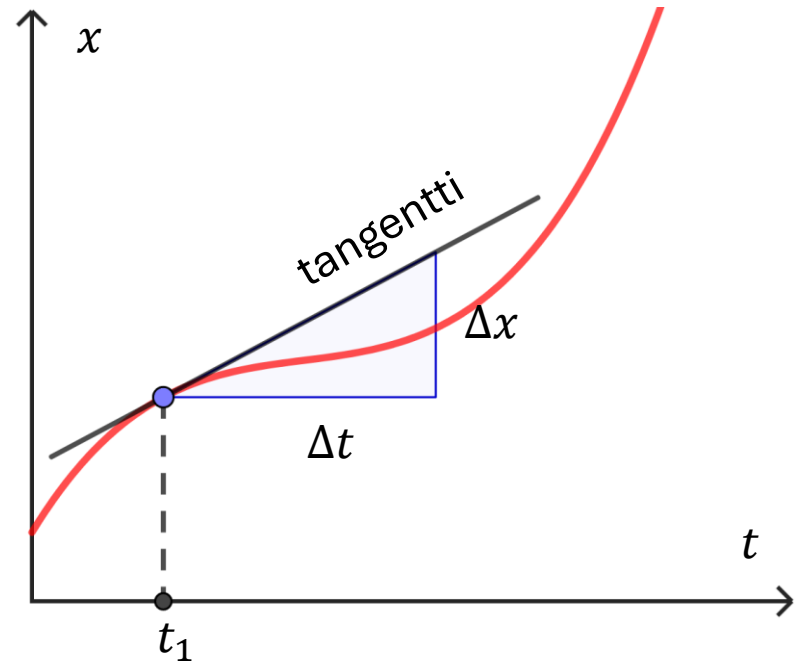


Hetkellinen nopeus

- Muuttuvaa liikettä tutkitaan yleensä liikkeen kuvaajan avulla.
- (t, x) –koordinaatistossa kappaleen hetkellinen nopeus saadaan paikan kuvaajalle piirretyn *tangentin* fysikaalisesta kulmakertoimesta.
- Kulmakertoimen määrittämistä tällä tavalla kutsutaan *graafiseksi derivoinniksi*.
 - Kulmakerroin voidaan määrittää laskinohjelmalla (tangenttisuoran yhtälöstä) tai tarvittaessa apukolmion (kateettien Δx ja Δt avulla).



Nopeus ajanhetkellä t_1 :

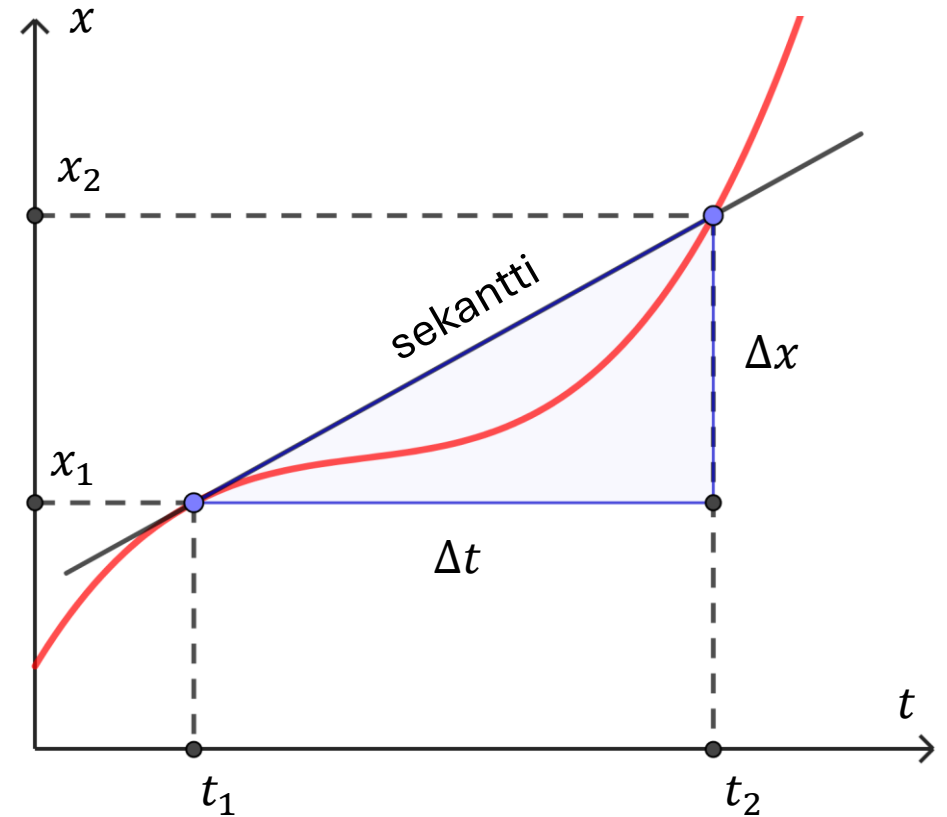
$$v(t_1) = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Keskinopeus

- Kappaleen keskinopeus v_k jollakin aikavälillä voidaan laskea kuvaajalle piirretyn *sekantin* avulla.
- Keskinopeus määritetään jakamalla kappaleen siirtymä Δx tähän käytetyllä ajalla Δt .

$$v_k = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

- Keskinopeuteen vaikuttaa siis ainoastaan alku- ja lopputilanteiden paikat ja ajanhetket.



Keskivauhti

- Kappaleen keskinopeudella (kuten myös hetkellisellä nopeudella) on suunta.
- Suoraviivaisessa liikkeessä suuntaa voidaan kertoa etumerkin avulla.
- Jos kappaleen nopeus on negatiivinen, kappale liikkuu vastakkaiseen suuntaan sovittuun positiiviseen suuntaan nähden.
- Keskivauhti v_k on skalaarisuure, jolla ei ole suuntaa.
- Usein keskinopeudella tarkoitetaan nimenomaan keskivauhtia.
- Keskivauhti voidaan aina laskea jakamalla kuljettu kokonaismatka s siihen käytetyllä ajalla t (tai Δt):

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

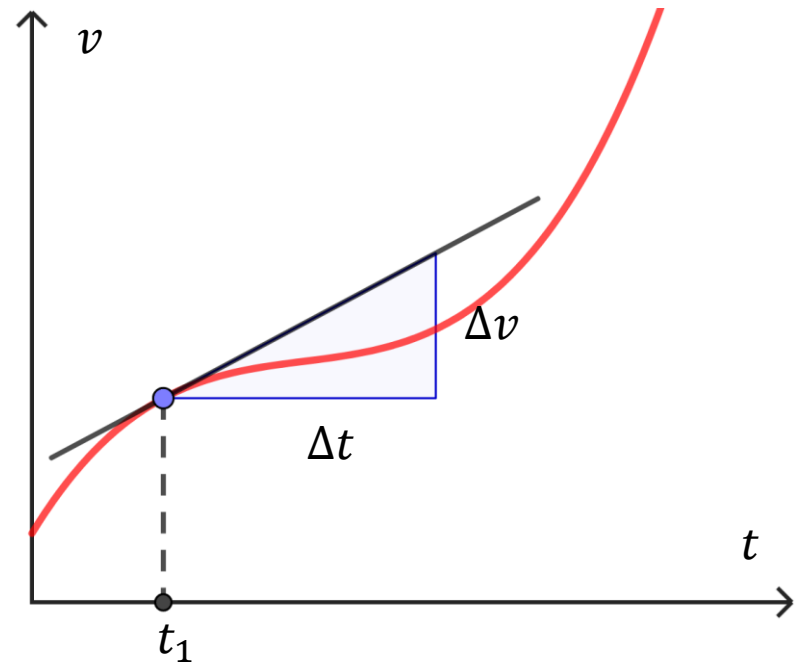
Hetkellinen kiihtyvyys

- Kiihtyvyys a on suure, joka kertoo kuinka paljon nopeus muuttuu aikayksikössä.
- (t, v) –koordinaatistossa kappaleen hetkellinen kiihtyvyys saadaan nopeuden kuvaajalle piirretyn tangentin fysikaalisesta kulmakertoimesta.

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

- Kiihtyvyyden yksikkö on

$$[a] = 1 \frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

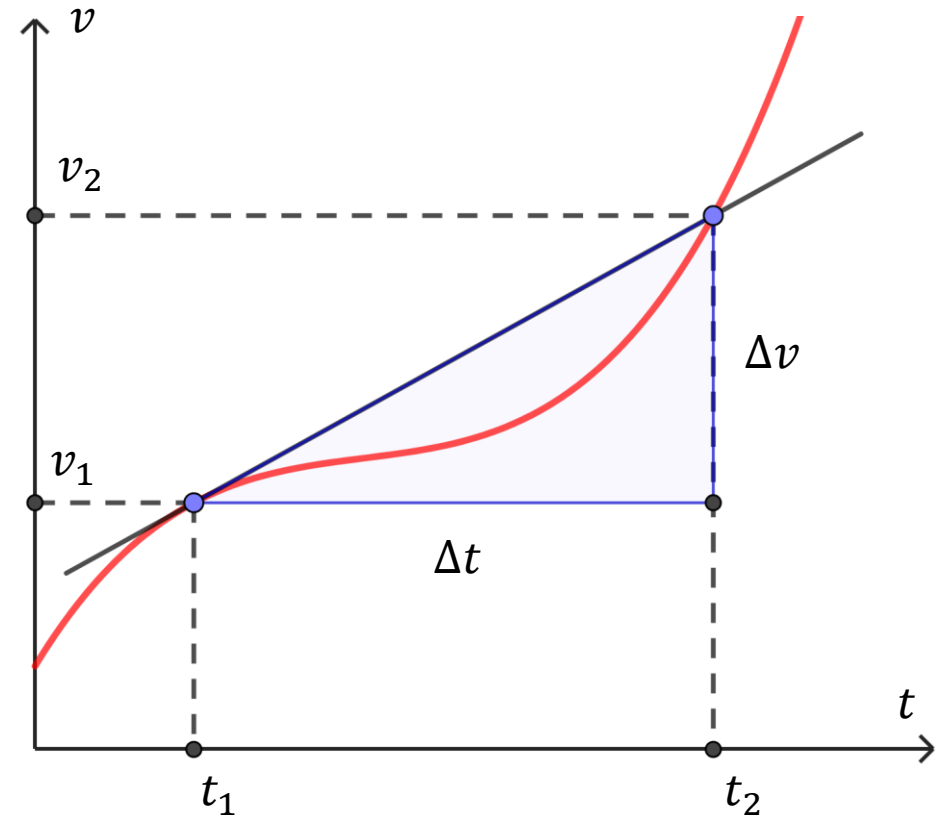


Keskikiihtyvyys

- Kappaleen keskikiihtyvyys a_k määritetään jakamalla kappaleen nopeuden muutos Δv tähän käytetyllä ajalla Δt .

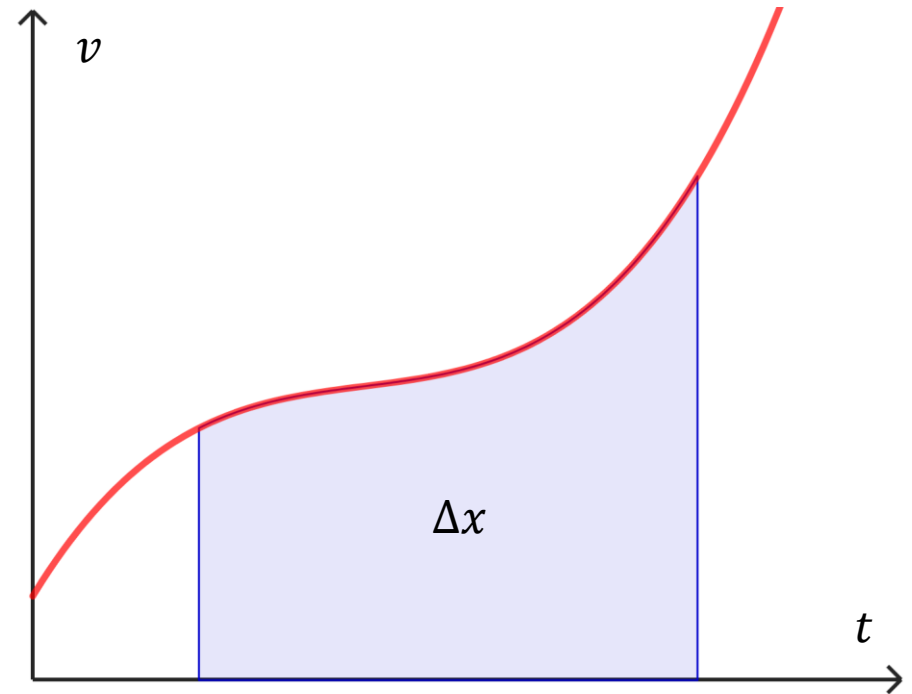
$$a_k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

- Jos kiihtyvyys on negatiivinen, niin kappaleen nopeus pienenee tai kappaleen nopeus kasvaa valittua positiivista suuntaa vastakkaiseen suuntaan.
- Negatiivista kiihtyvyyttä voidaan kutsua myös hidastuvuudeksi.



Kuljettu matka graafisesti integroimalla

- (t, v) –koordinaatistossa kappaleen siirtymä Δx saadaan graafisesti nopeuden kuvaajan ja aika-akselin rajaamana *fysikaalisena pinta-alana*.
 - Kuljettu matka $s = \Delta x$, jos liikkeen suunta ei muutu
- Pinta-alan määrittämistä (laskinohjelmalla) tällä tavoin kutsutaan *graafiseksi integroinniksi*.
 - Pinta-alaa voi arvioida myös laskemalla kuvaajasta ”ruutuja” ja päättelemällä akselien yksiköistä yhden pinta-alaruudun yksikkö.



Pinta-alan yksikkö on akselien yksikköjen tulo:

$$[\Delta x] = [v] \cdot [t] = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ m}$$