

Denk er aan dat je berekeningen en uitleg opschrijft.

**Opgave 1**

**Heb jij geleerd?**

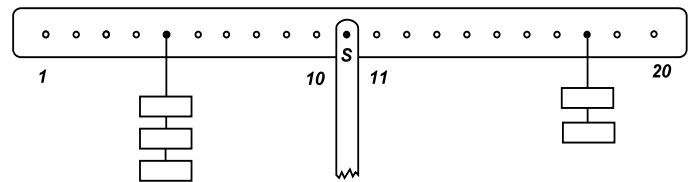
- a. Leg uit wat de werklijn van een kracht is.
- b. Wanneer noemen we een moment positief?
- c. Wat is het draaipunt bij bukken?
- d. Leg uit wat **normaalkracht** is.

**Opgave 2**

**Evenwicht**

Het staafje dat je in de figuur hiernaast ziet is homogeen en kan door een as in S draaien. **De gaatjes zijn genummerd van 1 t/m 20 (zie figuur).**

De gewichtjes die er aan hangen zijn allemaal even zwaar.



- a. Leg uit (met behulp van een berekening) of het staafje in evenwicht is.

Je haalt de gewichtjes weg en hangt nu drie gewichtjes op plaats 3 en 1 gewichtje op plaats 10. Je hebt nog drie gewichtjes over om aan de andere kant te hangen en zo evenwicht te maken.

- b. Leg uit op welke plaats(en) je deze drie gewichtjes hangt (**de nummers van de gaatjes**).

**Opgave 3**

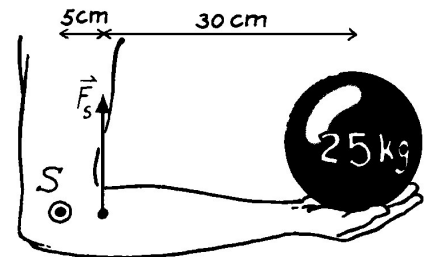
**Krachtpatser**

Je tilt 25 kg met één hand.

- a. Bereken welke spierkracht daarvoor nodig is.

De arm zelf weegt zelf 2,5 kg. Het zwaartepunt zit op 15 cm van S.

- b. Bereken hoe groot de spierkracht is als je de arm zelf ook in rekening brengt.



**Opgave 4**

**Schoolbank**

Een jongen (A) tilt een schoolbank aan één kant op.

De bank heeft een massa van 30 kg.

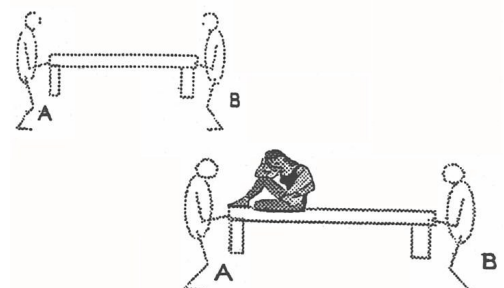
- a. Hoe groot is de zwaartekracht op de bank?
- b. Teken de zwaartekracht op de bank op de juiste plaats.
- c. Leg uit hoeveel kracht de jongen moet uitoefenen om de bank zo op te tillen.



De bank wordt nu aan de andere kant ook opgetild door een jongen (B).

Op de bank gaat een meisje zitten met een massa van 35 kg. De bank is 5,0 m lang, en het meisje zit 1,5 m van jongen A af.

- d. Bereken de kracht die jongen A nu uitoefent.



**Z.O.Z.**

### Opgave 5

### Balanceren

Een man draagt twee manden aan een lange stok die hij in evenwicht balanceert op zijn schouder. Aan het ene uiteinde hangt een mand van 15 kg, aan het andere uiteinde hangt een mand met een massa van 25 kg (verwaarloos de massa van de stok). De stok is 1,60 m lang.

- Bereken de krachten die op de uiteinden van de stok werken.
- Bereken op welke afstand, ten opzichte van de mand van 25 kg, de man de stok moet ondersteunen om de stok met de manden in evenwicht te houden.

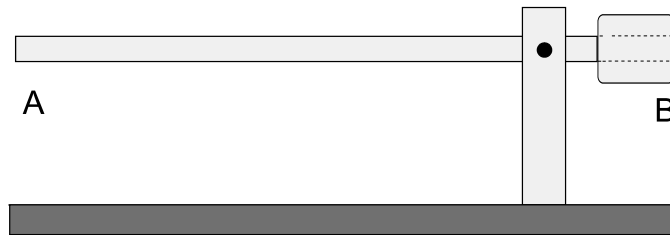
### Opgave 6

### Slagboom

Van een slagboom heeft de stang AB een lengte van 450 cm en een massa van 16 kg. Het contragewicht is over de slagboom heen geschoven, zodat de uiteinden samenvallen. Het contragewicht heeft een lengte van 30 cm. Stang en contragewicht zijn beide homogeen (de massa zit gelijkmatig verdeeld).

Het draaipunt van de slagboom ligt op 50 cm afstand van het uiteinde B van de stang. De slagboom is in evenwicht.

Let op de afstanden in de tekening zijn niet op schaal!



- Bereken de afstand van het draaipunt tot het zwaartepunt van de stang.
- Bereken de afstand van het draaipunt tot het zwaartepunt van contragewicht.
- Bereken de massa van het contragewicht.
- Bereken de kracht op het draaipunt.

**Einde**

Opgave 1

Heb jij geleerd?

- 1p a. De lijn waarlangs de kracht werkt.  
 1p b. Als de draaiing die hoort bij deze kracht tegen de wijzers van de klok in is.  
 1p c. Je heupen.  
 1p d. De ondersteunende kracht van een oppervlak op een voorwerp.

Opgave 2

Evenwicht

- 3p a. Noem de kracht van één gewichtje  $F$  en de afstand tussen twee gaatjes  $d$ .  
 links:  $3F \cdot 6d = 18 \cdot (F \cdot d) \rightarrow 3 \cdot 6 = 18$   
 rechts:  $2F \cdot 8d = 16 \cdot (F \cdot d) \rightarrow 2 \cdot 8 = 16 \rightarrow$  **Er is geen evenwicht.**  
 3p b. links:  $3 \cdot 8 + 1 \cdot 1 = 25 \rightarrow$  een mogelijke oplossing is:  
 rechts:  $2 \cdot 10 + 1 \cdot 5 = 25 \rightarrow$  twee gewichtjes op 20 en één gewichtje op 15 of  
 2 gewichtjes op 19 en 1 gewichtje op 17 of 2 gewichtjes op 18 en 1 gewichtje op 19

Opgave 3

Krachtpatser

- 3p a. Hefboomwet toepassen:  $F_{25\text{ kg}} \cdot a = F_{\text{spier}} \cdot a \rightarrow 245 \cdot 0,35 = F_{\text{spier}} \cdot 0,05 \rightarrow F_{\text{spier}} = 1,7\text{ kN}$   
 3p b. Moment van de arm meenemen:  $245 \cdot 0,35 + 24,5 \cdot 0,15 = F_{\text{spier}} \cdot 0,05 \rightarrow F_{\text{spier}} = 1,8\text{ kN}$

Opgave 4

Schoolbank

- 1p a.  $30 \cdot 10 = 300\text{ N}$   
 2p b. Midden van de bank, recht naar beneden (eventueel een schaal aangeven)  
 2p c. Hefboomwet:  $F_{\text{spier}} \cdot \text{ lengte} = F_z \cdot \frac{1}{2}\text{ lengte} \rightarrow F_{\text{spier}} \cdot 1 = F_z \cdot \frac{1}{2} \rightarrow F_{\text{spier}} = 150\text{ N}$   
 3p d. Neem de kant van jongen B als draaipunt en pas de hefboomwet toe:  
 $F_{\text{spier}} \cdot \text{ lengte} = F_{z, \text{ meisje}} \cdot \text{ arm} + F_{z, \text{ bank}} \cdot \frac{1}{2}\text{ lengte} \rightarrow$   
 $F_{\text{spier}} \cdot 5 = 350 \cdot 3,5 + 300 \cdot 2,5 \rightarrow F_{\text{spier}} = 395\text{ N}$

Opgave 5

Balanceren

- 2p a.  $25\text{ kg} \rightarrow F_z = m \cdot 10 = 250\text{ N}$  en  $15 \cdot 10 = 150\text{ N}$ .  
 3p b. De schouder vormt het draaipunt. Noem de afstand van de mand van 25 kg tot het draaipunt:  $x$   
 Dan is de afstand van de mand met 15 kg tot het draaipunt:  $1,60 - x$ .  
 De hefboomwet toepassen:  $F_l \cdot \text{arm}_l = F_r \cdot \text{arm}_r \rightarrow 250 \cdot x = 150 \cdot (1,6 - x) \rightarrow$   
 $250x = 240 - 150x \rightarrow 250x + 150x = 240 \rightarrow x = 0,60\text{ m}$ .

Opgave 6

Slagboom

- 2p a.  $Z_{AB}: 2,25 - 0,50 = 1,75\text{ m}$   
 2p b.  $Z_{\text{contra}}: 0,50 - 0,15 = 0,35\text{ m}$ ; zie figuur.  
 3p c.  $F_{AB} \cdot Z_{AB} = F_c \cdot Z_c \rightarrow 160 \cdot 1,75 = F_c \cdot 0,35 \rightarrow$   
 $F_c = 160 \cdot 1,75 / 0,35 = 800\text{ N} \rightarrow$   
 $m = 800 / 10 = 80\text{ kg}$   
 2p d.  $F_{\text{steun}} = 800 + 160 = 960 = 0,96\text{ kN}$



38p

$$\text{Cijfer} = \frac{9 \cdot \text{Score}}{38} + 1$$