

Impulssi ja liikemäärä

- Pudotetaan pallo voima-anturille/törmäytetään vaunuradalla vaunu voima-anturiin.

Mitataan törmäyksessä vaikuttavaa voimaa ajan funktiona. Mitä havaitaan?

→ Palloon vaikuttava voima ei ole vakio

- Voidaanko tästä koordinaatistoesityksestä hyötyä jotenkin? Palataan tähän myöhemmin...

- Fysiikassa liikemäärä määritellään massan ja nopeuden tulona. Liikemäärä on vektorisuure

$$p=mv$$

- Liikemäärän säilyminen havaittiin jo 1600-luvulla tehdyissä törmäyskokeissa.

- Miten tämä liittyy (t,F)-koordinaatistoon?

→ Kappaleeseen vaikuttaa nolasta poikkeava kokonaisvoima, joten otetaan lähtökohdaksi Newtonin II laki

Huom: Seuraavat tulokset kirjoitettu skalaarimuotoon vaikka ovat vektorisuureita

$$F=ma=m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}=m \cdot \frac{v_2-v_1}{\Delta t}$$

$$F=m \cdot \frac{v_2-v_1}{\Delta t}$$

$$F \cdot \Delta t=m(v_2-v_1)=\Delta p$$

Eli siis voiman ja sen vaikutusajan tulo on yhtä suuri kuin kappaleen liikemäärän muutos

Tuloa $F \cdot \Delta t$ nimitetään impulssiksi joten voidaan kirjoittaa

$$I=\Delta p$$

- Vastaus tunnin alun kysymykseen:
(t, F)-koordinaatistossa kuvaajan ja koordinaattiakselin

väliin jäävä fysikaalinen pinta-ala kertoo kappaleen liikemäärän muutoksen.

Vinkki: Tätä tulee käyttää usein tehtävissä, joissa on annettu lähtötietona törmäyksen kesto.

Huom: Näissäkin tehtävissä kannattaa piirtää voimakuvio.

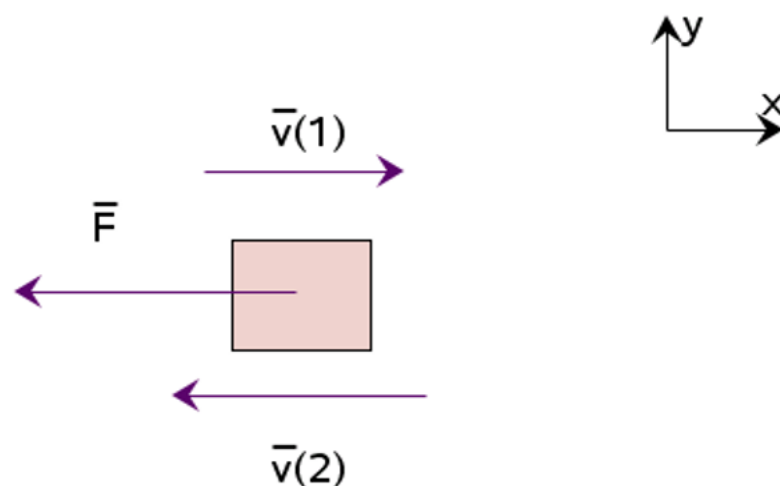
Esim. 15–10

$$v(1)=27 \text{ m/s}$$

$$v(2)=41 \text{ m/s}$$

$$t=3.0 \text{ ms}$$

$$m=0.024\text{kg}$$



$$F=?$$

$$F \cdot \Delta t = \Delta p$$

$$F \cdot \Delta t = mv_2 - mv_1$$

$$F = \frac{mv_2 - mv_1}{\Delta t} = \frac{0.024 \text{ kg} \cdot \left(-41 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) - 0.024 \text{ kg} \cdot \left(27 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}{3.0 \cdot 10^{-3} \text{ s}}$$

$$= -544 \text{ N}$$

V: -0.54 kN ja suunta alkuperäiselle suunnalle vastakkainen

Esim. 15-9

(F, t) -koordinaatistossa impulssi saadaan fysikaalisesta pinta-alasta.

$$i = \frac{45 \cdot 10^{-3} \cdot \text{s} \cdot 110 \cdot \text{N}}{2} \rightarrow i = 2.475 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

Toisaalta impulsi on liikemäärän muutos eli

$$I = \Delta p = mv_2 - mv_1. \text{ Nuolen nopeus alussa on } 0 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ joten}$$

$$I = mv_2$$

$$v_2 = \frac{I}{m} = \frac{2.475 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}}{0.036 \text{ kg}} \approx 69 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tehtävät: 15-6, 15-7, 15-8, 15-13, 15-16

$$v(1) = 27 \text{ m/s}$$

$$v(2) = 41 \text{ m/s}$$

$$t = 3.0 \text{ ms}$$

$$m = 0.024 \text{ kg}$$

