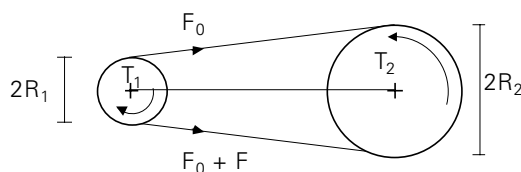


# 1

## Systemen

**1.1.** In figuur 1.13 van het bijbehorende theorieboek ‘Werktuigkundige systemen’ zijn de in- en uitwendige krachten van een riemoverbrenging gegeven. De overbrenging is in evenwicht als op de ondersteuningsconstructie een verschilkoppel  $T = T_2 - T_1$  wordt uitgeoefend. Dit is afgeleid onder de aanname dat alleen in het trekkende deel van de riem een trekkracht  $F$  aanwezig is; het andere deel is spanningsloos verondersteld.

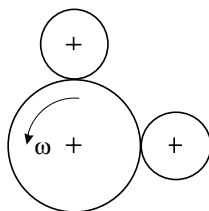
De situatie wijzigt als in beide riempartten een kracht heerst. Veronderstel dat in het bovenste part een kracht  $F_0$  en in het onderste part een kracht  $F_0 + F$  aanwezig is. Zie figuur 1.1.



Figuur 1.1.

Op de riemschijven werken de koppels  $T_1$  en  $T_2$ . Moet nu ook een verschil  $T = T_2 - T_1$  uitgeoefend worden op de ondersteuningsconstructie. Verklaar de grootte van het verschilkoppel.

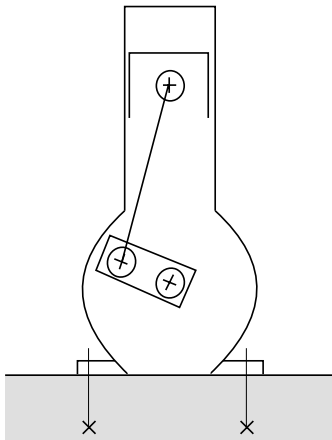
**1.2.** Een tandwiel drijft twee kleinere tandwielen aan. Zie figuur 1.2. Daardoor wordt het grote tandwiel met twee omtrekskrachten, elk ter grootte  $F$ , belast.



Figuur 1.2.

De draairichting van het grote tandwiel is als aangegeven. Geef de grootte en richting van de lagerkrachten (lager op tandwielas) van de drie tandwielen.

**1.3.** In figuur 1.3 is een doorsnede schets van een verbrandingsmotor gegeven. In de verbrandingskamer heerst een druk  $p$ ; het zuigeroppervlak bedraagt  $A$ .



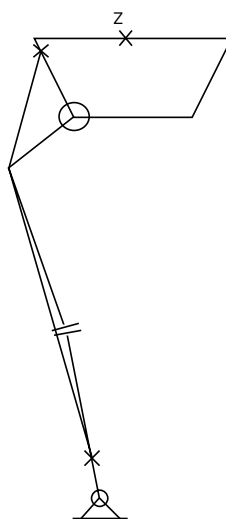
Figuur 1.3.

Teken de zuiger, de drijfstang, de krukas, het motorhuis en de fundatie afzonderlijk. Geef de krachten en momenten afzonderlijk aan die de verschillende onderdelen op elkaar uitoefenen. De bewegingen mogen wrijvingsloos verondersteld worden.

**1.4.** Een motor is samen met een tandwielvertragingskast en een pomp op een balk gemonteerd. De assen van motor en pomp liggen in elkaars verlengde. De draai-richting van de beide assen is dezelfde. Het motorkoppel bedraagt  $T$ ; de pomp draait een factor 10 langzamer dan de motor. De pompas wordt rechtsom aangedreven. Geef de grootte en richting van de koppels die op de fundatiebalk werken.

**1.5.** In figuur 1.4 zijn schematisch het bekken en de beenbotten van een mens getekend. De plaats van het zwaartepunt  $z$  is aangegeven. Daar grijpt een gewichtskracht  $G$  aan. De mens staat op een been. Het staan wordt vergemakkelijkt door de pees die tussen het bekken en onderbeen aanwezig is. Neem aan dat de aanwezige stabiliserende spierkrachten verwaarloosd kunnen worden. Beantwoord de volgende vragen.

- Waar bevindt zich het zwaartepunt  $z$ .
- Teken de deelsystemen bekken, bovenbeen, onderbeen en voet afzonderlijk. Geef de op deze deelsystemen werkende uitwendige krachten aan.



Figuur 1.4.

**1.6.** Een fietser ondervindt van de tegenwind een weerstandskracht  $L$ . Het gewicht van de fietser bedraagt  $G = 15L$ . Zowel  $G$  als  $L$  grijpen aan in het zwaartepunt  $z$  van de fietser dat  $0,75$  m boven het wegdek, en  $0,25$  m vóór de achteras ligt. Verder geldt:

$$\frac{\omega_{\text{achterwiel}}}{\omega_{\text{trapas}}} = 2$$

$$\frac{\text{wielstraal}}{\text{cranklengte}} = 2$$

$$\frac{F_{\text{ketting}}}{F_{\text{trapper}}} = 1,5$$

afstand vooras – achteras = 1 m.

De crank staat horizontaal.

Teken de krachten die op de deelsystemen frame, voorwiel, trapas + kettingwiel + crank, en achterwiel werken.

**1.7.** Een man roeit in een roeiboet. Laat de verticale krachten (gewicht, opwaartse krachten) buiten beschouwing. Bezie alleen de horizontale krachten die bij het voortbewegen van de boot optreden. Teken deze krachten op de roeier, op de roeispaan en op de roeiboet afzonderlijk. Noem de kracht waarmee de roeier aan de spaan trekt  $F$ . Van de roeispaan is  $\frac{1}{4}$  deel binnenboord en  $\frac{3}{4}$  deel buitenboord. Bereken de grootte van de andere krachten.

**1.8.** Met een boormachine wordt een gat in een muur geboord. De boormachine (massa  $1200$  g) bevat een elektromotor die via een tandwiel vertraging de boorkop aandrijft. Het toerental van de elektromotor is  $2 \times z_0$  groot als het toerental van de boorkop. De elektromotor levert een koppel  $T_m$ .

- Met welk draaimoment moet het huis van de boormachine worden tegengehouden?
- Splits het systeem van de boormachine in de deelsystemen: de motor, de tandwielvertraging, de boorkop en boor en het huis. Geef voor elk deelsysteem de uitwendige draaimomenten aan, in de juiste richting. (N.B. de boor draait rechtsom.)

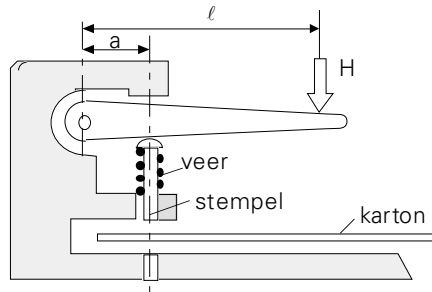
**1.9.** Bij het boren van een gat draait de boor in een handboormachine met een toerental  $n = 300$  omw/min. Het huis van de boormachine bevat een tandwielvertraging en een elektromotor. De elektromotor draait met  $n = 2700$  omw/min en geeft een mechanisch vermogen af  $P = 100$  Watt. De boormachine wordt met één hand vastgehouden en weegt  $300$  g.

Geef een schets van de werkende boormachine en geef daarin het zwaartepunt van de machine aan.

Welke krachten en momenten moet de hand op de boormachine uitoefenen tijdens het boren en welke vlak daarvoor.

Heeft u commentaar op de door u gekozen plaats van het zwaartepunt?

**1.10.** Figuur 1.5 toont een prinscheschets van een perforator. Bij het bedienen van de perforator wordt op de hefboom een kracht  $H$  uitgeoefend. Voor het door karton drukken van de stempel is een kracht  $F$  benodigd.

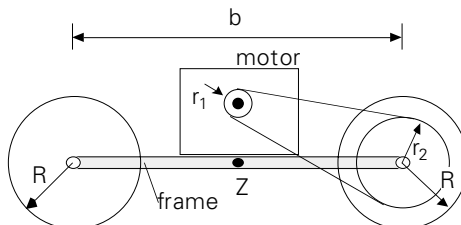


Figuur 1.5.

De veer wordt verondersteld een constante kracht  $V$  uit te oefenen.

- Teken alle onderdelen van de perforator afzonderlijk en geef de erop werkende krachten aan die tijdens het perforeren optreden. De eigen gewichten worden niet meebeschoofd.
- $V$  is kleiner dan  $0,1 F$  en wordt verwaarloosd.  
Druk  $H$  uit in  $F$ . Druk ook de overige krachten uit in  $F$ .  
De hefboomlengten zijn in de figuur 1.5 aangegeven.
- Welke invloeden moet de veerkracht  $V$  kunnen overwinnen?

**1.11.** De tekening 1.6 geeft schematisch de opbouw van een wagentje. De motoras is voorzien van een kettingwiel (straal  $r_1$ ). De ketting drijft via een op de achteras gemonteerd kettingwiel (straal  $r_2$ ) de achterwielen aan. Het zwaartepunt  $Z$  van motor + frame ligt op de aangegeven plaats midden tussen de wielen. Het gewicht van de motor + frame bedraagt  $G$ , de massa van de wielen is verwaarloosd. Bij het rijden ondervindt het samenstel motor + frame een luchtweerstandkracht  $L$ . Deze kracht  $L$  grijpt eveneens aan in  $Z$ . De luchtweerstand van de draaiende wielen is verwaarloosd. Er wordt geen rollende wrijving in rekening gebracht.



Figuur 1.6.

- Beschouw als systeem 1 het gehele rijdende wagentje (motor + kettingoverbrenging + assen + frame + wielen). Teken de op dit systeem werkende uitwen-

- dige krachten en momenten in de juiste richting. Geef de evenwichtsvoorwaarden.
- Beschouw als systeem 2: de motor + kettingoverbrenging + assen + frame. Teken de op systeem 2 werkende uitwendige krachten en momenten in de juiste richting.
  - Beschouw als systeem 3 de motor + assen + frame. Teken de op systeem 3 werkende uitwendige krachten en momenten in de juiste richting. Geef de evenwichtsvoorwaarden.
  - Toon aan dat de onder c gevonden evenwichtsvoorwaarden dezelfde zijn als bij a gevonden.

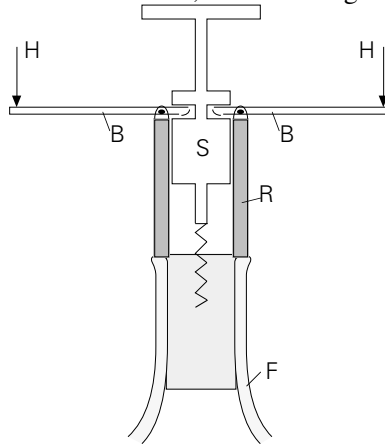
**1.12.** Figuur 1.7. toont een vereenvoudigd model van een kurketrokker. De schroefspindel S van de kurketrokker is reeds in de kurk gedraaid. In het volgende wordt alleen het uitrekken van de kurk uit de fles beschouwd.

In de opstelling zijn 5 onderdelen te onderscheiden:

- het samenstel van de spindel + kurk. Aangegeven met S.
- het frame R
- de twee bedieningshefbomen B
- de fles F, waarvan alleen de hals is getekend.

op elk van de bedieningshefbomen wordt een kracht H uitgeoefend.

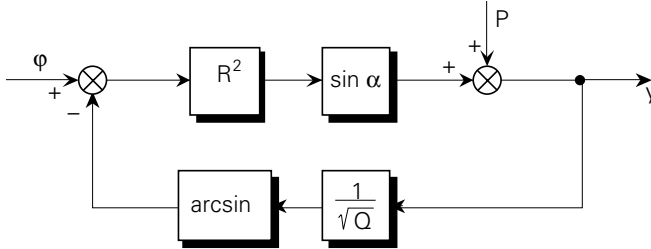
- Teken de 5 onderdelen afzonderlijk (de fles in zijn geheel). Op de verschillende onderdelen werken krachten en momenten. Geef deze in de juiste richting aan. Beperk u tot die krachten en momenten, die voor een goede werking essentieel zijn.



Figuur 1.7.

- De wrijvingskracht tussen kurk en flessehals bedraagt 100 N. De hefboomverhouding in de hefbomen B bedraagt 1:6. Hoe groot zijn de verschillende krachten?
- Welke benaderingen en vereenvoudigingen heeft u ingevoerd?

**1.13.** Het getekende blokschema van figuur 1.8 beschrijft een systeem.  $\phi$  is hetingangssignaal,  $y$  is het uitgangssignaal.  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  en  $\alpha$  zijn constanten. Is het een lineair systeem?

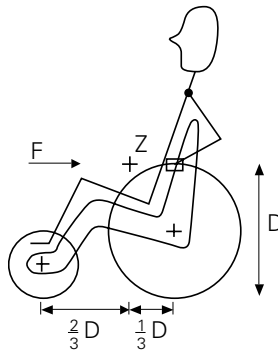


Figuur 1.8.

**1.14.** Een rolstoelrijder bevindt zich in de figuur 1.9. getekende situatie. Zijn zwaartepunt  $Z$  ligt de wioldiameter  $D$  boven het wegdek en op  $\frac{1}{3} D$  en  $\frac{2}{3} D$  van respectievelijk de achterwielas en de voorwielas. In het zwaartepunt grijpt de gewichtskracht  $G$  aan. Het gewicht van de rolstoel wordt verwaarloosd.

De combinatie rolstoel + rijder beweegt met een snelheid  $v$ . De totale rijweerstand kan in rekening gebracht worden door een kracht  $F$ , werkende op de rijder, aangrijpend in  $Z$ .

De hand van de rijder oefent een horizontale kracht  $F_h$  op het achterwiel uit.



Figuur 1.9.

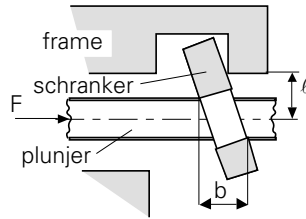
a. Teken alle krachten die op de verschillende elementen van het systeem rolstoel + rijder werken.

b. Druk  $F_h$  uit in  $F$ .

De voor- en achterwielen van de rolstoel oefenen de krachten  $N_v$  respectievelijk  $N_a$  uit op het wegdek.

c. Hoe groot zijn deze krachten.

**1.15.** De teruggaande beweging van de plunjer van een kitpistool wordt geblokkeerd door een schranker, zie figuur 1.10.



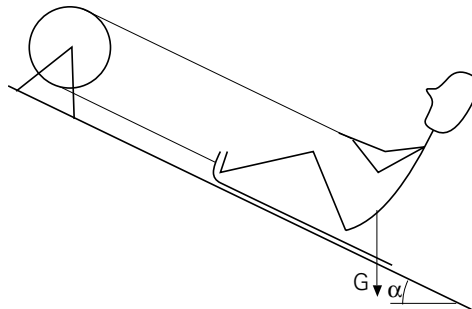
Figuur 1.10.

De wrijvingscoëfficiënt tussen schranker en plunjer bedraagt  $f$ .

Teken de op de plunjer en de schranker werkende krachten en/of momenten. Geef hun grootte aan.

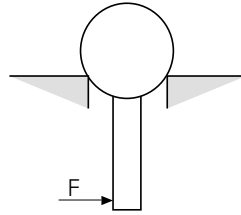
**1.16.** Een man is in een pretpark. Hij zit op een sleetje en trekt zichzelf omhoog (zie figuur 1.11). De zwaartekracht op de man grijpt aan op de aangegeven plaats. De kracht op zijn zitvlak is ook verticaal gericht. De kracht op zijn voeten is langs het vlak gericht. De wrijvingscoëfficiënt tussen slede en ondergrond bedraagt  $f$ .

In figuur 1.11 zijn de man en het sleetje afzonderlijk getekend. Geef in de figuur de optredende uitwendige krachten op de juiste plaats en in de juiste richting aan en bereken hun grootte (uitdrukken in  $G$ ).



Figuur 1.11.

**1.17.** Zie figuur 1.12. Een staaf is aan een uiteinde voorzien van een cilinder; het andere uiteinde wordt belast door een, loodrecht op de staaf staande kracht  $F$ . Het systeem staaf + cilinder is opgehangen tussen twee evenwijdige platen. De massa van staaf + cilinder bedraagt  $m$ , de versnelling van de zwaartekracht  $g$ . Het zwaartepunt van het systeem staaf + cilinder valt samen met het middelpunt van de cilinder. De wrijvingscoëfficiënt tussen de cilinder en de platen bedraagt  $f$ . De kracht  $f$  is zo groot dat de cilinder op het punt staat te gaan draaien.



*Figuur 1.12.*

- a.* Teken alle krachten die op het systeem staaf + cilinder werken.
- b.* De kracht  $F$  grijpt aan op een afstand  $a$  van het middelpunt van de cilinder. Voor welke waarde(n) van  $a$  zijn de normaalkrachten in de contactpunten en platen aan elkaar gelijk.