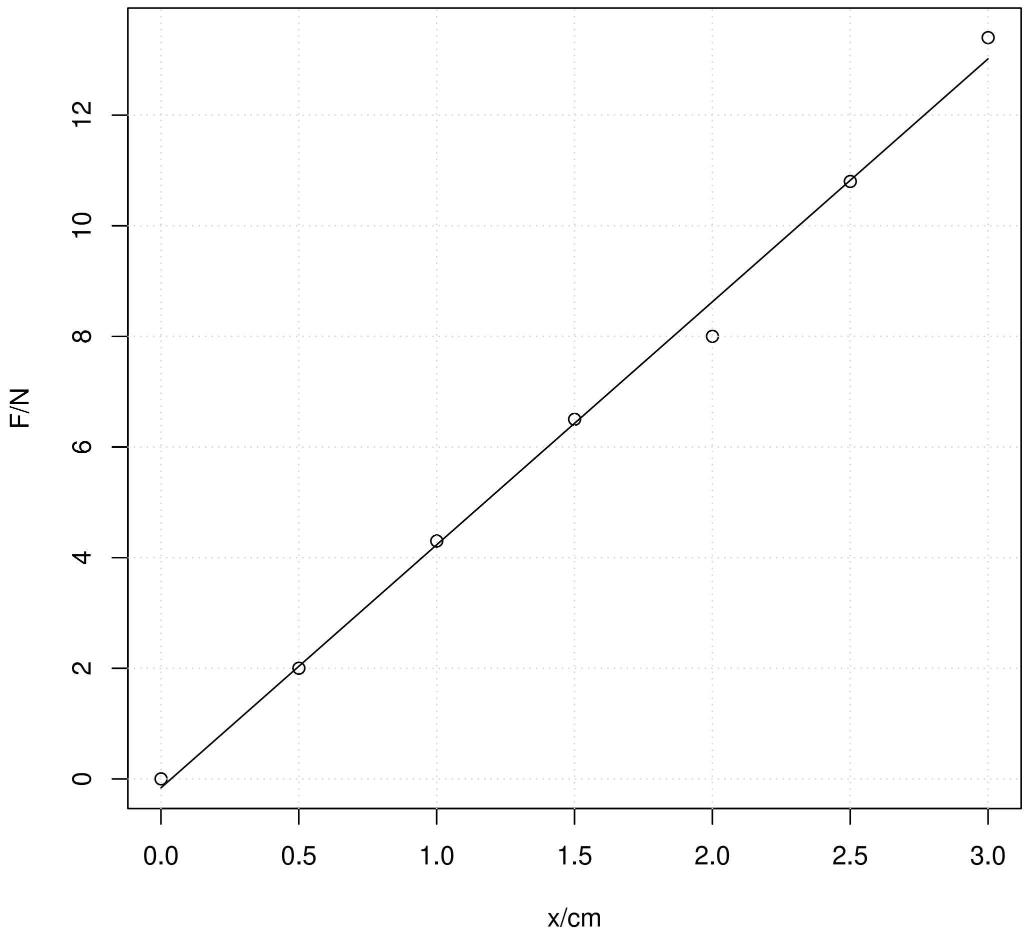
x/cm	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
F/N	0.0	2.1	4.3	6.5	8.0	10.8	13.4

a. Vis ud fra tabellens data, at fjederkonstanten er 0.44 kN/m.

I en fjeder er kraften som fjederen trækker proportional med længden i meter fjederen er fra ligevægtspunktet, ganget med dens fjederkonstant i formlen

$$F_{\text{fjeder}} = k \cdot \Delta x$$

Så det er en linæer sammenhæng mellem x og F, så jeg udfører linæer regression på dataet og finder hældningskvotienten, som er fjederkonstanten



Her får jeg hældningen til at være $4.3928571 \ \frac{\text{N}}{\text{cm}}$. Jeg dividerer det med 10 for at få det i $\frac{\text{kN}}{\text{m}}$ og finder at fjederkonstanten er 0.44 kN/m.

I det øjeblik, hvor sugekoggen slipper den sorte fod, er fjederen trykket 2.5 cm sammen. Massen af frøen med sugekøj, fjeder og fod er 13.2 g.

a. Hvor højt kan frøen hoppe?

Jeg benytter formlen for elastisk potentiel energi

$$E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 \Leftrightarrow E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} \cdot 0.44 \ \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot (0.0025 \text{ m})^2 = 0.1375 \text{ J}$$

Så bruger jeg formlen

$$E_{\text{pot}} = mgh$$

og isolerer højden

$$h = \frac{E_{\text{pot}}}{mg} = \frac{0.1375 \text{ J}}{13.2 \text{ g} \cdot 9.82 \text{ m/s}^2} = 1.06 \text{ m}$$

Så frøen kan hoppe lidt over 1 meter