

Liike

Tasainen liike

- Kappale kulkee saman mittaisilla aikaväleillä yhtä pitkät matkat.

$$v = \frac{s}{t}$$

v = keskinopeus

s = matka

t = aika

- Nopeus on vektorisuure eli sillä on suuruuden lisäksi suunta.
- Yksikkö SI – järjestelmässä m/s.

Tasainen nopeus

Esim. Ukonilmalla salaman välähdyksen ja jyrähdyksen välinen aika oli 3s. Kuinka kaukana ukonilma oli havaintopaikasta? Äänen nopeus ilmassa on 340 m/s.

Ratk. $v = \frac{s}{t}$, ratkaistaan tästä matka: $s = t \cdot v$.

Sijoitetaan $t = 3\text{s}$, $v = 340 \text{ m/s}$:

$$s = 3\text{s} \cdot 340 \text{ m/s} = 1020 \text{ m} \approx 1,0 \text{ km}$$

Vastaus: 1,0 km

Yksikkömuunnokset

- Kuinka muutetaan km/h \rightarrow m/s ja päinvastoin?
 - km/h \rightarrow m/s jaetaan 3,6:lla
 - m/s \rightarrow km/h kerrotaan 3,6:lla
- Perustellaan näistä ensimmäinen:

$$\frac{1km}{1h} = \frac{1000m}{3600s} = \frac{1m}{3,6s} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{m}{s}$$

Yksikkömuunnokset

- Perustelu muutokselle m/s → km/h:

$$\frac{1m}{1s} = \frac{0,001km}{(1:60):60h} = 3,6km/h$$

- Muunnettaessa isommasta yksiköstä pienempään → jaetaan
- Pienemmästä isompaan → kerrotaan

Esimerkkejä

1. Ulkona tuulee nopeudella 8,0 m/s. Ilmoita tulos nopeuden yksikkönä m/s.

Ratk. $8 \text{ m/s} \cdot 3,6 = 28,8 \text{ km/h} \approx 29 \text{ km/h}$

2. Antilooppi pystyy juoksemaan nopeudella 90 km/h. Ilmoita antiloopin nopeus m/s.

Ratk. $90 \text{ km/h} : 3,6 = 25 \text{ m/s}$

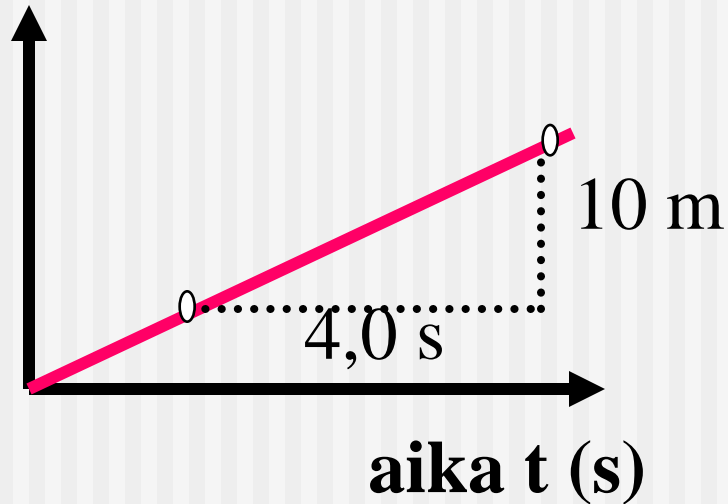
Muunna

- $250 \text{ km/h} = 69,4 \text{ m/s}$
- $540 \text{ km/h} = 150 \text{ m/s}$
- $1500 \text{ m/s} = 5400 \text{ km/h}$
- $340 \text{ m/s} = 1224 \text{ km/h}$

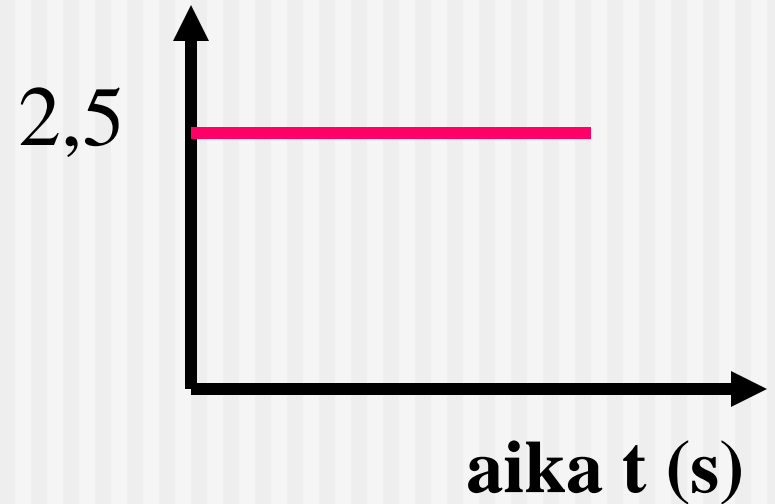
TASAINEN LIIKE KOORDINAATISTOSSA

- Nopeus pysyy koko ajan samana

matka s (m)



nopeus v (m/s)



$$\text{nopeus} = \frac{\text{matka}}{\text{aika}} = \frac{10 \text{ m}}{4,0 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}$$

Keskinopeus

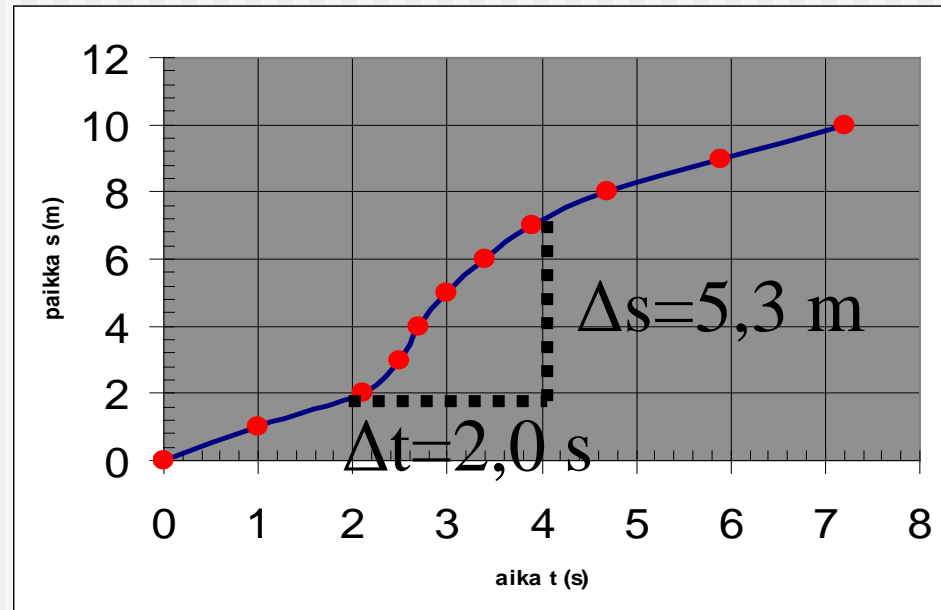
- Liike on harvemmin tasaista
- Nopeus vaihtelee
- Keskinopeus voidaan määrittää (t,s)-koordinaatistosta katsomalla tietyllä aika välillä kuljettu matka

$$v_k = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Δ = muutos

Keskinopeus välillä 2,0s....4,0s

t/s	s/m
0,0	0,0
1,0	1,0
2,1	2,0
2,5	3,0
2,7	4,0
3,0	5,0
3,4	6,0
3,9	7,0
4,7	8,0
5,9	9,0
7,2	10,0



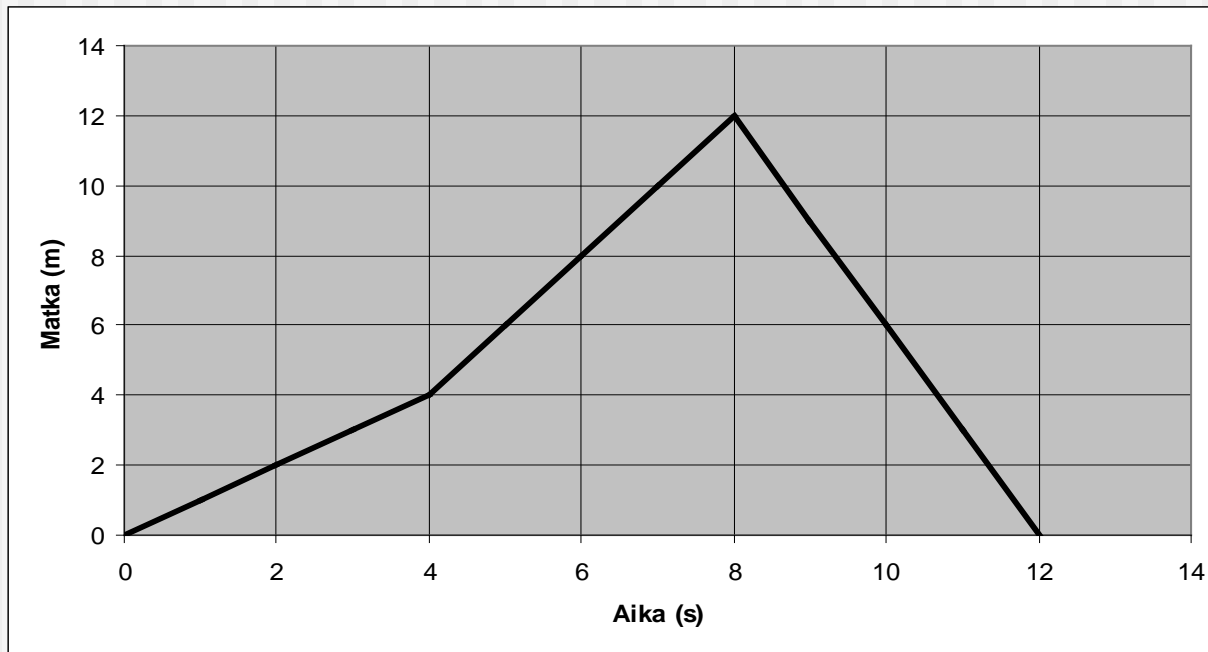
$$\text{Keskinopeus } v = \frac{\text{matka}}{\text{aika}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{5,3 \text{ m}}{2,0 \text{ s}} \approx 2,7 \text{ m/s}$$

Tehtävä 1

Esim. Leikkijuna liikkuu hitaasti pitkin suoraa rataosuutta. Kuvaaja esittää sen paikkaa ajan funktiona. Määritä keskinopeus

- a) koko matkaosuudella
- b) neljän ensimmäisen sekunnin aikana
- c) aikavälillä 4,0s...8,0s
- d) aikavälillä 8,0s...12,0s

Kuvaaja



Ratkaisu

$$\text{a) } v_k = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta s = 0 \text{ m} \\ \Delta t = 12 \text{ s} \end{array} \right.$$

$$v_k = \frac{0 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 0 \text{ m/s}$$

$$\text{b) } v_k = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta s = 4 \text{ m} \\ \Delta t = 4 \text{ s} \end{array} \right.$$

$$v_k = \frac{4 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$$

$$\text{c) } v_k = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta s = 8 \text{ m} \\ \Delta t = 4 \text{ s} \end{array} \right.$$

$$v_k = \frac{8 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$$

$$\text{d) } v_k = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta s = -12 \text{ m} \\ \Delta t = 4 \text{ s} \end{array} \right.$$

$$v_k = \frac{-12 \text{ m}}{4 \text{ s}} = -3 \text{ m/s}$$

Tehtävä 2

Helsingin ja Hämeenlinnan välimatka on 98km. Viikonlopun ruuhkajono etenee moottoritiellä keskinopeudella 105 km/h. Autoilija päättää ajaa suurinta sallittua nopeutta 120 km/h.

- a) Kuinka paljon muuta liikennettä aikaisemmin hän on perillä?
- b) Kuinka kaukana jono on tällöin määränpäästä?
- c) Millä nopeudella on ajettava, jotta perille ehdittäisiin 10 minuuttia ennen ruuhkajonoa? Onko nopeus tällöin laillinen?

Ratkaisu

$$a) v = \frac{s}{t} \Leftrightarrow t = \frac{s}{v}$$

$$t_1 = \frac{s}{v_1} \quad \left| \begin{array}{l} s = 98 \text{ km} \\ v_1 = 105 \text{ km/h} \end{array} \right.$$

$$t_1 = \frac{98 \text{ km}}{105 \text{ km/h}} \approx 0,933 \text{ h} = 56 \text{ min}$$

$$t_2 = \frac{s}{v_2} \quad \left| \begin{array}{l} s = 98 \text{ km} \\ v_2 = 120 \text{ km/h} \end{array} \right.$$

$$t_2 = \frac{98 \text{ km}}{120 \text{ km/h}} \approx 0,817 \text{ h} = 49 \text{ min}$$

$$t_1 - t_2 = 7 \text{ min}$$

b) Ratkaistaan, kuinka pitkän matkan jono kulkee 7 min aikana.

$$v = \frac{s}{t} \Leftrightarrow s = t \cdot v \quad \left| \begin{array}{l} t = 7 \text{ min} = 0,1666... \text{ h} \\ v = 105 \text{ km/h} \end{array} \right.$$

$$s = 0,1666... \text{ h} \cdot 105 \text{ km/h} = 12,25 \text{ km} \approx 12 \text{ km}$$

$$c) v = \frac{s}{t} \quad \left| \begin{array}{l} s = 98 \text{ km} \\ t = 46 \text{ min} = 0,7666... \text{ h} \end{array} \right.$$

$$v = \frac{98 \text{ km}}{0,7666... \text{ h}} \approx 128 \text{ km/h}$$

Nopeus ei ole laillinen!

Tehtävä 3

- Moni autoilija ajattelee, että kun ajaa menomatkalla nopeudella 60 km/h ja paluumatkalla nopeudella 100 km/h, niin keskinopeus koko matkalla on 80 km/h. Onko näin?
- Laske todellinen keskinopeus.
- Missä tilanteessa keskinopeus saadaan nopeuksien keskiarvona?

Ratkaisu

a) Ratkaistaan keskinopeus koko matkalla.

s = matka yhteen suuntaan

$s_{\text{kok}} = 2s$ = koko matka

t_1 = menomatkkaan käytetty aika

t_2 = paluumatkkaan käytetty aika

$t_{\text{kok}} = t_1 + t_2$ = kokonaisaika

$v_1 = 60 \text{ km/h}$

$v_2 = 100 \text{ km/h}$

$v_{\text{kok}} = ?$

$$\begin{aligned} v_{\text{kok}} &= \frac{s_{\text{kok}}}{t_{\text{kok}}} = \frac{2s}{t_1 + t_2} = \frac{2s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2}} = \frac{2s}{\frac{s}{60} + \frac{s}{100}} = \frac{2s}{\frac{5s}{300} + \frac{3s}{300}} = \frac{2s}{\frac{8s}{300}} \\ &= \frac{2s \cdot 300}{8s} = 75 \text{ km/h} \neq 80 \text{ km/h} \end{aligned}$$

Ratkaisu jatkuu...

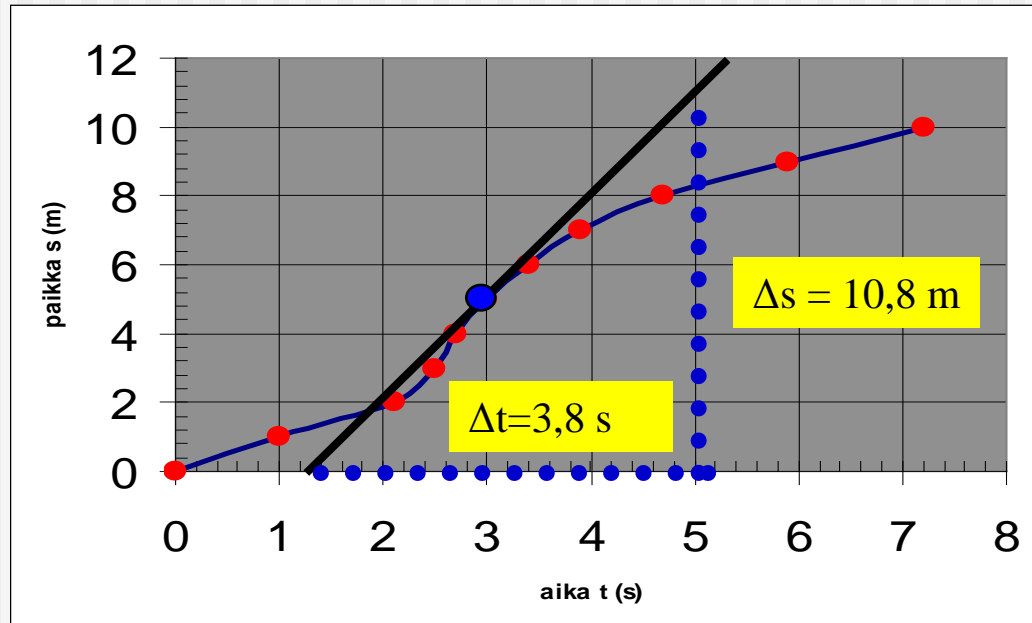
- Nopeus saadaan nopeuksien keskiarvona, jos tilanne olisi esimerkiksi sellainen, että ensin ajetaan tunti nopeudella 60 km/h ja sen perään toinen tunti nopeudella 100 km/h. Toimii siis aikayksikköä kohden!

Hetkellinen nopeus

- Kuinka määritetään muuttuvasta liikkeestä nopeus jollain tietyllä ajanhetkellä?
- Graafisesti derivoimalla: Piirretään käyrää sivuava tangentti tarkasteltavaan kohtaan ja lasketaan tangentin kulmakerroin.
- Voidaan määrittää myös laskemalla (derivaatan) avulla, mutta sitä ei käsitellä tässä kurssissa.

Hetkellinen nopeus hetkellä $t=3,0\text{ s}$

t/s	s/m
0,0	0,0
1,0	1,0
2,1	2,0
2,5	3,0
2,7	4,0
3,0	5,0
3,4	6,0
3,9	7,0
4,7	8,0
5,9	9,0
7,2	10,0

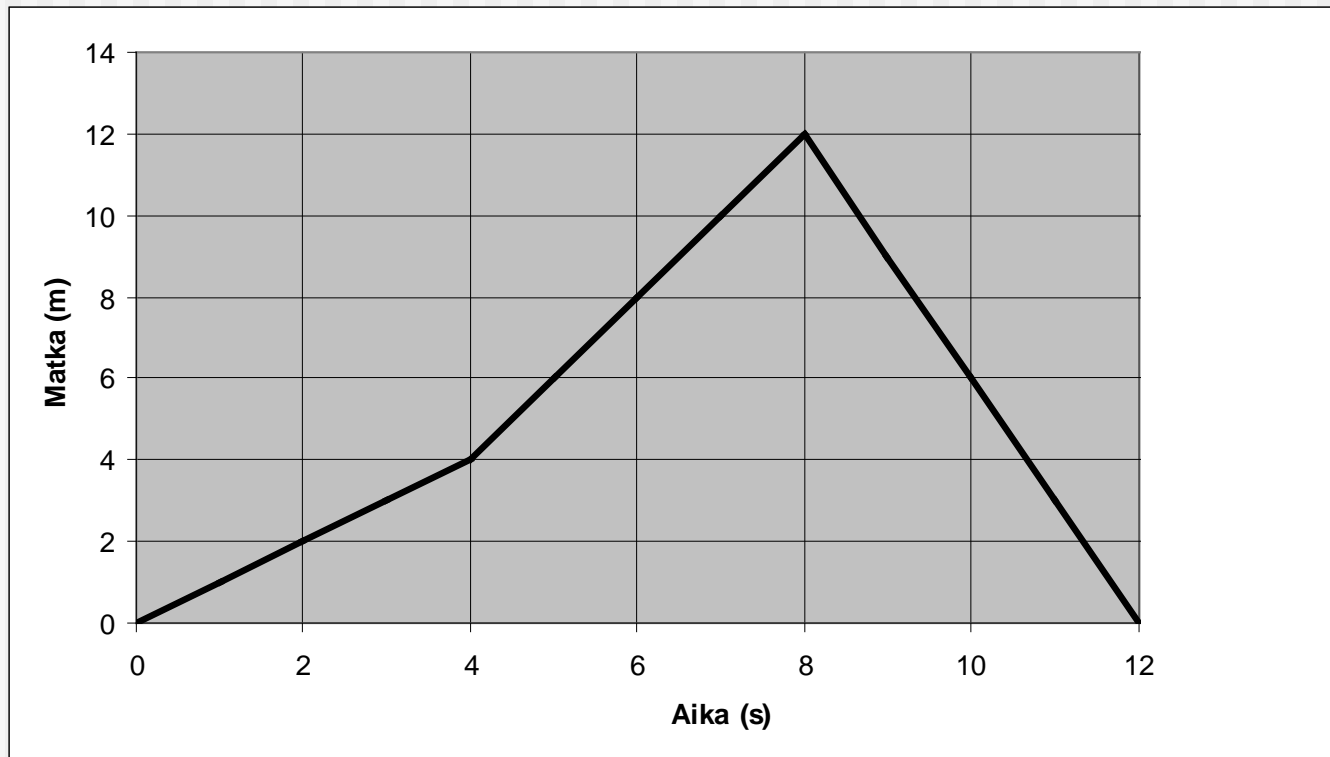


Piirretään tangentti (sivuaja) kohtaan $t=3,0\text{ s}$
ja lasketaan **kulmakerroin**

$$\text{Kohdassa } t=3,0\text{ s hetkellinen nopeus} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{10,8\text{ m}}{3,8\text{ s}} \approx 2,8\text{ m/s}$$

Tehtävä

Määritä leikkijunan tapauksessa hetkellinen nopeus hetkellä $t = 10$ s.



Ratkaisu

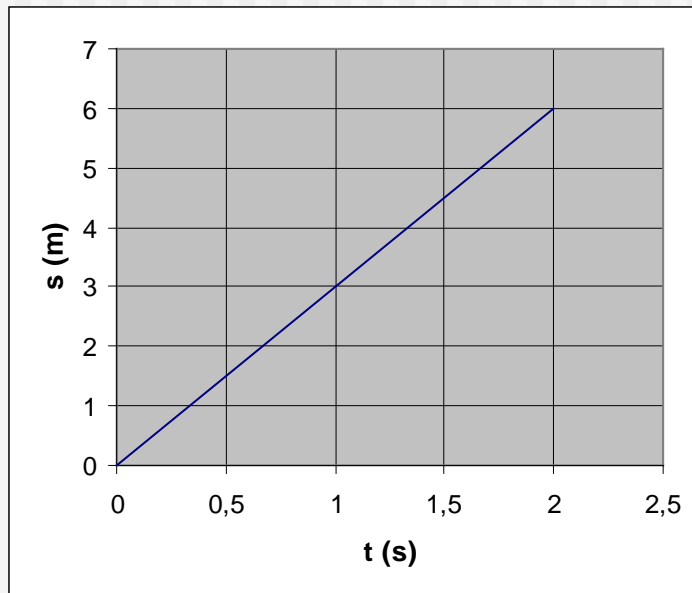
- Suoralta hetkellisen nopeuden määrittäminen on helppoa, sillä suoran tangentti=suora itse.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \left| \begin{array}{l} \Delta s = -12m \\ \Delta t = 4s \end{array} \right.$$

$$v = \frac{-12m}{4s} = -3m/s$$

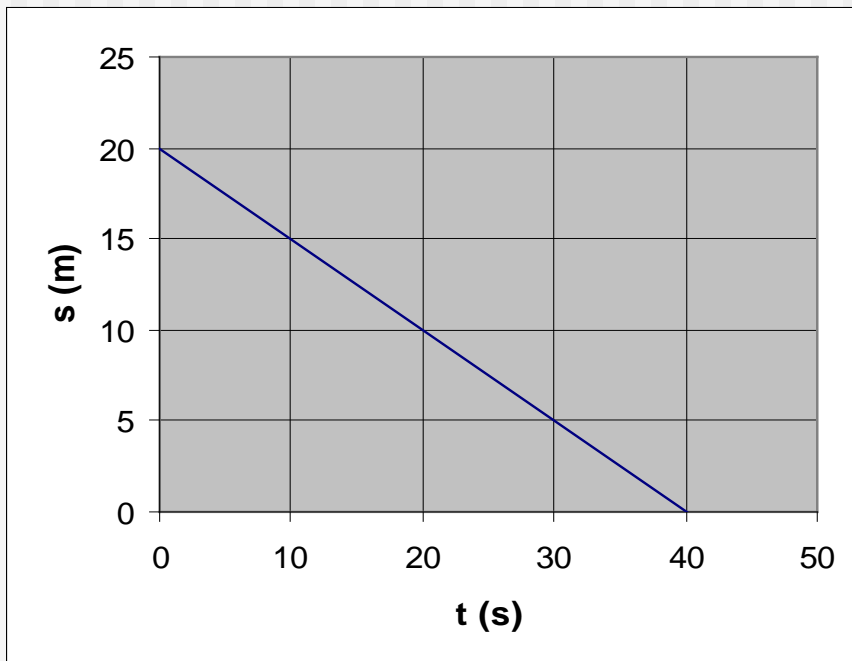
Tehtäviä

1. Kuvat esittävät kappaleen liikettä, määritä kussakin tapauksessa kappaleen nopeus.



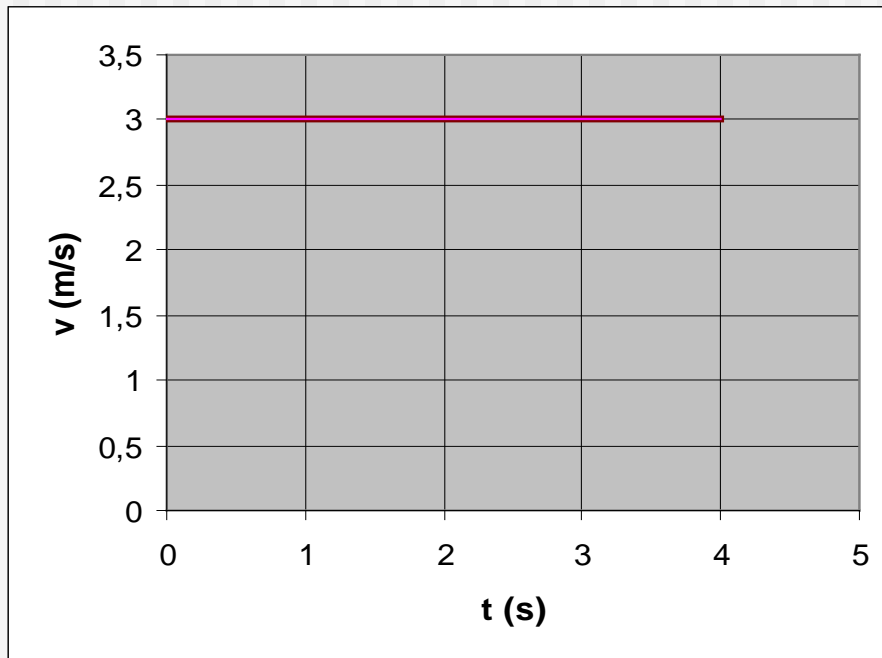
$$v = 3 \text{ m/s}$$

Tehtäviä



$$v = -0,5 \text{ m/s}$$

Tehtäviä



(t, v) -koordinaatisto
→ v saadaan suoraan

$$v = 3 \text{ m/s}$$

Tehtäviä

2. Silmänräpäyksen kesto on likimain 100 ms. Kuinka pitkän matkan kulkee tuona aikana valo?

$$v = \frac{s}{t} \Leftrightarrow s = t \cdot v \quad \left| \begin{array}{l} t = 100ms = 0,1s \\ v = 3,0 \cdot 10^8 m/s \end{array} \right.$$

$$s = 0,1s \cdot 3,0 \cdot 10^8 m/s = 30000km$$

Tehtäviä

3. Jääkiekkoilija lyö kiekon 14 metrin etäisyydeltä kohti maalia nopeudella 160 km/h. Kuinka paljon maalivahdille jää aikaa toimia?

$$t = \frac{s}{v} \quad \left| \begin{array}{l} s=14\text{m} \\ v=160\text{km/h}=44,4\dots\text{m/s} \end{array} \right.$$

$$t = 0,315\text{s} = 315\text{ms}$$

Kiihtyvä liike

- Kiihtyvyys kuvaa nopeuden muutosta
- Keskikiihtyvyys = nopeuden keskimääräinen muutos jollain tietyllä aikavälillä

$$a_k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Δv = nopeuden muutos
 Δt = kulunut aika

Kiihtyvä liike

- Kiihtyvyyden yksikkö on m/s^2
- Myös kiihtyvyys on vektorisuure.
 - positiivinen etumerkki \rightarrow nopeus kasvaa (= kiihtyvyys)
 - negatiivinen etumerkki \rightarrow nopeus pienenee (= hidastuvuus)
- Liike on kiihtyvää myös silloin, kun nopeuden suuruus ei muutu, mutta suunta muuttuu! Keksitkö tilanteita, joissa tämä tulee ilmi?
 - Auton ajaminen kaarteessa.

Kiihtyvä liike

Esim. Auto kiihdyttää pysähdyksestä nopeuteen 100 km/h. Aikaa kului 11,8 s. Laske auton kiihtyvyys.

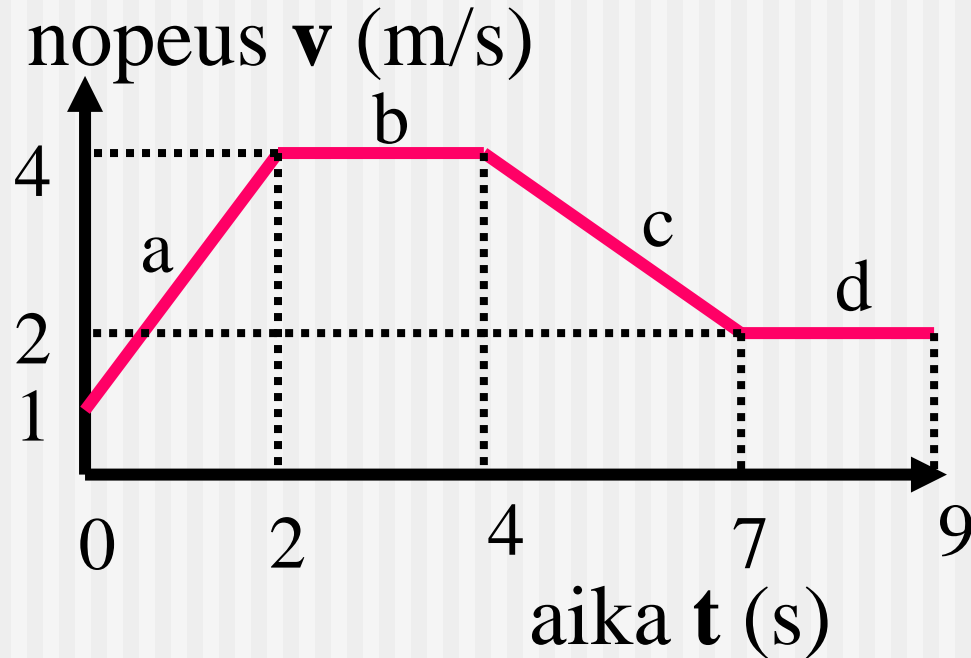
Ratk. 100 km/h : 3,6 \approx 27,8 m/s

$$a_k = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a_k = \frac{27,8 \text{ m/s}}{11,8 \text{ s}} \approx 2,35 \text{ m/s}^2$$

Vastaus: 2,35 m/s²

KIIHTYVÄ JA HIDASTUVA LIIKE KUVAAJASSA



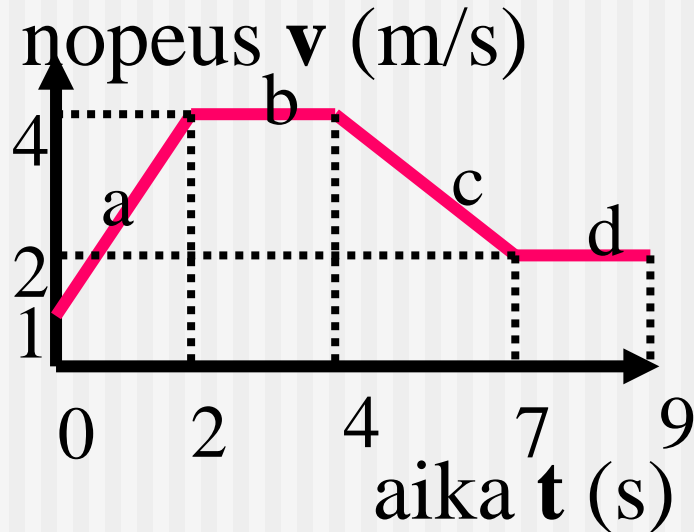
a: tasaisesti kiihtyvä liike, $1 \text{ m/s} \rightarrow 4 \text{ m/s}$

b: tasainen liike, nopeus on 4 m/s

c: tasaisesti hidastuva liike, $4 \text{ m/s} \rightarrow 2 \text{ m/s}$

d: tasainen liike, nopeus 2 m/s

KIIHTYVÄ JA HIDASTUVA LIIKE KUVAAJASSA



$$\text{a: kiihtyvyys} = \frac{4 \text{ m/s} - 1 \text{ m/s}}{2 \text{ s} - 0 \text{ s}} = \frac{3 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{c: kiihtyvyys} = \frac{2 \text{ m/s} - 4 \text{ m/s}}{7 \text{ s} - 4 \text{ s}} = \frac{-2 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = -0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Tehtäviä

1. Kiihtdytysautokisassa on dragsterilla saavutettu parhaimmillaan 3,72 sekunnissa nopeus 631,6 km/h. 1950-luvulla saavutettiin rakettimoottorilla varustetulla kelkalla 0,04 sekunnissa nopeus 116,6 km/h. Kummassa tapauksessa kiihtyvyys oli suurempi?

Ratk.

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta v = 631,6 \text{ km/h} = 175,44 \dots \text{ m/s} \\ t = 3,72 \text{ s} \end{array} \right.$$

$$a_1 = \frac{175,44 \dots \text{ m/s}}{3,72 \text{ s}} \approx 47,2 \text{ m/s}^2$$

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta v = 116,6 \text{ km/h} = 32,388 \dots \text{ m/s} \\ t = 0,04 \text{ s} \end{array} \right.$$

$$a_1 = \frac{32,388 \dots \text{ m/s}}{0,04 \text{ s}} \approx 810 \text{ m/s}^2$$

vast: 50-luvun kelkassa

Tehtäviä

2. Saalistavan kalkkarokäärmeen pää pystyy saavuttamaan kiihtyvyyden 50 m/s^2 käärmeen iskiessä kiinni saaliiseensa. Kuinka nopeasti auto saavuttaisi samalla kiihtyvyydellä nopeuden 50 km/h ?

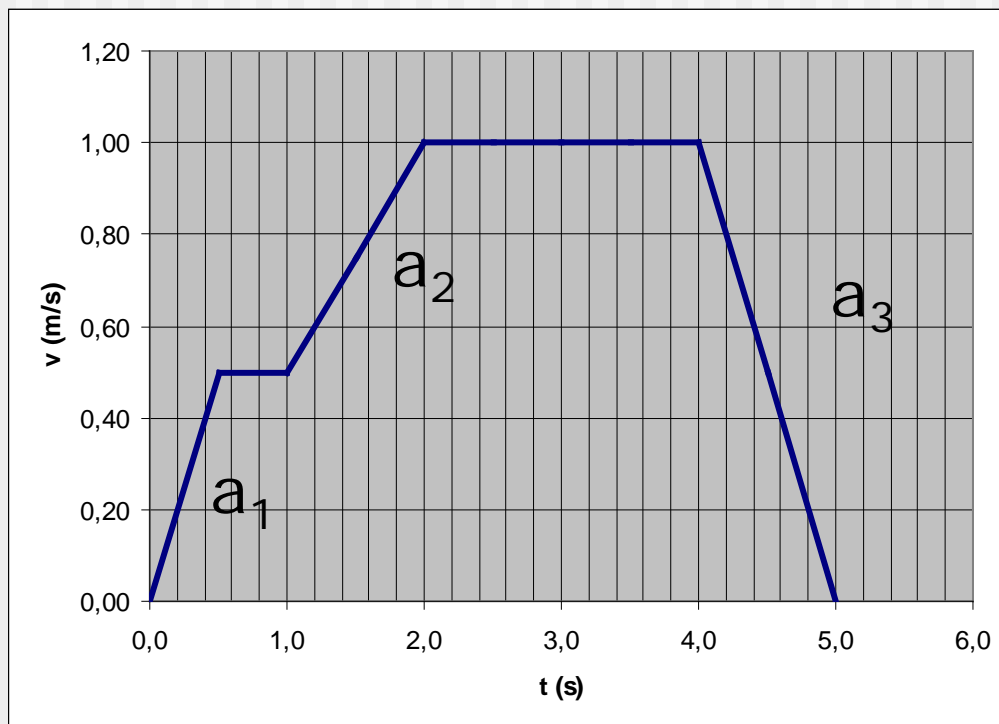
Ratk.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow t = \frac{\Delta v}{a} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta v = 50 \text{ km/h} = 13,88... \text{ m/s} \\ a = 50 \text{ m/s}^2 \end{array} \right.$$

$$t = \frac{13,88... \text{ m/s}}{50 \text{ m/s}^2} \approx 0,28 \text{ s}$$

Tehtäviä

3. Oheinen kuvaaja esittää kerrostalon hissien liikettä hissien kulkiessa yhden kerrosvälin. Määritä hissien kiihtyvyys niinä aikaväleinä, jolloin hissien nopeus muuttuu.



$$a_1 = 1 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = 0,50 \text{ m/s}^2$$

$$a_3 = -1 \text{ m/s}^2$$

Putouskiihtyvyys

- Maapallon pinnalla putoavan kappaleen nopeus kasvaa joka sekunti noin 10 m/s.
- Putouskiihtyvyys g on siis noin 10 m/s².
- Huom! Ei riipu kappaleen massasta!!
- Tarkemmin:
$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Esim. Tiili lähtee putoamaan tornitalon huipulta ja osuu maahan 5,0 s:n kuluttua. Millä nopeudella tiili osuu maahan?

Ratk. $v = 5\text{s} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 49 \text{ m/s}$

Vastaus: 49 m/s

Kiihtyvä liike ja matka

- Kuinka voidaan laskea tasaisesti kiihtyvän kappaleen tietyssä aikana kulkema matka?

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

s = matka

a = kiihtyvyys

t = aika

- Kaava perustellaan lähiopetuksessa.

Esimerkkejä

1. Kivi pudotetaan 23 m korkean kerrostalon katolta. Laske putoamiseen kuluva aika. Millä nopeudella kivi iskeytyy maahan?

Ratk.

$$s = \frac{1}{2}at^2, \text{ josta voidaan ratkaista}$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 23m}{9,81m/s^2}} \approx 2,2s$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ josta saadaan}$$

$$\Delta v = a \cdot \Delta t = 9,81m/s^2 \cdot 2,2s \approx 22m/s$$

Vastaus: Putoamisaika 2,2 s

Osuu maahan nopeudella 22 m/s

Esimerkkejä

1. Auto kiihdyttää 9,8 sekuntia kiihtyvyydellä $2,4 \text{ m/s}^2$. Auton alkunopeus on 20 km/h . Laske auton loppunopeus ja kiihdytyksen aikana kulkema matka.

Ratk. $\Delta v = a \cdot \Delta t$

$$v_{\text{loppu}} - v_{\text{alku}} = a \cdot \Delta t$$

$$v_{\text{loppu}} = v_{\text{alku}} + a \cdot \Delta t = 20 : 3,6 \text{ m/s} + 2,4 \text{ m/s}^2 \cdot 9,81 \text{ s}$$

$$v_{\text{loppu}} = 29,07555... \text{ m/s} \approx 29 \text{ m/s} \approx 105 \text{ km/h}$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,4 \text{ m/s}^2 \cdot (9,8 \text{ s})^2 \approx 115 \text{ m}$$

Vastaus: loppunopeus 105 km/h

Kuljettu matka 115 m

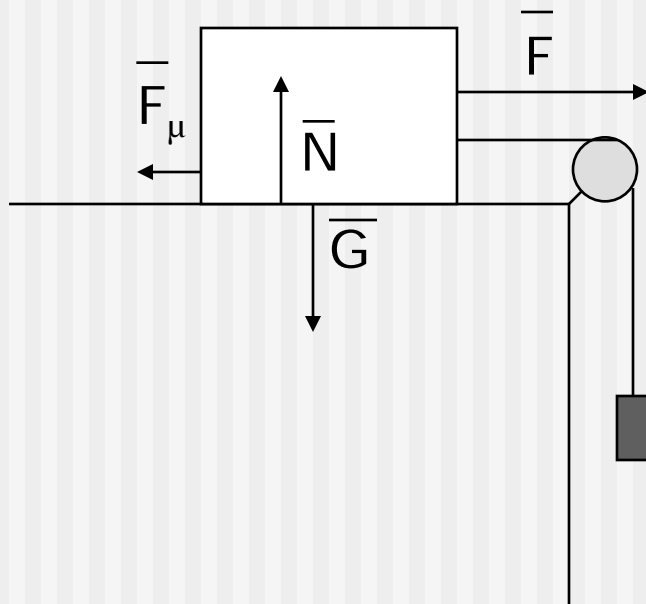
Voima liikkeen muutoksen aiheuttajana

- Liikkeen muutokset selitetään fysiikassa kappaleiden välisillä vuorovaikutuksilla
- Voima kuvaa tämän vuorovaikutuksen suuruutta.
- Newtonin I laki: Kappale jatkaa liikettään suoraviivaisesti muuttumattomalla nopeudella tai pysyy levossa, jos siihen vaikuttavien voimien summa = 0.

Voima on vektorisuure

- Vektorin pituus ilmoittaa voiman suuruuden, nuolen kärki voiman suunnan.
- Voimakuvio: Tutkittava kappale irroitetaan ympäristöstään. Ainoastaan tutkittavaan kappaleeseen vaikuttavat voimat piirretään näkyviin.

Voimakuvio



\vec{F}_μ = Kitkavoima

\vec{F} = Voima, jolla köysi
vetää laatikkoa

\vec{N} = Alustan tukivoima

\vec{G} = Painovoima

- Nyt $\vec{N} = -\vec{G}$, joten kappale ei liiku ylös- eikä alaspäin.

- \vec{F}_μ ja \vec{F} ovat vastakkaisuuntaiset, mutta \vec{F} on vektoriä \vec{F}_μ pidempi \rightarrow laatikko liikkuu köyden suuntaan.

Dynamiikan peruslaki

- Newtonin II laki eli Dynamiikan peruslaki:
Kappaleeseen vaikuttava ulkoinen voima \vec{F} antaa kappaleelle, jonka massa on m , kiihtyvyyden \vec{a} .

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- Voiman yksikkö: $[F] = [m] \cdot [a] = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{N (newton)}$

Esimerkkejä

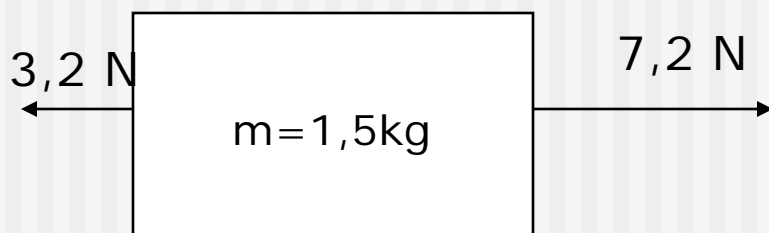
Auton kiihtyvyys on $2,4\text{m/s}^2$ ja massa 1500kg . Kuinka suuri kokonaisvoima autoon vaikuttaa?

Ratk.

$$F = 1500\text{kg} \cdot 2,4\text{m/s}^2 = 3600\text{N} = 3,6\text{kN}$$

Esimerkkejä

1. Laske kappaleeseen vaikuttavan kokonaisvoiman suuruus ja kappaleen saama kiihtyvyys.



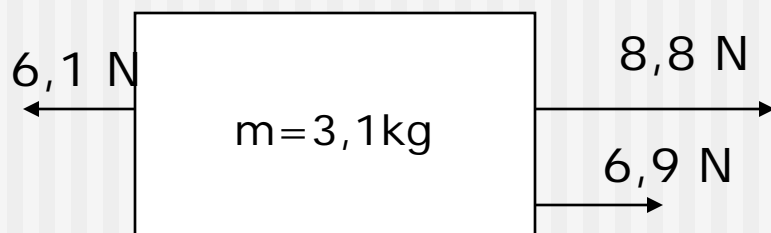
Ratk. $F = 7,2 \text{ N} - 3,2 \text{ N} = 4,0 \text{ N}$

$$\bar{F} = m \cdot \bar{a}, \text{ josta } \bar{a} = \frac{\bar{F}}{m} = \frac{4,0 \text{ N}}{1,5 \text{ kg}} \approx 2,7 \text{ m/s}^2$$

Vastaus: $2,7 \text{ m/s}^2$

Esimerkkejä

2. Laske kappaleeseen vaikuttavan kokonaisvoiman suuruus ja kappaleen saama kiihtyvyys.



Ratk. $F = 8,8 \text{ N} + 6,9 - 6,1 \text{ N} = 9,6 \text{ N}$

$$\bar{F} = m \cdot \bar{a}, \text{ josta } \bar{a} = \frac{\bar{F}}{m} = \frac{9,6 \text{ N}}{3,1 \text{ kg}} \approx 3,1 \text{ m/s}^2$$

Vastaus: $3,1 \text{ m/s}^2$

Esimerkkejä

3. Pyörän ja pyöräilijän yhteenlaskettu massa oli 105kg. Kuinka suuri pyörään vaikuttavan kokonaisvoiman on oltava, jotta se antaisi pyörälle kiihtyvyyden $3,2 \text{ m/s}^2$?

Ratk. $F = m \cdot a = 105 \text{ kg} \cdot 3,2 \text{ m/s}^2 = 336 \text{ N}$
 $\approx 340 \text{ N}$

Vastaus: 340 N

Painovoima

- Kappaleet putoavat maahan, koska maa vetää niitä puoleensa
- Tyhjiössä putoavaan kappaleeseen ei vaikuttaa ainoastaan maan vetovoima eli kappaleeseen vaikuttava painovoima = kappaleen paino:

$$G = m \cdot g$$

Esimerkkejä

Laske oma painosi

Ratk. $G = mg = 50\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 = 490,5\text{N}$

Huom! Massa \neq Paino, vaikka
arkikielessä ne usein sotketaankin!!!

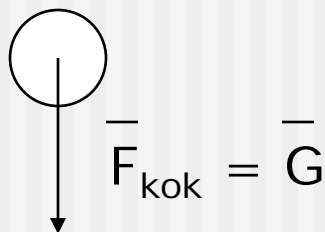
Esimerkkejä

1. Piirrä suoraan maata kohti putoavaan palloon vaikuttavat voimat ja kokonaisvoima, kun
 - a) Ilmanvastusta ei oteta huomioon
 - b) Ilmanvastus on merkittävä
 - c) Laske pallon kiihtyvyys, kun pallon massa on 5,6kg ja ilmanvastus on $1/10$ pallon painosta.

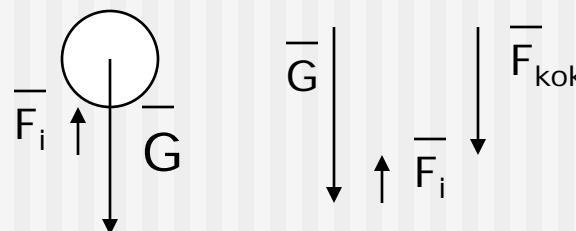
Esimerkkejä

Ratk.

a) Kuva:



b)



c) $G = m \cdot g = 5,6 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 54,936 \text{ N}$

$$F_i = 1/10 \cdot 54,936 \text{ N} = 5,4936 \text{ N}$$

$$F_{\text{kok}} = G - F_i = 54,936 \text{ N} - 5,4936 \text{ N} = 49,4424 \text{ N}$$

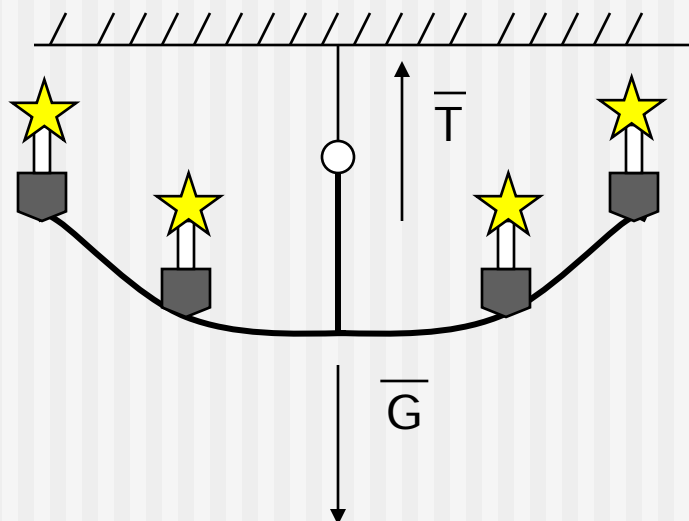
$$F_{\text{kok}} = m \cdot a, \text{ josta}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{49,4424 \text{ N}}{5,6 \text{ kg}} \approx 8,8 \text{ m/s}^2$$

Vastaus: $8,8 \text{ m/s}^2$

Esimerkkejä

2. Kuinka suuri on narun tukivoima, kun kattoon kiinnitetyssä narussa riippuu kynttiläkruunu, jonka massa on 5,6 kg?



Ratk. Koska kruunu on levossa: $T + G = 0$, joten

$$T = G = mg$$

$$T = 5,6 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$T \approx 55 \text{ N}$$

Vastaus: 55 N

Tehtäviä

1. Jääkiekko, jonka massa on 0,15 kg, tulee kohti hyökkääjää nopeudella 12 m/s. Hyökkääjä laukaisee kiekon suoraan takaisin nopeudella 21 m/s. Maila koskettaa kiekkoa 0,040 s ajan. Kuinka suurella keskimääräisellä voimalla maila osuu kiekkoon?

Valitaan kiekon lähtösuunta positiiviseksi.

$$F=ma \quad \left| \begin{array}{l} m=0,15\text{kg} \\ a=\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{21 - (-12)\text{m/s}}{0,040\text{s}} = \frac{33\text{m/s}}{0,040\text{s}} = 825\text{m/s}^2 \end{array} \right.$$

$$F = 0,15\text{kg} \cdot 825\text{m/s}^2 = 123,75\text{N} \approx 120\text{N}$$

Tehtäviä

2. Autoilija ajaa nopeudella 60 km/h ja kuule yllättäen autonsa moottorista epäilyttävää kolinaa. Hän yrittää pysäyttää autonsa mahdollisimman nopeasti jarruttaen 7,8 kN:n voimalla. Auton massa on 1300 kg. Kuinka pian auto pysähtyy? Kuinka pitkä on jarrutusmatka?

Ratk.

$$a = \frac{\Delta v}{t} \Leftrightarrow t = \frac{\Delta v}{a} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta v = -60 \text{ km/h} = -16,66... \text{ m/s} \\ a = \frac{F}{m} = \frac{-7800 \text{ N}}{1300 \text{ kg}} = -6 \text{ m/s}^2 \end{array} \right.$$
$$t = \frac{-16,66... \text{ m/s}}{-6 \text{ m/s}^2} \approx 2,8 \text{ s}$$

Huom! Etumerkit tulee, siitä, että auton kulkusuunta on valittu positiiviseksi, jolloin auton hidastaessa vauhtiaan, kiihtyvyys ja voima on päinvastaiseen suuntaan.