

Fy1 - Kapittel 6: Kraft og bevegelse

Versjon: 27.10.2014

Løsningsskisser

Oppgave 1

Trekk forbindelseslinjer som viser sammenhenger mellom det som står på venstre og høyre side: (Bare *enkeltlinjer*; ikke *flere* linjer til/fra samme punkt på noen av sidene.)

Venstre side:

Newtons 3dje lov _____
bremsing _____
aking _____
treghet _____
tyngde _____
feltstyrke _____

Høyre side:

Vekselvirkning mellom to systemer _____
hvilefriksjon _____
glidefriksjon _____
masse _____
kraft _____
tyngdens akselerasjon _____

Oppgave 2

a)

En blomsterpotte faller ut fra en veranda i 10 etasje i et høyhus, det vil si fra 40 meter over bakkenivå. Blomsterpotten treffer stakkars Olsen i hodet. Hvilken fart har blomsterpotten når den treffer Olsen, hvis Olsen går på bakkenivå og er 1.75 meter høy?

Forutsetter ingen luftmotstand og konstant akselerasjon $a = g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

$$\text{Tidløs formel: } 2gs = v^2 - v_0^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gs + v_0^2} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot (40 - 1.75) + 0^2} \approx 27 \text{ [m/s]} \approx 97 \text{ [km/t]}$$

b)

En kjelke med barn draes bortover snøen med konstant fart. Drakraften danner 45° med bakken og friksjonstallet (friksjonskoeffisienten) er $\mu = 0.20$. (Husk at friksjonskraften er gitt av: $R = \mu N$) Massen av kjelken med barn er 30 kg.

Hvor stor er drakraften?

Ble litt mer komplisert enn jeg tenkte, da drakraften F har innflytelse på normalkraften N !

Newton I i vertikal retning:

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow G - F \sin 45^\circ - N = 0 \Leftrightarrow N = G - F \sin 45^\circ$$

Friksjon:

$$R = \mu N = \mu(G - F \sin 45^\circ)$$

Newton I i horisontal retning:

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} = \vec{0} &\Leftrightarrow \vec{v} \text{ konstant} \Leftrightarrow F \cos 45^\circ - R = 0 \Leftrightarrow \\ F \cos 45^\circ - \mu(G - F \sin 45^\circ) &= 0 \Leftrightarrow F(\cos 45^\circ + \mu \sin 45^\circ) = \mu G \Leftrightarrow \\ F = \frac{\mu mg}{\cos 45^\circ + \mu \sin 45^\circ} &= \frac{0.2 \cdot 30 \cdot 9.81}{\cos 45^\circ + 0.2 \cdot \sin 45^\circ} \approx 69 \text{ [N]}\end{aligned}$$

c)

Hva er bremselengden for en bil som kjører i 72 km/t, hvis friksjonskoeffisienten er $\mu = 0.1$? (Typisk våt is.)

$$v_0 = 72 \text{ km/t} = 20 \text{ m/s}, \quad v = 0 \text{ m/s}$$

$$\text{Newton II: } \sum \vec{F} = m\vec{a} \Leftrightarrow -R = ma \Leftrightarrow -\mu mg = ma \Leftrightarrow a = -\frac{\mu mg}{m} = -\mu g$$

$$\text{Tidløs formel: } 2as = v^2 - v_0^2 \Leftrightarrow$$

$$\text{Bremselengde: } s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2(-\mu g)} = \frac{0^2 - 20^2}{-2 \cdot 0.1 \cdot 9.81} \approx 200 \text{ [m]}$$

Oppgave 3

Et prosjektil i et pistolløp har en akselerasjon på 640 000 [m/s²].

Prosjektilet har massen 8.0 gram. Vi regner som om vi har konstant akselerasjon.

a) Hva er summen av krefter som virker på prosjektilet?

b) Hvilke krefter er involvert i a) ?

c) Pistolløpet er 9.2 cm langt.

Hvilken fart har prosjektilet når det kommer ut a munningen?

d) Hvor lang tid er prosjektilet i pistolløpet?

a) Sum krefter:

$$\text{Newton II: } \sum F = ma = 0.008 \cdot 640000 = 5120 \approx 5.1 \text{ [kN]}$$

b) Drivkraft, D . (Trykk fra ekspanderende gass forårsaket av hurtigbrennende krutt.

Friksjon mellom prosjektil og løp, luftmotstand.

(Dessuten prosjektilets tyngde og normalkraft fra nedre del av løpet i vertikal retning.)

c) Tidløs formel:

$$2as = v^2 - v_0^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{2as} \quad (v_0 \text{ er null.})$$

$$\text{Fart ved munning: } v = \sqrt{2 \cdot 640000 \cdot 0.092} \approx 340 \text{ [m/s]}$$

d) Veilov II: $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} a t^2$ (v_0 er null.)

$$\text{Tid i løp: } t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.092}{640000}} \approx 0.54 \cdot 10^{-3} \text{ [s]} = 0.54 \text{ [ms]}$$

(Eventuelt:

$$\text{Veilov I: } s = \bar{v} t = \frac{v_0 + v}{2} t = \frac{vt}{2}$$

$$\text{Tid i løp: } t = \frac{2s}{v} = \frac{2 \cdot 0.092}{340} \approx 0.54 \cdot 10^{-3} \text{ [s]} = 0.54 \text{ [ms]})$$

Oppgave 4

Gravitasjonsloven ser slik ut: $G = \gamma \frac{Mm}{r^2}$ og gravitasjonskonstanten er $\gamma = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

Månen har massen $M = 7.35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ og radius $r = 1.74 \cdot 10^6 \text{ m}$.

Regn ut tyngdens akselerasjon på månens overflate.

Skriver om for å vise hva g er: $G = \gamma \frac{Mm}{r^2} = \frac{\gamma M}{r^2} m = gm$

(g er den akselerasjonen en masse m ville fått hvis den falt fritt på månen.)

Tyngdens akselerasjon: $g = \frac{\gamma M}{r^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 7.35 \cdot 10^{22}}{(1.74 \cdot 10^6)^2} \approx 1.62 \text{ [m/s}^2\text{]}$

Oppgave 5

Ola Råner har en rask og ulovlig trimmet Opel Ascona med senkesett og spoiler.

a)

Ola har testet akselerasjonen og funnet ut at Opelen går fra 0 til 100 km/h på 9.0 sekunder.

Hva blir akselerasjonen i m/s^2 ?

b)

Bilen med Ola har massen 1100 kg.

Hva blir summen av krefter på bilen i disse 9 sekundene, hvis vi forutsetter konstant akselerasjon og konstant drivkraft?

c)

Luftmotstanden (kraft) er gitt av $L = kv^2$, der L er luftmotstanden i N og v er farten i m/s.

k er en proporsjonalitetsfaktor som avhenger av bilens aerodynamiske egenskaper og som fabrikken oppgir til å være $k = 0.52 \text{ N s}^2/\text{m}^2$ for dette karosseriet.

Ola har testet bilen og funnet ut at toppfarten var 200 km/h.

Regn ut drivkraften ved toppfarten.

d)

Ola kan nå finne ut om trimmingen har resultert i økt effekt ved å bruke formelen for effekt:

$P = Fv$ (drivkraft multiplisert med fart).

Finn effekten ved toppfart. (Enheter for effekt er Watt.)

e)

Hvor mange hestekrefter tilsvarer dette hvis $1000 \text{ Watt} = 1.36 \text{ Hk}$?

a)

Fartsloven $v = v_0 + at$ gir akselerasjonen:

$$a = \frac{v-v_0}{t} = \frac{\frac{100}{3.6} - 0}{9} \approx 3.1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

b)

Sum krefter på bil: N II: $\sum \vec{F} = m\vec{a} = 1100 \cdot 3.1 \approx 3400 \text{ [N]} = 3.4 \text{ [kN]}$

c)

Ved toppfart er summen av krefter null etter N I:

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow D - L = 0 \Leftrightarrow D = L = kv^2$$

Drivkraft: $D = kv^2 = 0.52 \cdot \left(\frac{200}{3.6}\right)^2 \approx 1600 \text{ [N]}$

d)

Effekt ved toppfart: $P = Dv = 1600 \cdot \frac{200}{3.6} \approx 89000 \text{ [W]} = 89 \text{ [kW]}$

e)

I hestekrefter: $89000[\text{W}] \cdot 1.36 = 121 \text{ [Hk]}$

(Godt over originaleffekten på en Opel Ascona.)