

2.1 Tasapaino pyörimisen suhteen

2.1 Tasapaino pyörimisen suhteen

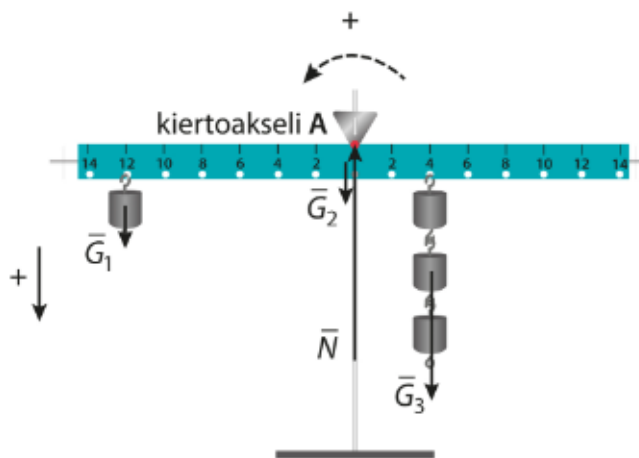
Kappale on tasapainossa, kun se ei liiku eikä pyöri.

- Tasapainoehto etenemisen suhteen on $\Sigma F = ma = 0$ ja
- tasapainoehto pyörimisen suhteen on $\Sigma M = 0$
- Jos tasapainoehdot toteutuvat, kappale on tasapainossa.
- Tarvittavaa voimaa voidaan pienentää **vivun** avulla.

ESIM1.

Tanko kiinnitettiin keskikohdastaan stativiin. Tankoon ripustettiin kolme 100 g:n punnusta 4,0 cm:n etäisyydelle kiertoakselista. Mihin kohtaan yksi 100 g:n punnus pitää ripustaa, jotta vaaka on tasapainossa?

1. Tee voimakuvio
2. Valitse kiertoakseli A
3. Tee suuntasopimukset (M ja F)



$\bar{G}_1$ = yhden punnuksen paino

$\bar{G}_2$ = tangon paino

$\bar{G}_3$ = kolmen punnuksen paino

$\bar{N}$ = akselin tukivoima

4. Kirjoita tasapainoehdot
Newtonin toisen lain mukaan:

$$G_1 + G_2 + G_3 - N = 0$$

- Tasapaino pyörimisen suhteen:

$$G_1 r_1 - G_3 r_3 = 0$$

5. Ratkaise kysytyt suureet

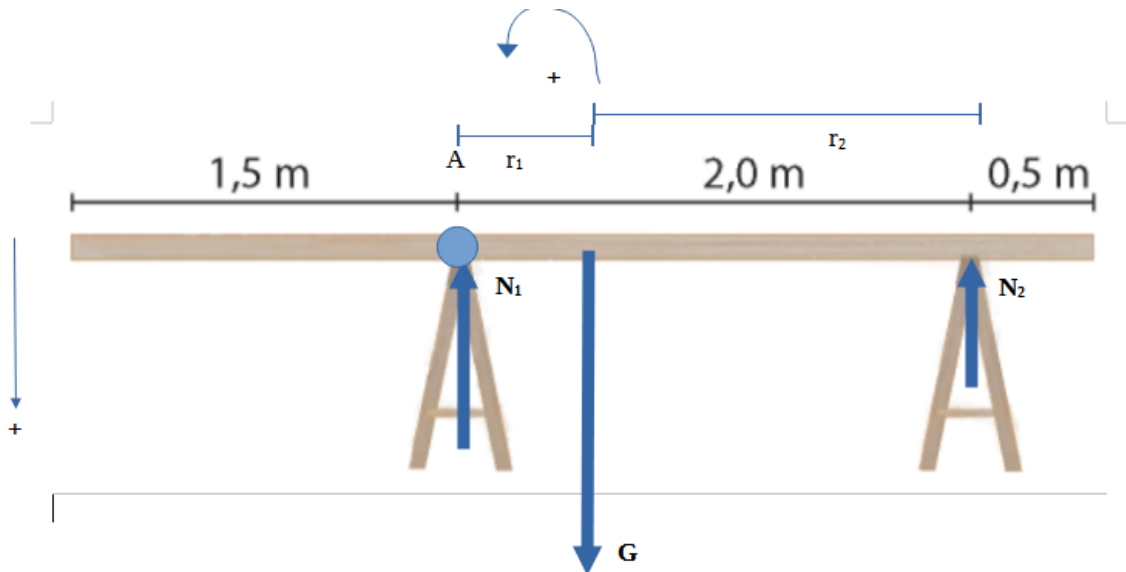
$$G_1 r_1 = G_3 r_3$$

$$r_1 = \frac{G_3 r_3}{G_1} = \frac{3G_1 r_3}{G_1} = 3r_3 = 3 \cdot 4,0 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

ESIM2. Tasapaksu lankku on kahden tuen päällä. Lankun massa on 8,9 kg.



a) Kuinka suuret tukivoimat lankkuun kohdistuvat?



$$m = 8,9 \text{ kg}$$

$$G = mg$$

Tasapainoehdot:

Newtonin toisen lain mukaan:

$$G - N_1 - N_2 = 0$$

Momenttieho:

$$N_2 \cdot (r_1 + r_2) - G \cdot r_1 = 0$$

$$N_2 = \frac{Gr_1}{r_1 + r_2} = \frac{mg \cdot r_1}{r_1 + r_2} \quad \parallel \quad r_1 = \frac{4,0 \text{ m}}{2} - 1,5 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

$$N_2 = \frac{8,9 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,5 \text{ m}}{2,0 \text{ m}} = 21,82725 \text{ N} \approx 22 \text{ N}$$

Toinen tukivoima:

$$G - N_1 - N_2 = 0$$

$$N_1 = G - N_2 = mg - N_2 = 8,9 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 21,82725 \text{ N}$$

$$= 65,48175 \text{ N} \approx 65 \text{ N}$$

V: Tukivoimat ovat 65 N ja 22 N (vasemmalta oikealle).

b) Kissa hyppää lankun päälle tukien väliin. Kuinka pitkälle kissa voi kävellä vasemmanpuoleisen tuen yli ennen kuin lankku kaatuu? Kissan massa on 4,7 kg.

Ratkaisu. Merkitään kissan painoa tunnuksella G_k ja se ehtii etäisyydelle

$$r_k \text{ .}$$

Kissan edetessä tukivoima N_2 pienenee.

Ääriasemassa lankku juuri ja juuri ei vielä keikahda eli tukivoima $N_2 = 0 \text{ N}$.

Nyt momenttiehto on:

$$G_k r_k - G \cdot r_1 = 0$$

$$r_k = \frac{G \cdot r_1}{G_k} = \frac{mg}{m_k g} \cdot r_1 = \frac{m}{m_k} \cdot r_1 = \frac{8,9 \text{ kg}}{4,7 \text{ kg}} \cdot 0,5 \text{ m}$$

$$r_k = 0,9468... \text{ m} \approx 0,95 \text{ m}$$

V: Kissa voi kävellä 0,95 m päähän.