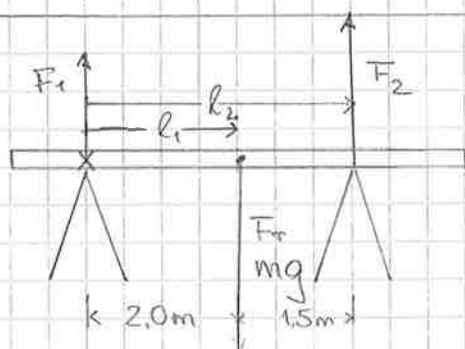


## 2 Kraftmoment

2.1  
E



$$m = 7,1 \text{ kg}$$

$$F_T = m \cdot g = 7,1 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\underline{F_T = 70 \text{ N}}$$

Om vi lägger vridpunkten vid vänstra stödet blir tyngdkraftens vridmoment:

$$M_1 = F_T \cdot l_1 = 70 \text{ N} \cdot 2,0 \text{ m} = 140 \text{ Nm. (medurs)}$$

Vridmomentet från normalkraften  $F_2$  från det högra stödet är lika stort, men motsatt riktat:

$$M_2 = F_2 \cdot l_2 \Leftrightarrow F_2 = \frac{M_2}{l_2} = \frac{140 \text{ Nm}}{3,5 \text{ m}} = \underline{40 \text{ N}}$$

(moturs)

Eftersom brädan vilar måste  $F_1 + F_2 = F_T$  (1:a jämviktsvillkoret); alltså är

$$F_1 = F_T - F_2 = 70 \text{ N} - 40 \text{ N} = \underline{30 \text{ N}}$$

2.2  
E

$$F_T = m \cdot g = 30 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0,29 \text{ kN} ; r = 12 \text{ m}$$

a)  $l = r \Rightarrow M = F_T \cdot l = 0,29 \text{ kN} \cdot 12 \text{ m} = 3,5 \text{ kNm medurs}$

b)  $l = r \Rightarrow M = F_T \cdot l = 3,5 \text{ kNm moturs}$

c)  $l = 0 \Rightarrow M = 0$

d)  $l = r \cdot \sin 45^\circ = 8,5 \text{ m}$

$$M = F_T \cdot l = 0,29 \text{ kN} \cdot 8,5 \text{ m} = 2,5 \text{ kNm medurs}$$

2.3

E

Momentet från biceps (moturs) måste vara lika stort som summan av momenten medurs:

$$\begin{aligned}
 M_1 &= M_2 + M_3 \\
 &= F_2 l_2 + F_3 l_3 \\
 &= 21 \text{ N} \cdot 0,15 \text{ m} + 7,0 \text{ N} \cdot 0,40 \text{ m} \\
 &= 3,15 \text{ Nm} + 2,80 \text{ Nm} \\
 &= 5,95 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

$M_1$ : muskelns moment

$M_2$ : armens moment

$M_3$ : bokens moment

$$\text{ur } M_1 = F_1 \cdot l_1 \Leftrightarrow F_1 = \frac{M_1}{l_1} = \frac{5,95 \text{ Nm}}{0,050 \text{ m}} = \underline{0,12 \text{ kNm}}$$

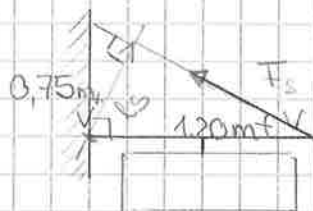
2.4

C

a) Linzans moment moturs är lika stort som skyetens moment medurs:

$$\begin{aligned}
 M_e = M_s &= F_s \cdot l_s = m \cdot g \cdot l_s \\
 &= 3,2 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,60 \text{ m} \\
 &= \underline{19 \text{ Nm}} \quad (18,9 \text{ Nm})
 \end{aligned}$$

b) Spännkraftens momentarm  $l_s$  är avståndet mellan fästpunkten A och spännkraftens kraftlinje:



$$\text{Vinkeln } v \text{ ges av } \tan v = \frac{0,75 \text{ m}}{1,20 \text{ m}} = 0,625$$

$$v = \tan^{-1}(0,625) = 32^\circ$$

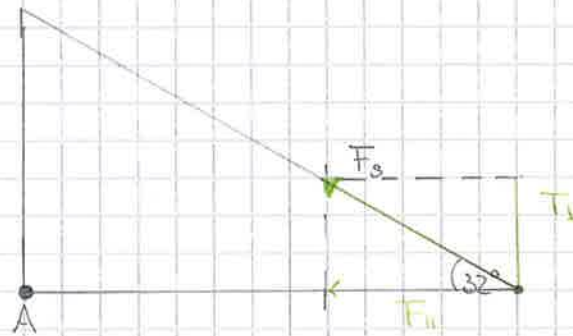
$$\frac{l_s}{0,75 \text{ m}} = \cos 32^\circ \Rightarrow l_s = 0,75 \text{ m} \cdot \cos 32^\circ = 0,64 \text{ m}$$

2.4 c) ur  $M_s = F_s \cdot l_s$  följer

C

$$F_s = \frac{M_s}{l_s} = \frac{19 \text{ Nm}}{0,64 \text{ m}} = \underline{\underline{30 \text{ N}}}$$

a)



$$F_{\perp} = F_s \cdot \sin v$$

$$= 30 \text{ N} \cdot \sin 32^\circ$$

$$= 16 \text{ N}$$

$$F_{||} = F_s \cdot \cos v$$

$$= 30 \text{ N} \cdot \cos 32^\circ$$

$$= 25 \text{ N}$$

e)  $M_{\perp} = F_{\perp} \cdot l_{\perp} = 16 \text{ N} \cdot 1,20 \text{ m} = \underline{\underline{19 \text{ Nm}}}$

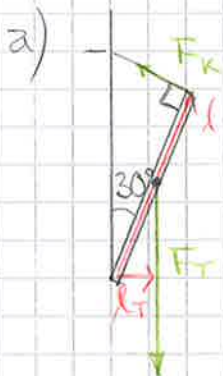
f)  $M_{||} = F_{||} \cdot l_{||} = 25 \text{ N} \cdot 0 = 0$  (Kraften pekar rakt mot A, avståndet mellan fästpunkten och kraftlinjen är alltså noll.)

$\Rightarrow M_{\perp} = M_s$

Man får alltså samma resultat, om man bestämmer kraftlinjens (kortaste) avstånd eller om man komposantuppdelar kraften!

2.5

C



$$F_T = m \cdot g = 500 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 4,91 \text{ kN}$$

Tyngdens momentarm:

$$l_T = \frac{l}{2} \cdot \sin 30^\circ = \frac{l}{4}$$

$\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$

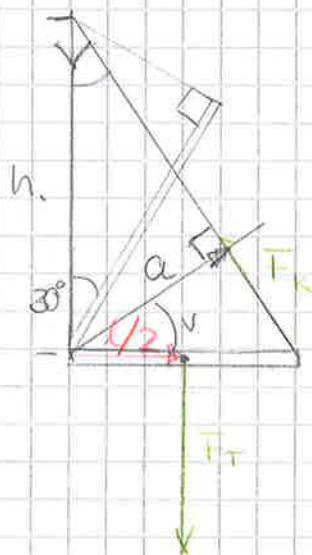
Det är två kedjor, som vardera bidrar med  $F_k$  till det gemensamma momentet  $M$ :

$$M = 2 F_k \cdot l = F_T \cdot \frac{l}{4}$$

$$\Leftrightarrow F_k = \frac{F_T \cdot \frac{l}{4}}{2l} = \frac{F_T}{8} = \frac{4910 \text{ N}}{8} = 614 \text{ N}$$



2.5 b) Kraften är störst när momentarmen är som störst, vilket den är i nedvänd läge.



Kedjornas läge:

$$\frac{l}{h} = \cos 30^\circ$$

$$h = \frac{l}{\cos 30^\circ} = \frac{2l}{\sqrt{3}}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Vinkeln v:

$$\tan v = \frac{l}{h} = \frac{l}{\frac{2l}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v = \tan^{-1}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 41^\circ$$

$$\sin v = \frac{a}{h} \Rightarrow a = \sin 41^\circ \cdot \frac{2l}{\sqrt{3}} = 0,76 \cdot l$$

$$M = F_T \cdot \frac{l}{2} = 2F_K \cdot a$$

$$F_K = \frac{F_T \cdot l/2}{2 \cdot 0,76 \cdot l} = \frac{4910 \text{ N}}{4 \cdot 0,76} = \underline{\underline{1,6 \text{ kN}}}$$

Infästning  
för kedjan

C

c)

l: brons längd

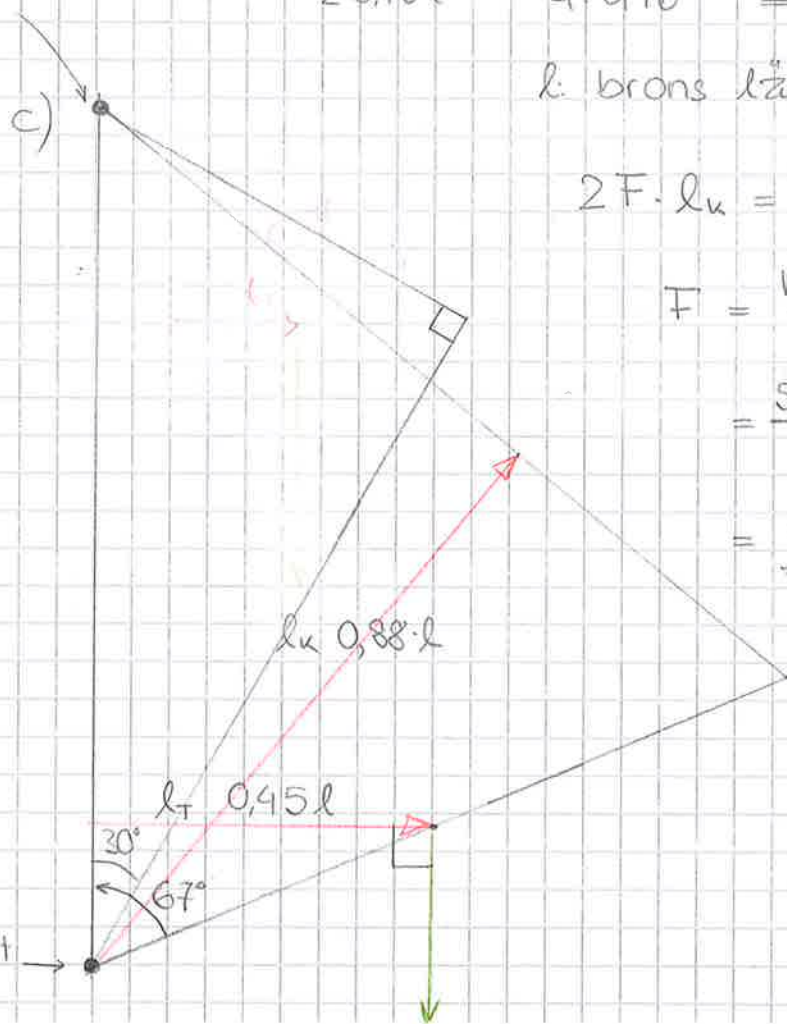
$$2F \cdot l_K = m \cdot g \cdot l_T$$

$$F = \frac{m \cdot g \cdot l_T}{2l_K}$$

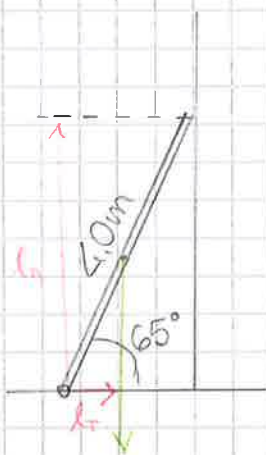
$$= \frac{500 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,45 \text{ m}}{2 \cdot 0,88 \text{ m}}$$

$$= \underline{\underline{1,3 \text{ kN}}}$$

Vridpunkt



2.6  
C



a) Tyngdens moment = normalkraftens moment

$$M_T = F_T \cdot l_T = 50 \text{ N} \cdot 2.0 \text{ m} \cdot \cos 65^\circ = 42 \text{ Nm}$$

$$M_N = F_N \cdot l_N$$

$$\Rightarrow F_N = \frac{M_N}{l_N} = \frac{42 \text{ Nm}}{4.0 \text{ m} \cdot \sin 65^\circ} = \underline{\underline{12 \text{ N}}}$$

b) Kraftjämvikt råder:

$$F^2 = (50 \text{ N})^2 + (12 \text{ N})^2$$

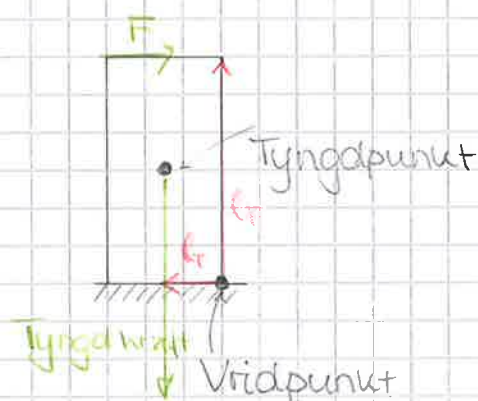
$$F = \sqrt{(50 \text{ N})^2 + (12 \text{ N})^2} = \underline{\underline{51 \text{ N}}}$$

$$\tan v = \frac{50 \text{ N}}{12 \text{ N}}$$

$$v = \tan^{-1}\left(\frac{50}{12}\right) = 77^\circ$$



2.7  
E



Momentlagen:

$$M_T = M_F$$

$$F_T \cdot l_T = F \cdot l_F$$

$$m \cdot g \cdot l_T = F \cdot l_F$$

$$\Rightarrow F = \frac{m g l_T}{l_F}$$

$$= \frac{70 \text{ N} \cdot 9.82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0.75 \text{ m} / 2}{1.5 \text{ m}}$$

$$= \underline{\underline{0.17 \text{ kN}}}$$

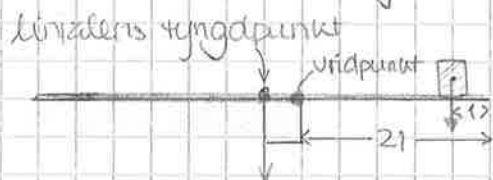
Eftersom hyllan är dubbelt så hög som bred och eftersom tyngdpunkten sitter i dess mitt är den sökta kraften  $1/4$  av hyllans tyngd

2.8

C

Momentlagen.

Viukens moment är lika med tyngdens moment.



Linjalens tyngd ligger i mitten, d.v.s. dess momentarm är  $25,0\text{cm} - 21,0\text{cm} = 4,0\text{cm}$ .

Tyngdens momentarm:  $21,0\text{cm} - 1,0\text{cm} = 20,0\text{cm}$

$$m_l \cdot g \cdot l_l = m_T \cdot g \cdot l_T$$

$$m_l = \frac{m_T \cdot l_T}{l_l} = \frac{20g \cdot 20,0\text{cm}}{4,0\text{cm}} = \underline{\underline{100g}}$$

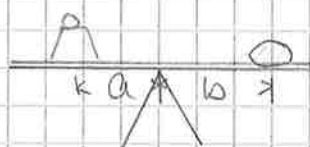
2.9 ① Våg kastspöet och bestäm dess massa  $m$ .

C<sub>E</sub> ② Balansera spöet och hitta på så sätt tyngdpunkten.

③ Bestäm avståndet  $a$  från tyngdpunkten tills där du håller.

④ Momentet är  $M = m \cdot g \cdot a$ .

20.10

C<sub>E</sub>

① Balansera linialen.

② Flytta lerklumpen och viktet på linialen tills du åter når jämvikt.

③ Bestäm avstånden  $a$  och  $b$ .

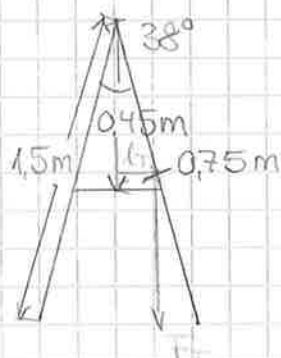
Ur  $m \cdot g \cdot b = 10g \cdot g \cdot a$  följer

$$m = 10g \cdot \frac{a}{b}$$



2.11

C



Momentlagen

$$F \cdot 0,45\text{m} = m \cdot g \cdot \overbrace{0,75\text{m} \cdot \sin 19^\circ}^{l_r}$$

$$F = \frac{4,5\text{kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,75\text{m} \cdot \sin 19^\circ}{0,45\text{m}}$$

$$\underline{F = 24\text{ N}}$$

2.12

E

Momentlagen:

$$m \cdot g \cdot l_1 = 2F \cdot l_2$$

$$F = \frac{m \cdot g \cdot l_1}{2l_2} = \frac{58,7\text{kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,8\text{m}}{2 \cdot \underset{\substack{\uparrow \\ \text{två händer}}}{1,4\text{m}}} = \underline{\underline{0,16\text{ kN}}}$$

2.13

A

a) Jag kan mäta massan på hinken och bestämma dess volym (den har ungefär samma densitet som vatten). Avståndet mellan gelenket och senfästet kan man känna sig fram till, vinkeln mellan överarm och underarm kan bestämmas.

Kräfterna  $F_m$  och  $F_j$  går dock inte att mäta.

$F_m$  kan bestämmas ur momentlagen och  $F_j$  ur kraftjämvikt.

