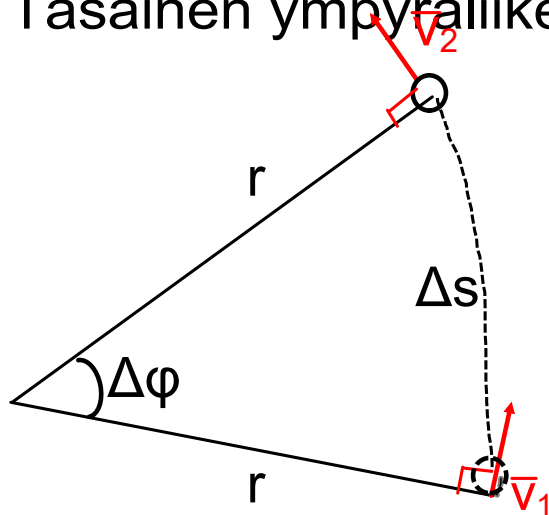


2 Tasainen ympyräliike



$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$$

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta s}{r} \cdot r$$

$$\text{eli } \underline{\Delta s = r\Delta\varphi}$$

Kappaleen ratanopeus

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{r\Delta\varphi}{\Delta t} = r \underbrace{\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}}_{\omega} = r\omega = \omega r$$

MAOL s. 124

Siis

$$v = \omega r$$

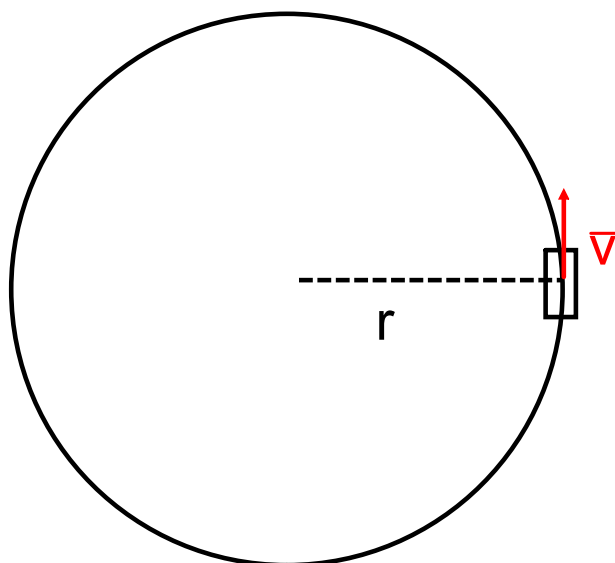
tammi 13-10:37

Toisaalta $\omega = 2\pi n$,joten $v = \omega r = 2\pi nr = n2\pi r$.Lisäksi $\omega = \frac{2\pi}{T}$,joten $v = \omega r = \frac{2\pi r}{T}$. (= $\frac{\text{Ympyrän piiri}}{\text{Kierrosaika}}$)

tammi 13-10:46

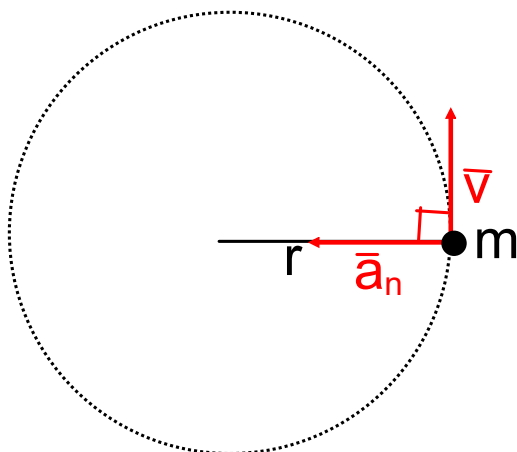
Tasainen ympyräliike

- kyseessä on TASAINEN LIIKE YMPYRÄRADALLA eli
- $r = \text{vakio JA}$
- $v = \text{vakio}$



tammi 13-10:50

-liikesuunnan muuttamiseen tarvitaan kiihtyvyyttä (NORMAALIKIIHTYVYYTTÄ \bar{a}_n)



tammi 13-10:52

Tarvittavan normaalikiihtyvyyden suuruus

$$a_n = \frac{v^2}{r} \quad \text{MAOL s. 124}$$

Normaalikiihtyvyyden suunta on AINA kohti kaarevuuskeskipistettä.

Liiketytälö tasaisessa ympyräliikkeessä:

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}_n$$

joulu 16-13:05

Tasaisessa ympyräliikkeessä tarvittava kokonaisvoima

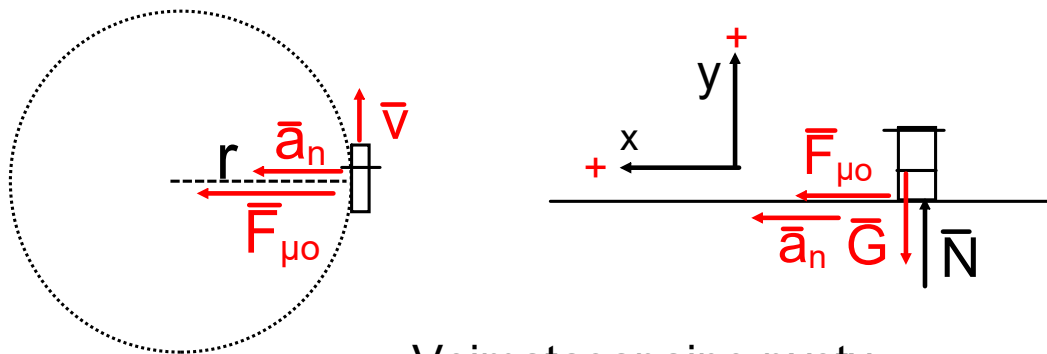
- on suuruudeltaan vakio
- muuttaa suuntaansa siten että se suuntautuu joka hetki kohti ympyräradan keskipistettä

Tällainen voima voi olla esimerkiksi

- lepokitkavoima
- langan jännitysvoima
- gravitaatiovoima

ESIMERKKI 2 s. 19

Potkukelkka:



F_{μ_0} = lepokitkavoima
 $r = 45\text{m}$
 $v = 17\text{km/h} = 17/3,6 \text{ m/s}$

Voimatasapaino pysty-
suunnassa:

$$\bar{G} + \bar{N} = \bar{0}$$

Skalaariyhtälö

$$N - G = 0 \text{ eli } \underline{N = G = mg}$$

tammi 13-11:27

Liikkeyhtälö jään pinnan suunnassa:

$$\Sigma \bar{F}_x = m\bar{a}_n \text{ eli skalaarimuodossa}$$

$$F_{\mu_0} = \frac{mv^2}{r} \quad | \quad F_{\mu_0} = \mu_0 N = \mu_0 mg$$

$$\text{eli } \mu_0 mg = \frac{mv^2}{r} \quad | :mg$$

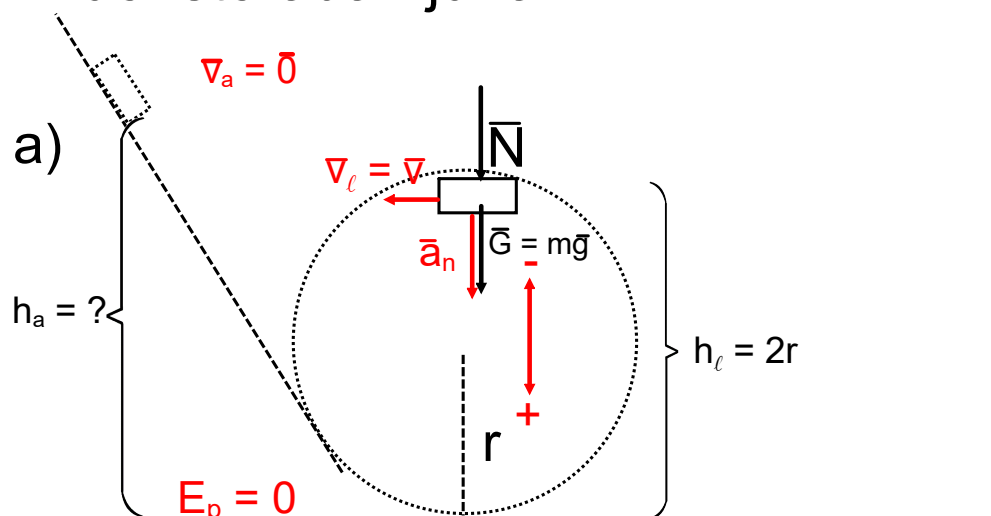
$$\mu_0 = \frac{mv^2}{mgr} = \frac{v^2}{gr} = \frac{(17/3,6)^2 \text{m}^2/\text{s}^2}{9,81\text{m/s}^2 \cdot 45\text{m}}$$

$$\approx \underline{0,051.}$$

tammi 9-16:28

ESIMERKKI 4 s. 21

Vuoristoradan juna:



tammi 15-8:56

Liikkeyhtälö radan ylimmässä kohdassa:

$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}_n \quad \text{eli} \quad mg + \cancel{N} = \frac{mv^2}{r}$$

Irtoamisehto: $N \rightarrow 0$, jolloin

$$\cancel{mg} = \frac{\cancel{mv^2}}{r} \quad | :m | r \quad \text{ja} \quad v^2 = gr \quad \text{eli} \quad v = \sqrt{gr}$$

tammi 18-12:24

Ratkaistaan tarvittava alkukorkeus h_a
mekaanisen energian säilymlakia käyttäen:

$$E_{p,a} + E_{k,a} = E_{p,l} + E_{k,l} \text{ eli}$$

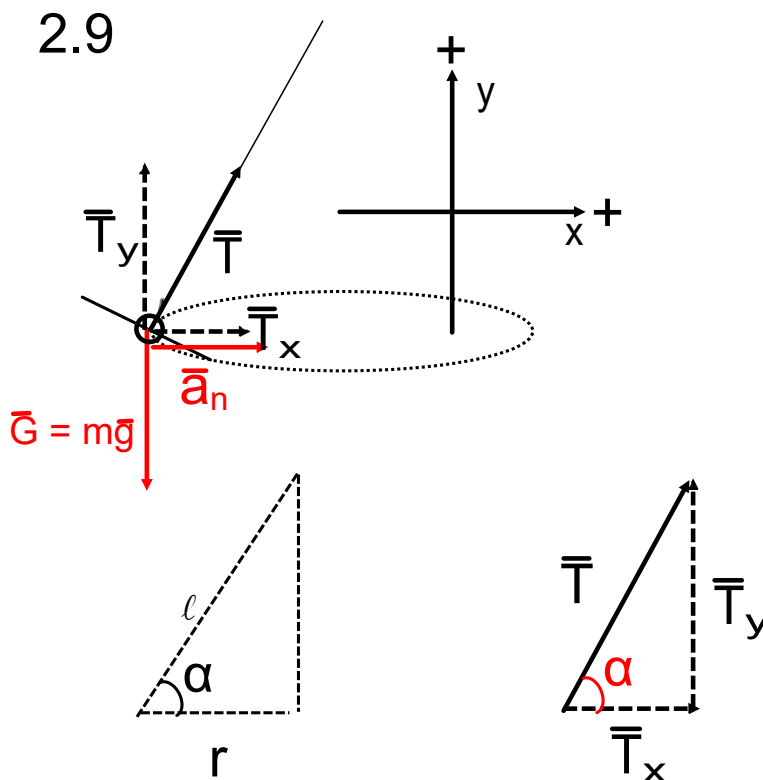
$$mgh_a + \underbrace{\cancel{\frac{1}{2}mv_a^2}}_0 = mg2r + \frac{1}{2}mv^2 \quad | \quad v^2 = gr$$

$$mgh_a = \underbrace{2mgr + \frac{1}{2}mgr}_{5/2mgr} \text{ eli } mgh_a = \frac{5}{2}mgr$$

$$h_a = \frac{\cancel{5/2mgr}}{\cancel{mg}} = \frac{5}{2}r = \frac{5}{2} \cdot 5,0 \text{ m} = \underline{12,5 \text{ m.}}$$

KT 2.9, 2.11

tammi 15-9:32



tammi 14-13:12

Liikkeyhtälö pystysuunnassa: $\bar{T}_y + m\bar{g} = 0$.

Suuntasopimus: $T_y - mg = 0$ eli $T\sin\alpha = mg$.

Liikkeyhtälö säteen suunnassa: $\bar{T}_x = m\bar{a}_n$.

Suuntasopimus:

$$T_x = \frac{mv^2}{r} \quad \text{eli} \quad T\cos\alpha = \frac{mv^2}{r}$$

helmik. 15-12.53

Verranto:

$$\frac{\cancel{T}\sin\alpha}{\cancel{T}\cos\alpha} = \frac{\cancel{m}g}{\cancel{m}v^2/r} \quad \text{eli} \quad \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{gr}{v^2} \quad \text{eli}$$

$$\tan\alpha = \frac{gr}{v^2}$$

tammi 10-15:08

Lasketaan kulma α :

$$\cos\alpha = \frac{r}{l} = \frac{0,70\text{m}}{0,90\text{m}} \approx 0,77777777$$

$$\text{eli } \alpha \approx 38,942441^\circ.$$

$$\text{Ratkaistaan } v \text{ yhtälöstä } \tan\alpha = \frac{gr}{v^2}$$

$$v = \sqrt{gr/\tan\alpha} = \sqrt{9,81\text{m/s}^2 \cdot 0,70\text{m}/\tan 38,942441^\circ}$$
$$\approx 2,915\text{m/s} \approx 2,9\text{m/s}.$$

joulu 15-18:29