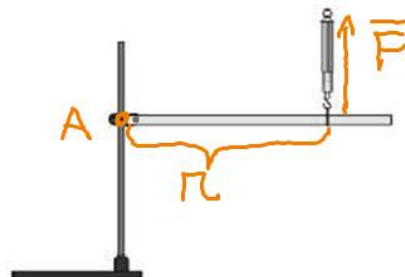


Tutkitaan kappaleen tasapainottamiseen tarvittavan voiman suuruuden riippuvuutta voiman varresta.

Välineet

- stativi ja kaksoispuristin
- ohut jäykkä metallitanko akseliksi
- puurima tai metallitanko, jonka toisessa päässä on reikä
- 5 N:n jousivaaka ja narunpätkä
- mittanauha



1. Ripusta stativiin kiinnitettyyn akseliin rima tai tanko, ja pidä sitä vaakasuorassa jousivaa'an avulla kuvan mukaisesti.
2. Mittaa akselin ja ripustuskohdan välinen etäisyys eli voiman varsi. Merkitse voima varsi r ja jousivaa'an lukema F taulukkoon.
3. Toista mittaus kahdeksan kertaa tasapainottamalla rimaa tai tankoa jousivaa'alla eri kohdista, ja merkitse mittaustulokset taulukkoon.

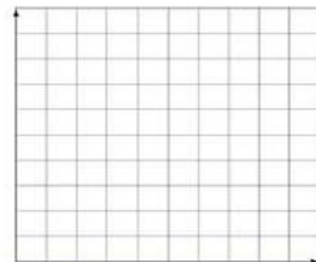
r (m)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25			
F (N)	8,4	4,2	2,5	2,1	1,9			
$1/r$ (1/m)	20	10	6,7	5	4			

4. Merkitse voimat voiman varren funktiona ylempään koordinaatistoon, ja sovita mittaustuloksiin sopiva käyrä.



5. Laske ja merkitse taulukkoon voiman varsien käänteisarvot $1/r$.

6. Merkitse voimat voiman varren käänteisarvon funktiona alempaan koordinaatistoon, ja sovita mittaustuloksiin sopiva suora.



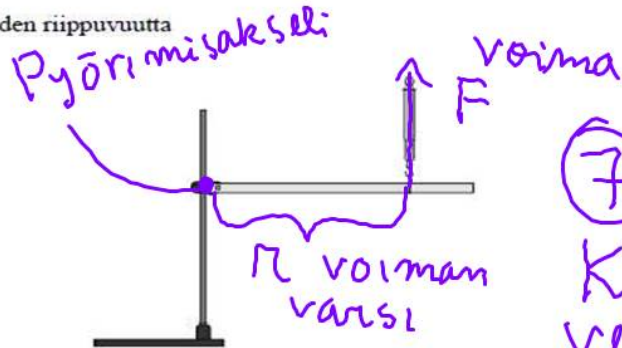
7. Selvitä kuvaajien perusteella:

- Mikä verrannollisuus vallitsee voiman ja voiman varren välillä?
- Millainen yhtälö voidaan kirjoittaa kuvaamaan voiman ja voiman varren välistä verrannollisuutta?
- Mitkä seikat tai suureet pysyvät vakiona koko mittauksen ajan?

Tutkitaan kappaleen tasapainottamiseen tarvittavan voiman suuruuden riippuvuutta voiman varresta.

Välineet

- stativi ja kaksoispuuristin
- ohut jäykkä metallitanko akseliksi
- puurima tai metallitanko, jonka toisessa päässä on reikä
- 5 N:n jousivaaka ja narunpätkä
- mittanauha

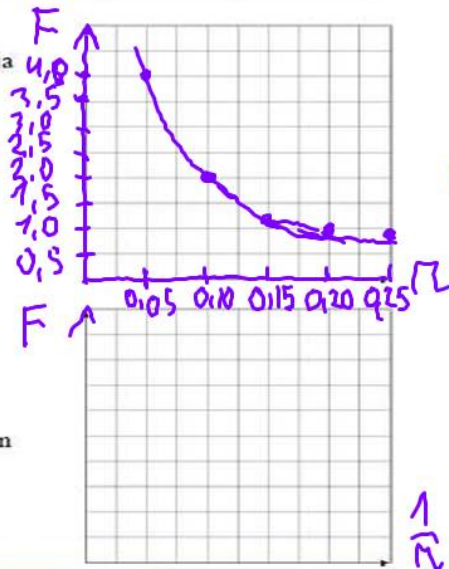


1. Ripusta stativiin kiinnitettyyn akseliin rima tai tanko, ja pidä sitä vaakasuorassa jousivaa'an avulla kuvan mukaisesti.
2. Mittaa akselin ja ripustuskohdan välinen etäisyys eli voiman varsi. Merkitse voima varsi r ja jousivaa'an lukema F taulukkoon.
3. Toista mittaus kahdeksan kertaa tasapainottamalla rimaa tai tankoa jousivaa'alla eri kohdista, ja merkitse mittaustulokset taulukkoon.

	1	2	3	4	5	6	7	8
r (m)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25			
F (N)	4,0	2,0	1,2	1,0	0,9			
$1/r$ (1/m)	20	10	6,7	5	4			

4. Merkitse voimat voiman varren funktiona ylempään koordinaatistoon, ja sovita mittaustuloksiin sopiva käyrä.
5. Laske ja merkitse taulukkoon voiman varsien käänteisarvot $1/r$.
6. Merkitse voimat voiman varren käänteisarvon funktiona alempaan koordinaatistoon, ja sovita mittaustuloksiin sopiva suora.
7. Selvitä kuvaajien perusteella:
 - Mikä verrannollisuus vallitsee voiman ja voiman varren välillä?
 - Millainen yhtälö voidaan kirjoittaa kuvaamaan voiman ja voiman varren välistä verrannollisuutta?
 - Mitkä seikat tai suureet pysyvät vakiona koko mittauksen ajan?

Kuvaa ja seurauksia slideissa



7
Kääntömomentin verrannollisuus F -in ja M -in välillä

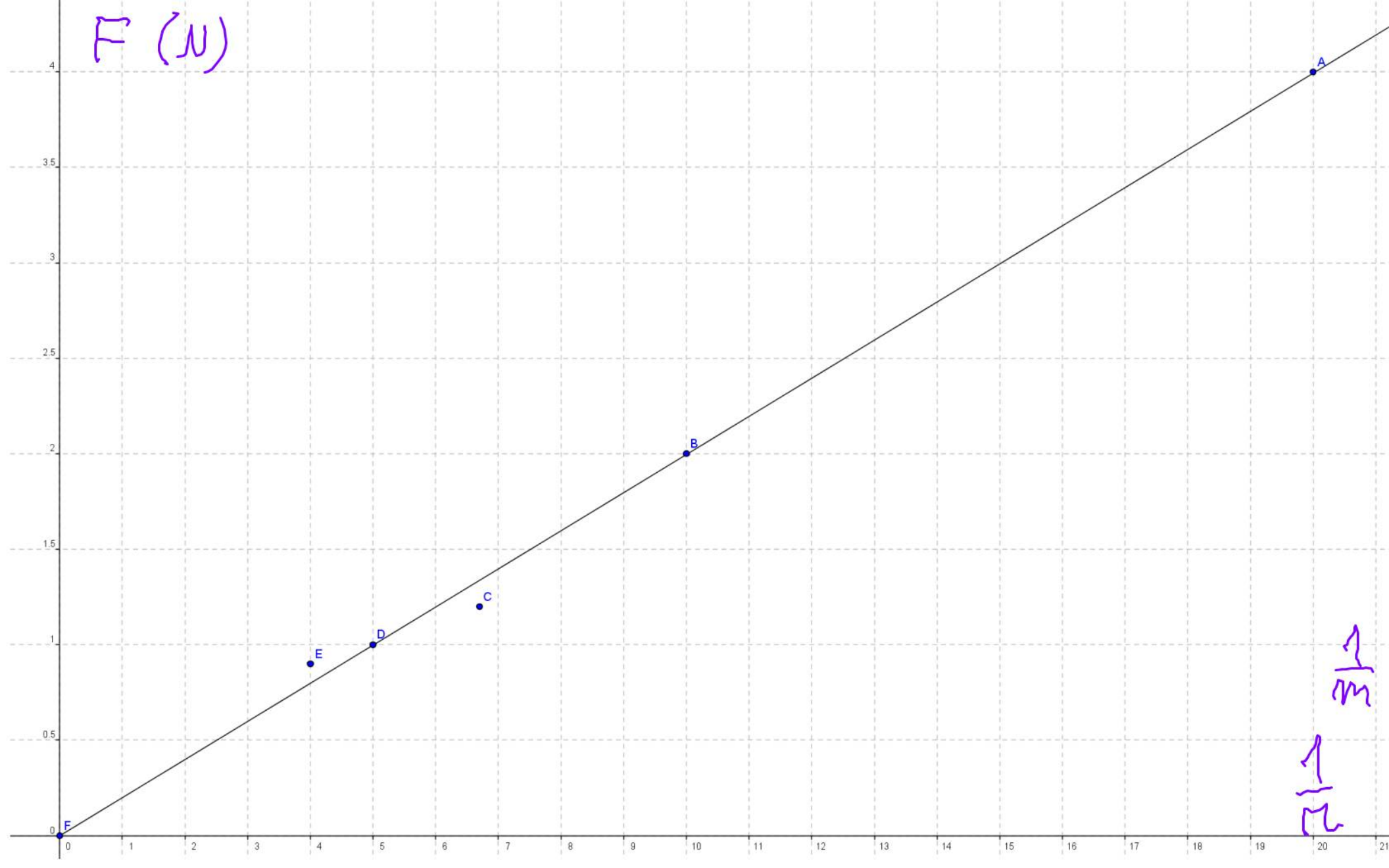
⇒ Tulo on vakio

$$F \cdot r = \text{vakio}$$

$$M = F \cdot r$$

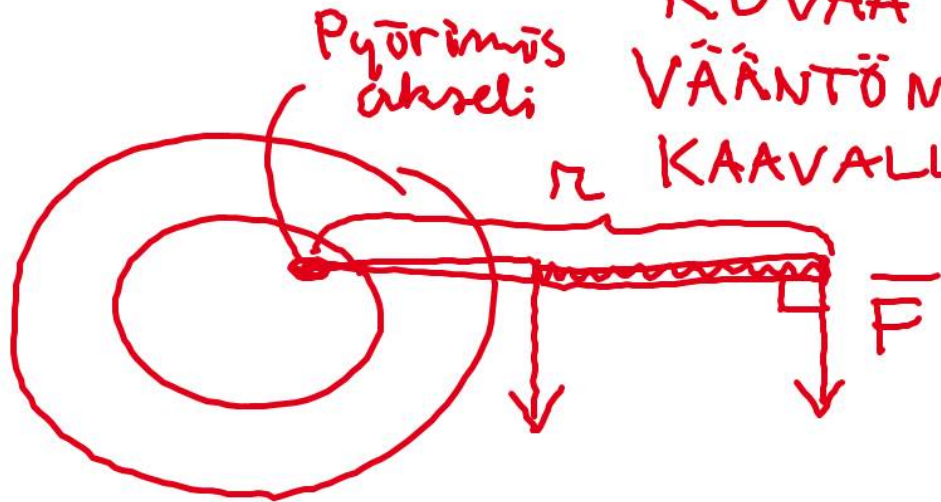
~
Kääntömomentti
Voiman momentti

$F(N)$



VOIMAN MOMENTTI ELI VÄÄNTÖMOMENTTI M

KUVAA VOIMAN VÄÄNTÖVAIKUTUSTA
VÄÄNTÖMOMENTTI MÄÄRITELLÄÄN
KAAVALLA



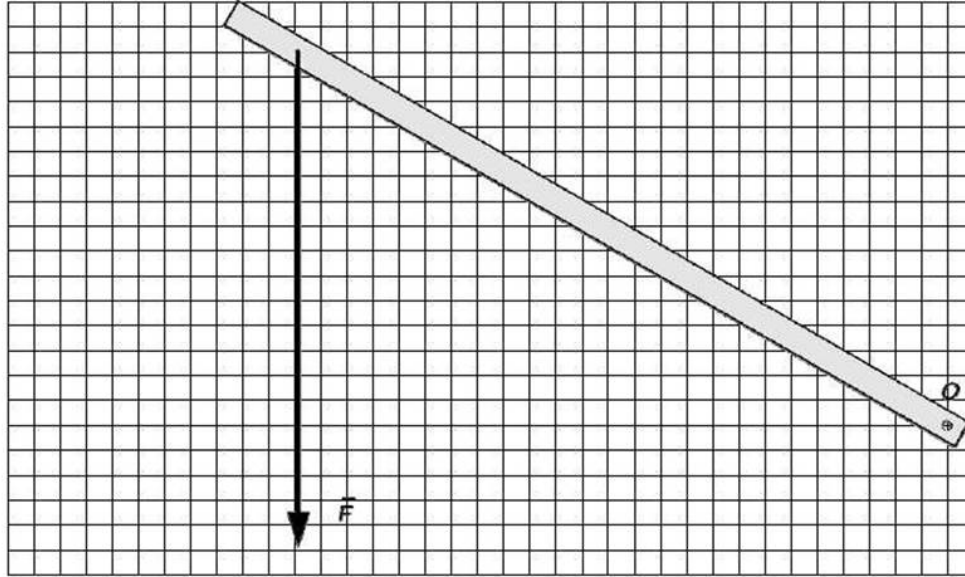
$$M = F \cdot r$$

F on vaikuttava voima
 r on voiman vaikutus
suoran

kohtisuora etäisyys pyörimisakselista
(VOIMAN VARSI)

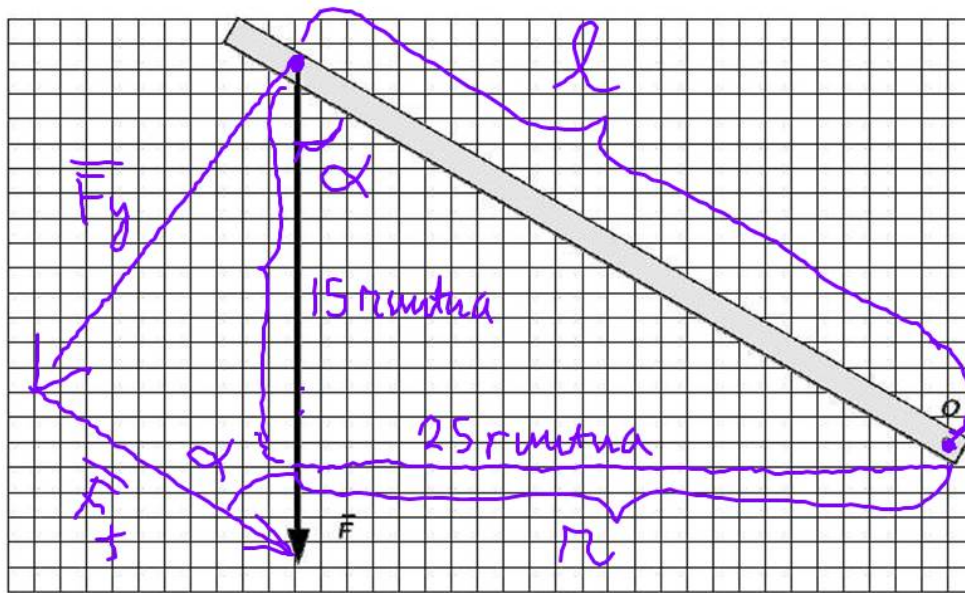
Yksikkö on 1 Nm (Newtonmetri)

Työkortti 4: Momentin laskemisen kaksi eri tapaa



1. Laske voiman \vec{F} momentti pisteen O suhteen,
 - a) jakamalla voima komponentteihinsa
 - b) etsimällä voiman varsi.Yksi ruutu vastaa voimavektorin pituudessa yhtä newtonia.

Työkortti 4: Momentin laskemisen kaksi eri tapaa



1 ruutu 1 N
1 ruutu 0,5 cm

$$l = \sqrt{25^2 + 15^2}$$

$$= 29,15 \cdot 0,005 \text{ m}$$

$$\approx 0,146 \text{ m}$$

Pyörimis akseli

$$\tan \alpha = \frac{25}{15}$$

$$\alpha = 59,03^\circ$$

a) $M = F_y \cdot l$ $F \approx 20 \text{ N}$

$$= 20 \text{ N} \cdot \sin 59,03^\circ \cdot 0,146 \text{ m}$$

$$\approx \underline{\underline{2,15 \text{ Nm}}}$$

1. Laske voiman \vec{F} momentti pisteeseen O suhteen,

- a) jakamalla voima komponentteihinsa
b) etsimällä voiman varsi.

Yksi ruutu vastaa voimavektorin pituudessa yhtä newtonia.

b) $M \approx F \cdot r$

$$\approx 20 \text{ N} \cdot 25 \cdot 0,005 \text{ m}$$

$$\approx \underline{\underline{2,5 \text{ Nm}}}$$