

Sissejuhatus mehhatroonikasse EEM3010

2. nädala loeng

Raavo Josepson
raavo.josepson@ttu.ee

Õppimine (2.- 6. nädal, mehaanika)

- Enne praktikumi üle vaadata viimase loengu materjal.
 - Aine kodulehel on slaidid (isc.ttu.ee/martin).
 - Viimasel slaidil on iseseisvaks õppimiseks jäätud märksõnad ja õpiku peatükid, mida oleks soovivat läbi lugeda.
- Praktikumi võtta kaasa loengu materjal.
 - Praktikumis proovida ülesandeid ise lahendada, ilma aine kodulehelt lahendusi pilumata.
- Peale praktikumi võtta aine kodulehelt selle nädala ülesannete alt iseseisvaks lahendamiseks jäetud ülesanded (6 tk) ja need ära lahendada enne järgmise nädala loengut.

PS! Konsultatsiooni soovist palun teada anda õppejõule.

Raavo Josepson

Sissejuhatus mehhatroonikasse

2

Materjalid

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

Lisaks

- Saveljev. Füüsika üldkursus I osa, Tallinn "Valgus"
- <https://opik.fyysika.ee> (põhikooli ja keskkooli õpikud)

Veebisimulatsioonid

- <http://www.fyysika.ee/opik/>
- <http://surendranath.tripod.com/Applets.html>

Raavo Josepson

Sissejuhatus mehhatroonikasse

3

Valemid

- Valem ise
- Tähtede tähendus
- Valemite rakendatavuse piirid

Raavo Josepson

Sissejuhatus mehhatroonikasse

4

Tuletis ja integraal

Olgu meil funktsioon $y = f(x)$ näiteks $y = 5 \cdot x^2$.

Tuletis näitab muutumise kiirust.

Tähistakse $\frac{d}{dx}y = \frac{dy}{dx}$ ($= y' = \dot{y}$)

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx} 5 \cdot x^2 = 5 \cdot 2 \cdot x$$

Integraal on summa.

Tähistakse $\int y dx$

$$\int y dx = \int 5 \cdot x^2 dx = \frac{5 \cdot x^3}{3} + C$$

Raavo Josepson

Füüsika I

5

Vektorid

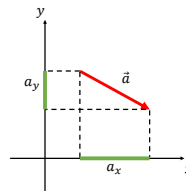
Vektoril on kaks olulist omadust:

- pikkus ehk moodul $|\vec{a}| = a$ (see on alati positiivne),
- suund.

Suuruseid a_x, a_y, a_z nimetatakse vektori projektsioonideks telgedel (võivad olla nii positiivsed kui ka negatiivsed).

$$\vec{a} = (a_x; a_y; a_z)$$

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$



Raavo Josepson

Sissejuhatus mehhatroonikasse

6

Vektori korrutamine skalaariga (arvuga)

$\vec{a} = (a_x; a_y; a_z)$
 $2\vec{a} = (2a_x; 2a_y; 2a_z)$
 $-2\vec{a} = (-2a_x; -2a_y; -2a_z)$

Raavo Joosepson Sissejuhatus mehhaanikaklasse 7

Vektorite graafiline liitmine ($\vec{a} + \vec{b}$)

Kolmnurgareegel
 Vektoreid nihutatakse nii, et iga järgmise liidetava vektori alguspunkt ühtiks eelmise liidetava vektori lõpp-punktiga. Summa on vektor, mis on tõmmatud esimese vektori alguspunktist viimase vektori lõpp-punkti.

Rööpkülilikeegel
 Vektoreid nihutatakse nii, mõlema liidetava vektori alguspunktid ühtivad. Nende peale joonistatakse rööpkülik ja summa on diagonaal, mis algab vektorite alguspunktist.

Summa vektori suund ja pikkus tuleb leida eraldi trigonomeetriseliste meetoditega. $|\vec{a} + \vec{b}| \neq |\vec{a}| + |\vec{b}|$

Raavo Joosepson Sissejuhatus mehhaanikaklasse 8

Vektorite liitmine projektsioonidega ($\vec{a} + \vec{b}$)

$\vec{a} = (a_x; a_y; a_z)$
 $\vec{b} = (b_x; b_y; b_z)$
 $\vec{a} + \vec{b} = (a_x + b_x; a_y + b_y; a_z + b_z)$

Raavo Joosepson Sissejuhatus mehhaanikaklasse 9

Vektorite lahutamine ($\vec{a} - \vec{b}$)

$\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-1) \cdot \vec{b}$

$\vec{a} = (a_x; a_y; a_z)$
 $\vec{b} = (b_x; b_y; b_z)$
 $(-1) \cdot \vec{b} = (-b_x; -b_y; -b_z)$
 $\vec{a} - \vec{b} = (a_x - b_x; a_y - b_y; a_z - b_z)$

Raavo Joosepson Sissejuhatus mehhaanikaklasse 10

Kuidas iseloomustada keha asukohta liikumisel? Kohavektor, nihkevektor, trajektor

Kohavektor on vektor, mis on tõmmatud koordinaatide alguspunktist antud punkti.
 Vektorid $\vec{r}_1 = (x_1; y_1; z_1)$ ja $\vec{r}_2 = (x_2; y_2; z_2)$ on punktide P_1 ja P_2 kohavektorid.
Nihkevektor on vektor, mis on tõmmatud liikumise alguspunktist liikumise lõpp-punkti.
 $\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$
Trajektor on tee, mille keha läbib liikudes ühest punktist teise.

Raavo Joosepson Sissejuhatus mehhaanikaklasse 11

Ülesanne

Robot liikus 5,0 m sirgjooneliselt ja keeras seejärel 90° paremale ja liikus veel 2,0 m sirgjooneliselt. Kui kaugel on robot algpunktist?

Raavo Joosepson Sissejuhatus mehhaanikaklasse 12

Kuidas iseloomustada keha liikumist? Kiirus ja kiirendus

Liikumiseks $\Delta \vec{r}$ võrra kulub aeg Δt ja selle aja jooksul muutub kiirus $\Delta \vec{v}$ võrra.

Keskmine kiirus

$$\vec{v}_{kesk} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{Kogu nihe jagatud niheks kulunud ajaga.}$$

Hetk kiirus

$$\vec{v}_{hetk} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \text{See on ka kiiruse definitsiooni valem.}$$

SI süsteemis on kiiruse ühikuks m/s .

Keskmine kiirendus

$$\vec{a}_{kesk} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \text{Kogu kiiruse muutus jagatud selleks kulunud ajaga.}$$

Hetk kiirendus

$$\vec{a}_{hetk} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \text{See on ka kiirenduse definitsiooni valem.}$$

SI süsteemis on kiirenduse ühikuks m/s² .

Ülesanne

Keha liikumisvõrrandid on $x=1,0t^3$ ja $y=2,0t$ (SI ühikud). Leida keha kiirus ja kiirendus ajahetkel $t=2,0$ s.

Konstantse kiirendusega liikumine

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

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow \vec{v} = \int \vec{a} dt = \vec{a}t + \vec{c}_1$$

$\vec{c}_1 = \vec{v}_0$, kui $t = 0$. Seega \vec{c}_1 on algkiirus ehk kiirus ajahetkel 0 ja tähistame selle \vec{v}_0 .

$$\vec{v} = \vec{a}t + \vec{v}_0$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \Rightarrow \vec{r} = \int \vec{v} dt = \int (\vec{a}t + \vec{v}_0) dt = \frac{\vec{a}t^2}{2} + \vec{v}_0t + \vec{c}_2$$

$\vec{c}_2 = \vec{r}$, kui $t = 0$. Seega \vec{c}_2 on algkoordinaat ehk keha asukoht ajahetkel 0 ja tähistame selle \vec{r}_0 .

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

Lisaks on kasulik teada: $s = \frac{v_{\text{õpp}} - v_{\text{alg}}}{2a}$ (tuletada iseseisvalt)

Iseseisev töö

Iseseisvalt uuesti läbi vaadata loengus käsitletud teemad ja õpikust juurde õppida:

- ühikvektorid,
- liikumise graafiline analüüs,
- visatud keha liikumine ja selle analüüs.

Seejärel ära lahendada iseseisvaks lahendamiseks jäätud ülesanded (seminari slaidid).

Õpik:

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker. Füüsika põhikursus : õpik kõrgkoolile I köide. Eesti Füüsika Selts 2011. (Tallinn: Priton)

§ 2.1-2.10, 3.1-3.7, 4.1-4.6