

# Forelesning - 17.02.22

FYS009-G 21H - Fysikk realfagskurs

## Kapittel 16 - Statikk

Forelesningene dekker i hovedsak boken *Rom-Stoff-Tid - Fysikk forkurs* fra Cappelen Damm. I tillegg til teorien gjennomgås det endel simuleringer og regnede eksempler. De fleste eksemplene er orientert etter oppgaver fra boka, men også andre oppgaver og problemstillinger kan taes opp.

### Kraftmoment og legemer med utstrekning

Boka: side 427-431.

- Omdreiningssakse
- Kraftens angrepsposisjon  $\vec{r}$
- Kraftens retning  $\vec{F}$
- $\phi = \angle(\vec{r}, \vec{F})$

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} = rF \sin \phi$$

Regnet: Eksempel 16.1

Regnet: Eksempel 16.2

### Likevektsvilkår

Boka: side 432-433.

- Vilkår for rotasjonslikevekt
- Positiv og negativ dreieretning

Regnet: Eksempel 16.3

Regnet: Eksempel 16.4

Regnet: Oppgave 16.306

Regnet: Oppgave 16.310

## Tyngdepunkt

Boka: side 435-437.

Beregning av tyngdepunktet  $x_T$  for  $n$  legemer med posisjoner  $x_i$  og  $m_i$

$$x_T = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum x_i m_i}{m}$$

Regnet: Eksempel 16.5

## Generell betraktning

Når vi har at summen av *kraftmomentene* på et legeme rundt en omdreiningsakse er null, så vil legemet ikke rotere eller dreie rundt denne omdreiningsaksen.

$$\Sigma M = 0 \quad \Rightarrow \quad \text{Ingen rotasjon}$$

Det kan fortsatt forflytte seg ved *translasjon*, det vil si at legemets massemiddelpunkt akselererer.

Når vi har at summen av *kreftene* på et legeme er null, så vil massemiddelpunktet til legemet ikke akselerere (ingen translasjon).

$$\Sigma F = 0 \quad \Rightarrow \quad \text{Ingen akselerasjon av massemiddelpunktet}$$

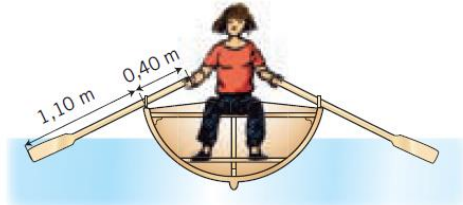
Det kan teknisk sett fortsatt kunne rotere (eller dreie).

Når både  $\Sigma M$  og  $\Sigma F$  er null, vil legemet hverken kunne rotere eller forflytte seg ved translasjon.

## LØST OPPGAVE 16.306

### 16.306

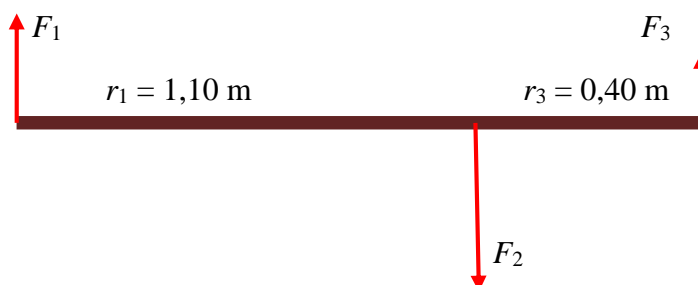
En roer holder i en 1,50 m lang åre 40 cm fra åregaffelen.



- Forklar ved hjelp av Newtons lover hvordan vi kan drive en båt framover ved roing.
- Hvor stor kraft må jenta i båten bruke på hver åre for at skyvekraften på båten skal bli 150 N?

#### Løsning:

- Årebladet skyver vannet bakover. Da skyver vannet tilbake på årebladet med en like stor kraft (ifølge Newtons 3. lov). Ser vi på båt med årer og roer som ett system, er det denne kraften som gir båten framdrift.
- Figuren viser kreftene som virker på åren i roerens høyre hånd:  $F_1$  er kraften som vannet skyver på årebladet med når årebladet skyver på vannet.  $F_2$  er kraften som åregaffelen skyver på åren med, og  $F_3$  er kraften som roeren drar i åren med. Skyvekraften på båten blir da like stor som kraften fra vannet på hvert av årebladene, altså  $2 \cdot F_1 = 150 \text{ N}$ .



Ser vi på kreftene på åren i figuren og tenker oss at åren er i ro, kan vi sette opp likevektsbetingelsen for åren om det punktet der åren ligger i åregaffelen, altså der kraften  $F_2$  angriper (vi velger *mot* urviseren som positiv retning for kraftmomentene):

$$\Sigma M = 0$$

$$-M_1 + M_2 + M_3 = 0$$

$$-F_1 r_1 + 0 + F_3 r_3 = 0$$

$$F_3 = \frac{F_1 r_1}{r_3}$$

$$F_3 = \frac{75 \text{ N} \cdot 1,10 \text{ m}}{0,40 \text{ m}} = \underline{0,21 \text{ kN}}$$

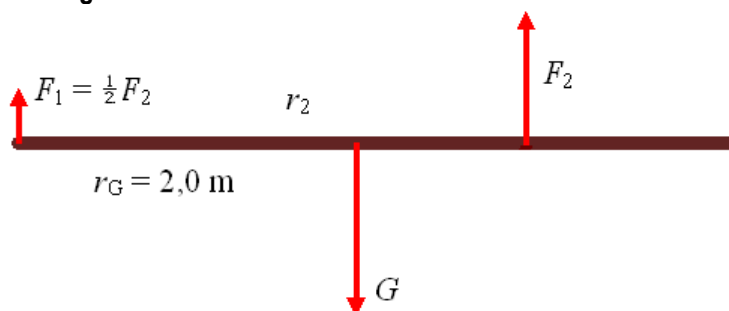
## LØST OPPGAVE 16.310

### 16.310

Tre menn bærer en jevntykk stokk som er 4,0 m lang. En av mennene har den bakerste enden av stokken på skulderen. De to andre mennene har en bærebjelke mellom seg som stokken ligger over. Stokken er plassert slik på bærebjelken at de tre mennene får like store belastninger.

Hvor langt er det fra den bakerste enden av stokken til bærebjelken? Se bort fra tyngdekraften på bærebjelken.

Løsning:



Vi lager en tegning som viser kreftene på stokken.  $F_1$  er kraften fra den bakerste bæreren.  $F_2$  er kraften fra bærebjelken mellom de to fremre bærerne.  $F_1$  må være halvparten så stor som  $F_2$  siden alle bærerne løfter med same kraft.  $F_2$  angriper i avstanden  $r_2$  fra bakre ende av stokken. Tyngdekraften på stokken angriper midt på, i avstanden  $r_1 = 2,0$  m. Vi bruker likevektsbetingelsen for stokken og får for kraftsummen:

$$\Sigma F = 0$$

$$F_1 + F_2 - G = 0 \quad \text{der } F_1 = \frac{1}{2} F_2$$

$$\frac{1}{2} F_2 + F_2 - G = 0$$

$$G = \frac{3}{2} F_2$$

For summen av kraftmoment om stokkens bakre endepunkt får vi:

$$\Sigma M = 0$$

$$M_1 - M_G + M_2 = 0$$

$$0 - Gr_G + F_2 r_2 = 0$$

$$r_2 = \frac{Gr_G}{F_2}$$

$$r_2 = \frac{\frac{3}{2} F_2 r_G}{F_2}$$

$$r_2 = \frac{3}{2} r_G$$

$$r_2 = \frac{3}{2} \cdot 2,0 \text{ m} = \underline{3,0 \text{ m}}$$



Avstanden fra den bakerste enden av stokken til  
bærebjelken er 3,0 m.

