

Sissejuhatus mehhatroonikasse EEM3010

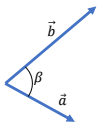
3. nädala loeng

Raavo Josepson
raavo.josepson@ttu.ee

1

Vektorite korrutamine

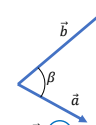
Skalaarkorrutis $\vec{a} \cdot \vec{b} = \text{skaalar ehk arv}$



$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}| \cos \beta$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

Vektorkorrutis $\vec{a} \times \vec{b} = \text{vektor}$



Vektori pikkus ehk moodul
 $|\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}||\vec{b}| \sin \beta$

Suund

On risti mõlema esialgse vektoriga ja määratakse parema käe reegli või paremkeerme krui reegli järgi.

$$\vec{a} \times \vec{b} \neq \vec{b} \times \vec{a}$$

Raavo Josepson

Sissejuhatus mehhatroonikasse

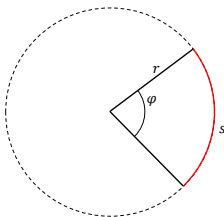
2

2

Radiaan

$$s = r\varphi$$

$$2\pi \text{ rad} = 360^\circ$$



Raavo Josepson

Sissejuhatus mehhatroonikasse

3

3

Ülesanne

Milline on kõige levinum suurus, millega kirjeldada keha pöörlemist?

Raivo Jõepeoni

Siseregulatsioonimeetoditeklass

4

4

Pöörliikumine

Kulgliikumine

Kohavektor \vec{r}

$$\text{Kiirus } \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\text{Kiirendus } \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Pöörliikumine

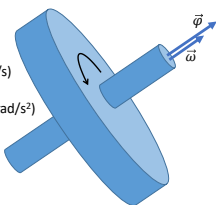
Pöördenurk φ (ühik: rad)

$$\text{Nurkkiirus } \vec{\omega} = \frac{d\varphi}{dt} \text{ (ühik: rad/s)}$$

$$\text{Nurkkiirendus } \vec{\epsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \text{ (ühik: rad/s}^2\text{)}$$

Sagedus ja periood $f = \frac{1}{T}$
(ühikud: Hz ja s)

$$\text{Nurkkiirus, periood ja sagedus } \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$



Raivo Jõepeoni

Siseregulatsioonimeetoditeklass

5

5

Ülesanne

Kuidas on suunatud nurkkiirenduse vektor?

Raivo Jõepeoni

Siseregulatsioonimeetoditeklass

6

6

Pöördliikumine

Kulgliikumine

$$\vec{a} = \text{const}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow \vec{v} = \int \vec{a} dt = \vec{a}t + \vec{v}_0$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \Rightarrow \vec{r} = \int (\vec{a}t + \vec{v}_0) dt = \frac{\vec{a}t^2}{2} + \vec{v}_0t + \vec{r}_0$$

Pöördliikumine

$$\vec{\varepsilon} = \text{const}$$

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \Rightarrow \vec{\omega} = \int \vec{\varepsilon} dt = \vec{\varepsilon}t + \vec{\omega}_0$$

$$\vec{\omega} = \vec{\omega}_0 + \vec{\varepsilon}t$$

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} \Rightarrow \vec{\varphi} = \int (\vec{\varepsilon}t + \vec{\omega}_0) dt = \frac{\vec{\varepsilon}t^2}{2} + \vec{\omega}_0t + \vec{\varphi}_0$$

$$\vec{\varphi} = \vec{\varphi}_0 + \vec{\omega}_0t + \frac{\vec{\varepsilon}t^2}{2}$$

Raivo Jaospeon

Sisegiatus mehhanika

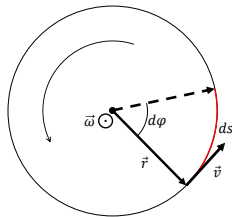
7

7

Pöördliikumine vs kulgliikumine (kiirus)

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{d\varphi r}{dt} = \omega r$$

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$



Raivo Jaospeon

Sisegiatus mehhanika

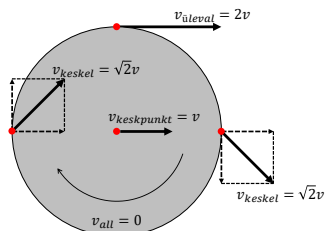
8

8

Ratta veeremine

(ratta erinevate punktide kiirused maapinna suhtes)

Ratta keskpunkti suhtes liiguvad kõik ratta servapunktid punktide kiirusega $v = \omega r = 2\pi f r$.



Raivo Jaospeon

Sisegiatus mehhanika

9

9

Ülesanne

Auto sõidab kurvis nii, et spidomeetri näit ei muutu. Kas see on kiirendusega liikumine või ei ole?

Raivo Jõepeon

Siseregularne mehhanika

10

10

Pöordliikumine vs kulgliikumine (kiirendus)

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(\vec{\omega} \times \vec{r})}{dt} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{\epsilon} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{v}$$

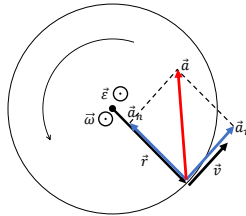
$\vec{\epsilon} \times \vec{r} = \vec{a}_t$ tangentsiaalkiirendus

$\vec{\omega} \times \vec{v} = \vec{a}_n$ normaalkiirendus

$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$ kogu kiirendus

Iseseisvalt tuletada

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



Raivo Jõepeon

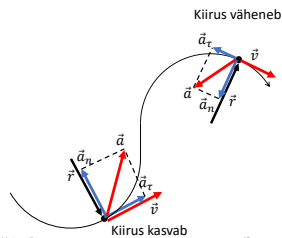
Siseregularne mehhanika

11

11

Kõverjooneline liikumine üldiselt

- Joonkiirus on alati suunatud pikki trajektoori puutujat.
- Tangentsiaalkiirendus muudab kiiruse absoluutväärtust, ei muuda suunda. On suunatud pikki trajektoori puutujat.
- Normaalkiirendus muudab kiiruse vektori suunda, ei muuda absoluutväärtust. On risti trajektoori puutujaga kurve keskpunkti poole.
- Tangentsiaal- ja normaalkiirenduse kokku annavad kogukiirenduse. Jälgida vektorite suundi.



Raivo Jõepeon

Siseregularne mehhanika

12

12

Iseseisev töö

Iseseisvalt uuesti läbi vaadata loengus käsitletud teemad ja neist aru saada.

Seejärel ära lahendada iseseisvaks lahendamiseks jäätud ülesanded.

Õpik:

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker. Füüsika põhikursus : õpik kõrgkoolile I köide. Eesti Füüsika Selts 2011 (Tallinn: Printon)
§ 4.7, 10.1-10.5
