

Ympyräliike

\vec{v} on vakio



normaalikiihtyvyys

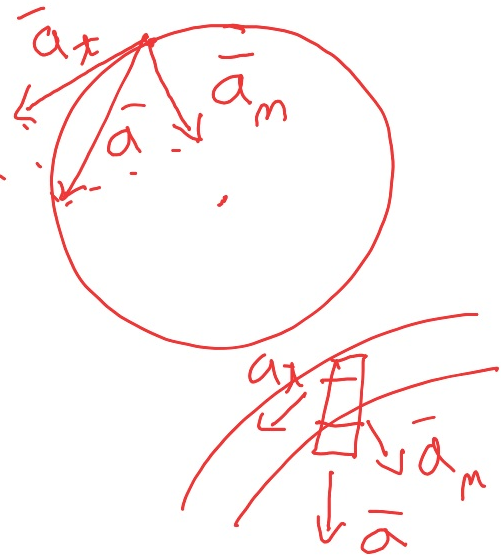
$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

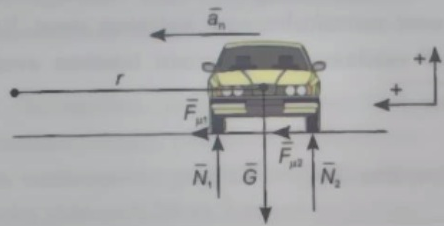
tangentiaalikiihtyvyys

a_t

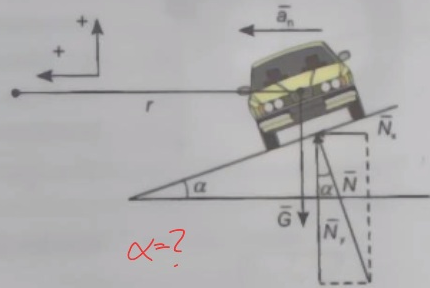
kokonaiskiihtyvyys

\vec{v} muuttuu





Auto vaakasuoralla tiellä.



Auto kallistetulla tiellä. Oletetaan kitka pieneksi. $\mu=0$

$\alpha=?$

$$x: \sum \vec{F}_x = m \vec{a}_x \Rightarrow \vec{N}_x = m \vec{a}_m$$

$$y: \sum \vec{F}_y = m \vec{a}_y \Rightarrow \vec{G} + \vec{N}_y = 0$$

$$\begin{cases} N_x = N \sin \alpha \\ N_y = N \cos \alpha \end{cases} \begin{cases} N \sin \alpha = m \frac{v^2}{r} \\ -mg + N \cos \alpha = 0 \\ N \cos \alpha = mg \end{cases}$$

$$\frac{N \sin \alpha}{N \cos \alpha} = \frac{m \frac{v^2}{r}}{mg}$$

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

$$\alpha = \arctan\left(\frac{v^2}{gr}\right) = 15,2^\circ \approx 15^\circ$$

kun $v=72 \text{ km/h}$ ja $r=150 \text{ m}$

Mikä pitäisi olla μ jotta pysytään tiellä?

$$(NI) x: \sum \vec{F}_x = m \vec{a}_x \Rightarrow \vec{F}_\mu = m \vec{a}_m \Rightarrow \mu N = m \frac{v^2}{r}$$

$$y: \sum \vec{F}_y = m \vec{a}_y \Rightarrow \vec{G} + \vec{N} = 0 \Rightarrow mg - N = 0$$

$$\mu mg = m \frac{v^2}{r}$$

$$\mu = \frac{v^2}{rg} = \frac{(20 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{150 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,27$$

2-23. Moottorikelkka ajaa vaakasuoraa ympyräkaarretta tasaisesti kiihdyttäen siten, että kelkan vauhti kasvaa 15 s:n aikana arvosta 30 km/h arvoon 80 km/h. Kaarevuussäde on 75 m.

- a) Laske kelkan tangenttikiihtyvyys.
- b) Laske kelkan normaalikiihtyvyys kiihdytyksen alussa.
- c) Laske kelkan normaalikiihtyvyys kiihdytyksen lopussa.
- d) Piirrä kuvio, josta ilmenee kelkan kiihtyvyys kiihdytyksen alussa ja lopussa.

2-24. Ympyräradalla ajava moottoripyöräilijä hidastaa vauhtiaan tasaisesti siten, että eräällä hetkellä ratanopeus on 12,5 m/s ja puoli kierrosta myöhemmin 2,5 m/s. Rataympyrän säde on 34 m. Laske moottoripyörän kiihtyvyys (suuruus ja suunta nopeusvektoriin nähden) sillä hetkellä, kun sen ratanopeus on 7,5 m/s. [K2004, 6]

2-25. Auton vaakasuora nopeus on eräällä hetkellä 60 km/h suoraan pohjoiseen. Mil-

lä edellytyksellä (tien muoto, kaarevuussäde, kuljettajan toiminta) auton kiihtyvyys voi tällöin olla a) 0,95 m/s² suoraan länteen b) 2,1 m/s² suoraan kaakkoon c) 1,7 m/s² suoraan ylöspäin? [S2001, 6]

2-27. Lyijykuula, jonka massa on 0,32 kg, riippuu ohuen langan varassa. Systemi poikkeutetaan tasapainoasemastaan 55° ja päästetään heilumaan.

- a) Laske lankaa jännittävä voima kuulan sivuuttaessa tasapainoasemansa.
 - b) Laske kuulan kiihtyvyys tasapainoasemassa ja ääriasemassa.
- [K1989, 4]

2-21. 3,5 m/s

2-22. a) 25 cm b) 0,74 N

2-23. a) 0,93 m/s²
b) 0,93 m/s² c) 6,6 m/s²

2-24. 1,8 m/s², 113°

2-25. a) vakiovauhti, vaakasuora tie kaartuu länteen ($r = 290$ m)

b) vaakasuora tie kaartuu itään, jarrutus, ($r = 190$ m)

c) auto notkon alimmassa kohdassa, vakiovauhti, ($r = 160$ m)

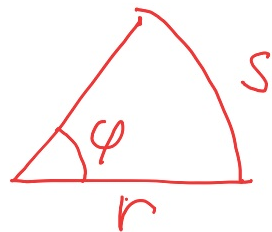
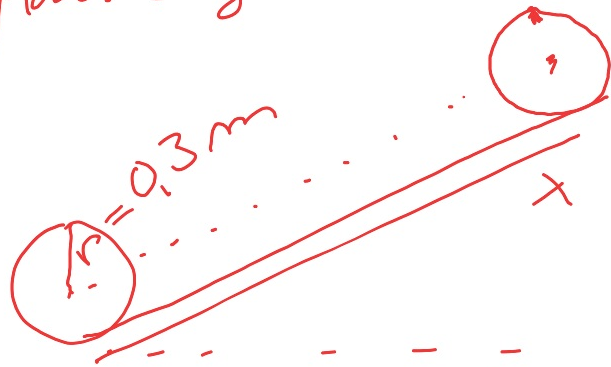
massa alhaalla e) 590 g

2-27. a) 5,8 N b) tasapainoasemassa 8,4 m/s² radan keskipistettä kohti, ääriasennossa 8,0 m/s² radan tangentin suuntaan

2-35. a) sekuntiviisarille:

Tutkimus:

Yhdistetty eteneminen ja pyöriminen



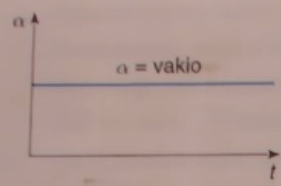
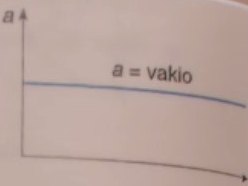
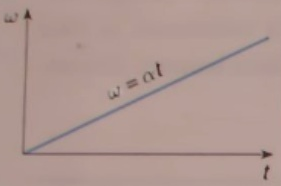
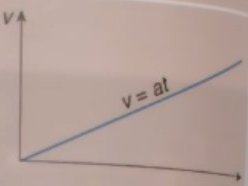
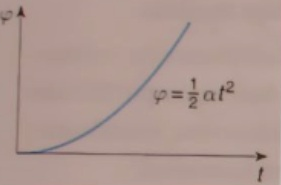
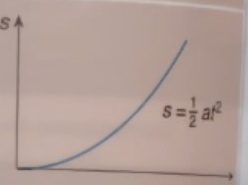
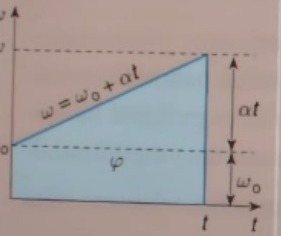
$$\varphi = \frac{s}{r}$$
$$s = r\varphi$$

- massapisteen ^{reittiä} etenemisen ajan suht.
(x, t)-kuvaja

- kierokulman muutos ajan suht.
(φ, t)-kuvaja (rad, s)

(s, t)-kuvaja

→ kehäpisteen kulkeema matka ajan suht.

	Pyörimisliike	Yhteys	Etenemisliike	
	kulma φ $\alpha = \text{vakio}$	$s = r\varphi$	matka s	
	kulmanopeus $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$	$v = \omega r$	nopeus $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	
	kulmakiihtyvyys $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$	$a_t = \alpha r$	kiihtyvyys $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	
	$\omega = \omega_0 + at$ $\varphi = \frac{\omega_0 + \omega}{2} t = \omega_k t$ $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} at^2$			