

VUOROVAIKUTUS JA VOIMA



Isaac Newton
1642-1727

Voiman tunnus: F

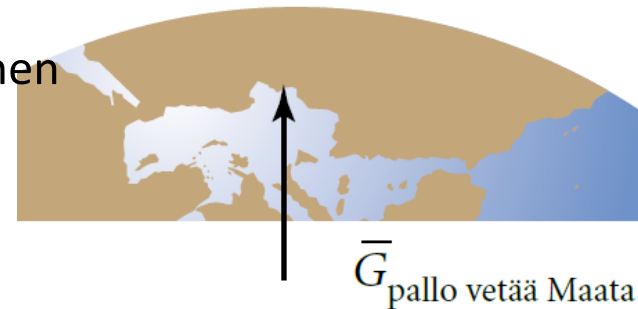
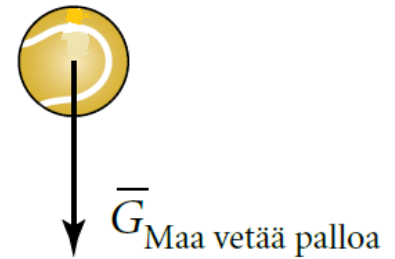
Voiman yksikkö: $1 \text{ N (newton)} = 1 \text{ kgm/s}^2$

Vuorovaikutus=> Voima

Miten Maa ja Kuu vaikuttavat toisiinsa?

Pesäpallon ja Maan välinen gravitaatiovuorovaikutus (painovoima) ilmenee siten, että ...

- Palloon kohdistuu voima, joka vetää sitä Maata kohti
- Maahan kohdistuu yhtä suuri mutta vastakkaissuuntainen voima, joka vetää Maata pesäpalloa kohti



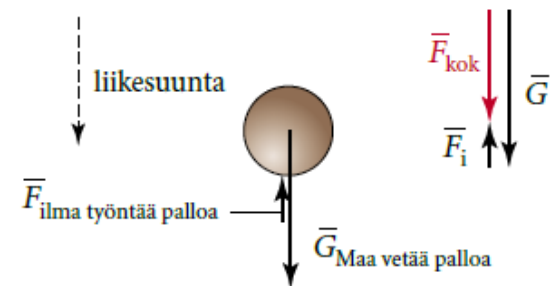
Voiman ja vastavoiman laki eli Newtonin III laki:
Kahden kappaleen vuorovaikuttaessa kappaleisiin kohdistuu yhtä suuret mutta vastakkaissuuntaiset voimat. Voima ja vastavoima vaikuttavat eri kappaleisiin.

Esim. pallon pudotessa Maan ilmakehässä Maan vetovoima ja ilmanvastus eivät ole voima-vastavoimapari. Miksi?

Voimakuvioon piirretään kaikki tarkasteltavaan kappaleeseen vaikuttavat voimat. (ks. kuva curlingkivistä s. 80)

Mitkä voimat vaikuttavat keihääseen sen irrottua kädestä?

Kappaleen liikkeeseen vaikuttaa voimien yhteisvaikutus eli **kokonaisvoima**.



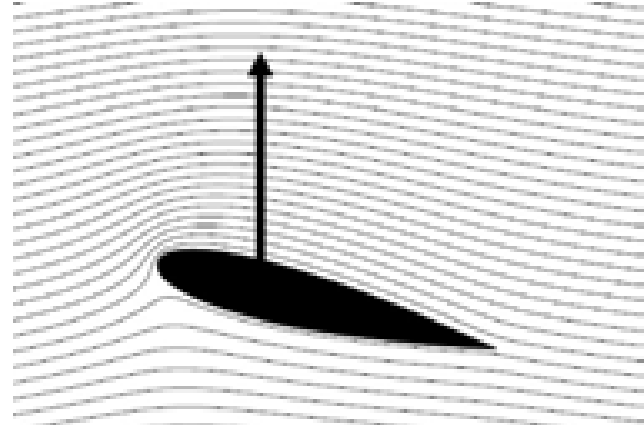
Voiman ja vastavoiman laki selittää lentämisen ja raketin



Otto von Lilienthal, lentämisen pioneeri

Lentokoneen tai linnun siipi, helikopterin roottori, lentokoneen potkuri, leija ym. :

- Kallistettu siipi sysää ilmavirtauksen alaspäin
- Siipi saa itse yhtä suuren sysäyksen ylöspäin
- => Nostovoima
- Myös siiven muoto vaikuttaa ilmavirran suunnan muutokseen



Raketti:

- Rakettimoottorin tuottama voima kiihdyttää palokaasut suureen nopeuteen
- Vastavoima työntää rakettia



Voima muuttaa liikettä

- Katso Boltin juoksu klikkaamalla kuvaa.
- Kokeile [simulaatiota!](#)
- Kun pikajuoksija ponnistaa juoksuun telineistään, juoksijan liike kiihtyy muutamassa sekunnissa n. 40 km/h vauhtiin
- Kiihtyvyys on *suoraan* verrannollinen kiihdyttävän voiman F suuruuteen
- Kiihtyvyys on *kääntäen* verrannollinen kiihdytettävän massan m suuruuteen



Newtonin II laki (dynamiikan peruslaki, liikeyhtälö):

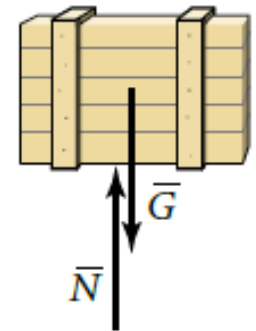
$$a = \frac{F}{m} \quad \text{eli} \quad F = ma$$

Huomaa että voima F tarkoittaa edellä kappaleeseen vaikuttavaa kokonaisvoimaa. Usein kaava esitetäänkin muodossa $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, missä viivat $\sum$ -merkki tarkoittaa voimien summausta ja $\vec{}$ vektorisuuretta.

Entä jos voimat kumoavat toisensa?

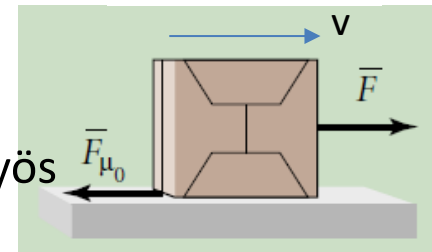
Oheiseen laatikkoon vaikuttaa kuvan mukaan painovoima G ja sille vastakkaiseen suuntaan yhtä suuri tukivoima N (esim. varastohyllyn laatikkoon kohdistama voima).

Newtonin toisen lain mukaan $a = \frac{F}{m}$. Koska voimien summa $F = 0$, laatikon kiihtyvyys $a = 0$ (itsestään selvää!?), eikä se lähde liikkeelle.



Alemmassa kuvassa liikkuu pakkaus, johon vaikuttavat liikkeen suunnassa voima F ja vastakkaisessa suunnassa kitkavoima F_{μ} .

Tässäkin tapauksessa voimien summa on nolla ja siten kiihtyvyys myös on nolla, mutta kappale jatkaa pysähtymättä tasaista liikettä.



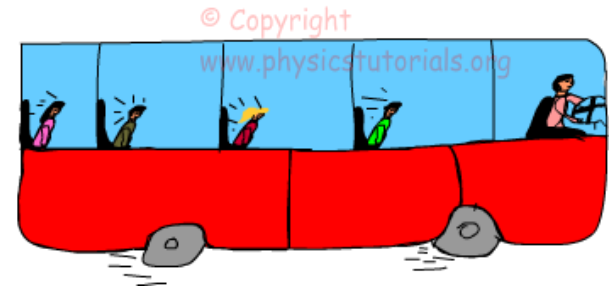
Newtonin I laki (jatkavuuden laki):

Jos kappaleeseen ei vaikuta voimia tai kokonaisvoima $= 0$, kappale jatkaa tasaista suoraviivaista liikettä (tai ei liiku).

- Miksi pyörimään laitettu pallo pysähtyy ennen pitkää?
- Miksi kaukaiselle planeetalle lähetetty luotain tarvitsee mukaansa paljon polttoainetta?
- Mitä tapahtuisi, jos gravitaatiovuorovaikutus häviäisi?

Massan hitaus eli inertia

Newton I: kappale pyrkii jatkamaan tasaista liikettä



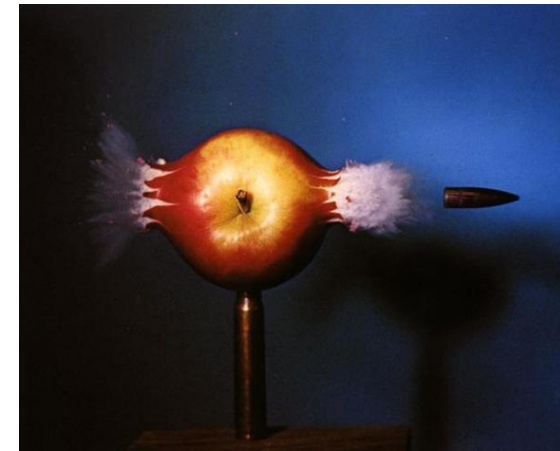
- Massa kuvaa kappaleen *hitautta*: mitä suurempi massa, sen suurempi voima tarvitaan kappaleen liikkeen muuttamiseksi
- Kahden kappaleen vuorovaikuttaessa raskaan kappaleen nopeus muuttuu vähemmän kuin kevyemmän.

Perusteltavissa Newton laeilla:

- Newtonin III laki: kumpaankin kappaleeseen vaikuttaa yhtä suuri voima
- Newtonin II laki: $a = \frac{F}{m} \Rightarrow$ suurimassaisen nopeus muuttuu vähemmän

Vertaa vuorovaikutuksen seurauksia:

- Maa ja pesäpallo?
- Maan ja Kuun keskinäinen liike ?
- Linnun/hirven ja henkilöauton törmäys?



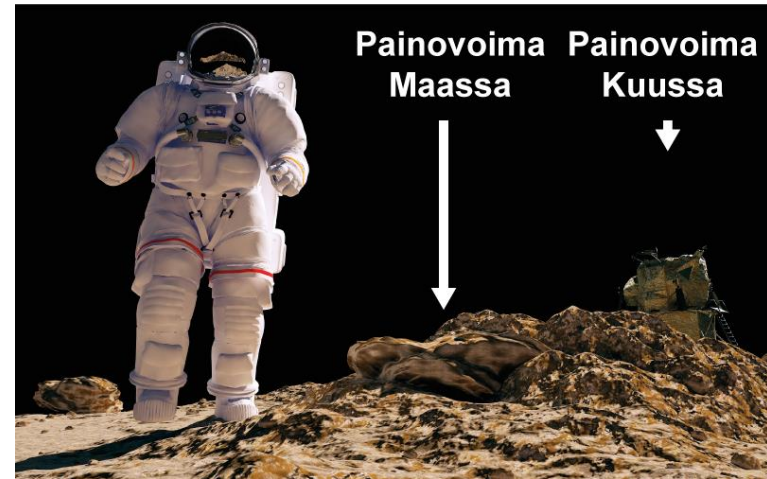
Paino (painovoima)

- **Paino** tarkoittaa fysiikassa **voimaa**, jolla esim. Maa vetää puoleensa kappaletta

$$G = mg$$

missä g = putoamiskiihtyvyys = $9,81 \text{ m/s}^2$

- Esim. [avaruuspuvun massa](#) on n. 140 kg.
Maassa 80 kg astronautti pukuineen painaa



$$140 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1370 \text{ kg m/s}^2 \approx 1400 \text{ N}$$

- Kuun pinnalla sama astronautti painaa pukuineen vain

$$220 \text{ kg} \times 1,62 \text{ m/s}^2 \approx 360 \text{ N}$$

