

Tasainen ympyräliike

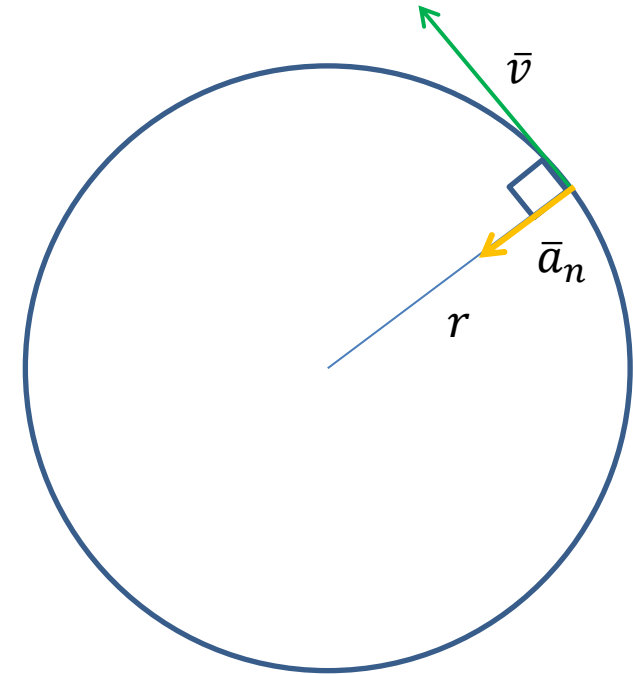
- *Tasaisessa ympyräliikkeessä* kappaleen vauhti eli *ratanopeus* v on vakio.
- Yhteen kierrokseen kuluva *kierrosaika* T ei muutu ja näin ei myöskään kierrosajan käänteisluku, jota kutsutaan *kierrostaajuudeksi* tai *pyörimisnopeudeksi*.

$$n = \frac{1}{T}.$$

- Kierrostaajuuden yksikkö on $[n] = \frac{1}{s}$ (kierrosta sekunnissa), mutta yleisesti käytetään muotoa $\frac{1}{min} = \text{rpm}$ (kierrosta minuutissa.)

Normaalikiihtyvyys

- Kun kappale on tasaisessa ympyräliikkeessä, sen nopeuden suunta muuttuu koko ajan (aina yhtä suuren kulman aikayksikössä).
- Kappaleen täytyy siis olla kiihtyvässä liikkeessä.
 - Kiihtyvyydellä ei voi kuitenkaan olla nopeusvektorin suuntaista komponenttia, koska tämä muuttaisi nopeuden suuruutta.
- Tätä kiihtyvyyttä kutsutaan *normaalikiihtyvyydeksi* \bar{a}_n , koska se on kohtisuorassa nopeusvektoriin nähden tai *keskeiskiihtyvyydeksi*, koska sen suunta on kohti ympyräradan keskipistettä.



Normaalikiihtyvyys ja -voima

- Normaalikiihtyvyyden suuruus a_n voidaan laskea kaavalla

$$a_n = \frac{v^2}{r}.$$

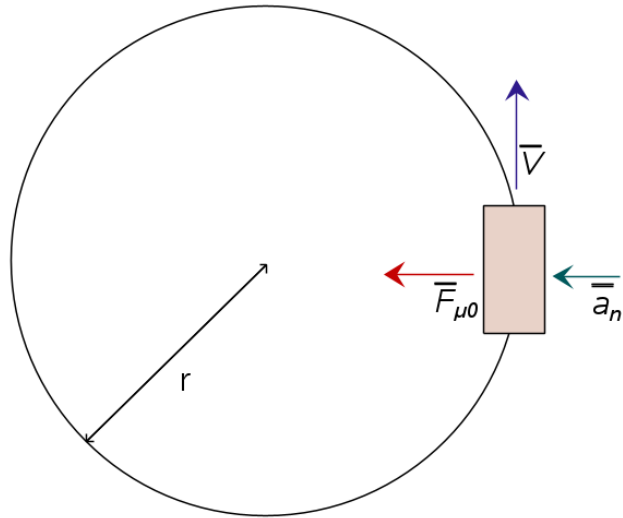
- Koska tasaisessa ympyräliikkeessä kappaleella ei ole tämän lisäksi muuta kiihtyvyyttä, on liikeyhtälö muotoa $\sum \vec{F} = m\vec{a}_n$.

- Tarvittavan *normaalivoiman* suuruus on $F = ma_n = \frac{mv^2}{r}$.

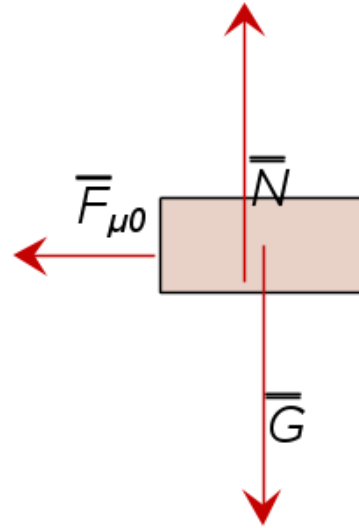
- Huom! Normaalivoima ei ole fysikaalisesti mikään uusi voima, vaan nimitys ko. tilanteessa kappaletta ympyräradalla pitävälle voimalle. (Esim kitka, narun jännitysvoima, gravitaatio jne.)
- Älä käytä termiä ”keskipakoisvoima”! Tämä on vain näennäinen voima.

3.8, s. 46

Mallikuvio tilanteesta ylhäältä katsottuna:



Voimakuvio (auton takaa):



$G = mg =$ auton paino

$N =$ tien tukivoima

$F_{\mu 0} =$ (lepo)kitka tien ja renkaiden välillä

(Kuvissa ei näy liikettä vastustavia voimia, eikä vetäviin pyöriin vaikuttavaa autoa eteenpäin työntävää kitkaa, joka kumoaa vastusvoimien vaikutuksen tasaisella nopeudella ajettaessa.)

Tasaisessa ympyräliikkeessä liikeyhtälö on $\sum \vec{F} = m\vec{a}_n$, missä $a_n = \frac{v^2}{r}$ on normaalikihtiyyvyys.

Tasaisella tiellä paino ja tukivoima kumoavat toisensa, joten $N = G = mg$ ja $F_{\mu 0} = \mu_0 N = \mu_0 mg$.

Kokonaisvoimaksi $\sum F$ jää vain kitkavoima $F_{\mu 0}$, jolloin liikeyhtälö on skalaarimuodossa $F_{\mu 0} = \frac{mv^2}{r}$.

Sijoitetaan $F_{\mu_0} = \mu_0 mg$ liikeyhtälöön:

$$\mu_0 mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$\mu_0 g = \frac{v^2}{r}$$

$$\mu_0 = \frac{v^2}{gr} \approx 0,74$$

Tunnetut suureet:

$$v = 62 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$r = 41 \text{ m}$$

$$m = 1410 \text{ kg (ylimääräinen tieto)}$$

Lepokitkakertoimen täytyy olla vähintään 0,74.

$$v := 62 \cdot \text{_kph}$$

$$17.22222222 \cdot \frac{\text{_m}}{\text{_s}}$$

$$r := 41 \cdot \text{_m}$$

$$41 \cdot \text{_m}$$

$$\frac{v^2}{g \cdot r}$$

$$0.7376899132$$