

Tasaisesti kiihtyvä liike

- Tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä kappaleen nopeus muuttuu samassa ajassa aina yhtä paljon eli keskikiikhtyvyys a_k on millä tahansa aikavälillä vakio (merkitään $a_k = a$)
- (t, v) –koordinaatistossa liikkeen kuvaaja on suora

$$v = v_0 + at$$

- Kiihtyvyys a saadaan fysikaalisena kulmakertoimena.
- Kuljettua matkaa s kuvaa pinta-ala (t, v) – koordinaatistossa.

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

v_0 = lähtönopeus
 a = kiihtyvyys (vakio)
 t = kulunut aika

- Keskinopeus *tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä* on alku- ja loppunopeuden keskiarvo:

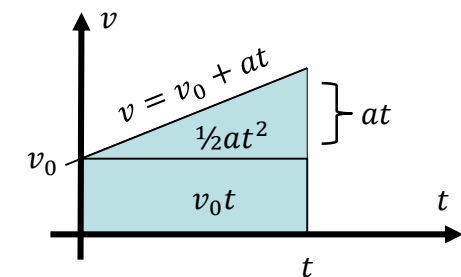
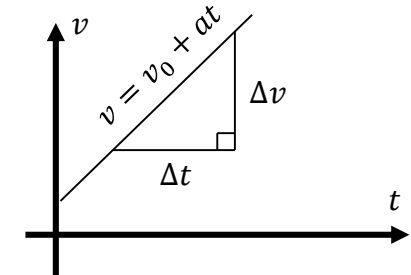
$$v_k = \frac{v_0 + v}{2}$$

Kuljettu matka keskinopeuden avulla on $s = v_k t$.

$$\text{keskikiikhtyvyys} = \frac{\text{nopeuden muutos}}{\text{ajan muutos}}$$

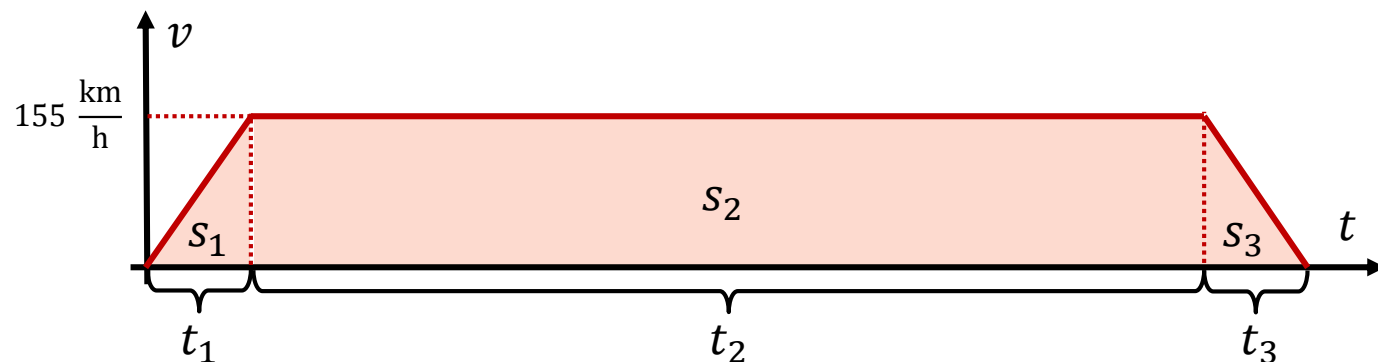
$$a_k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Kaava $v = v_0 + at$ saadaan keskikiikhtyvyyden kaavasta, kun $t_0 = 0$ ja $a_k = a$.



t. 2-11, s. 23

Hahmotellaan tilanne (t, v) –koordinaatistoon:



Lasketaan aika t_1 , joka junalla kuluu huippunopeuteen $v = 155 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ kiihdyttämiseen maksimikiikhtyvyydellä $a = 1,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Koska liike on tasaisesti kiihtyvää, voidaan käyttää kaavaa $v = at_1$.

Tästä saadaan

TI-Nspire:

$$v := 155 \cdot \text{_kph}$$

$$43.0556 \cdot \frac{\text{_m}}{\text{_s}}$$

$$a := 1.1 \cdot \frac{\text{_m}}{\text{_s}^2}$$

$$1.1 \cdot \frac{\text{_m}}{\text{_s}^2}$$

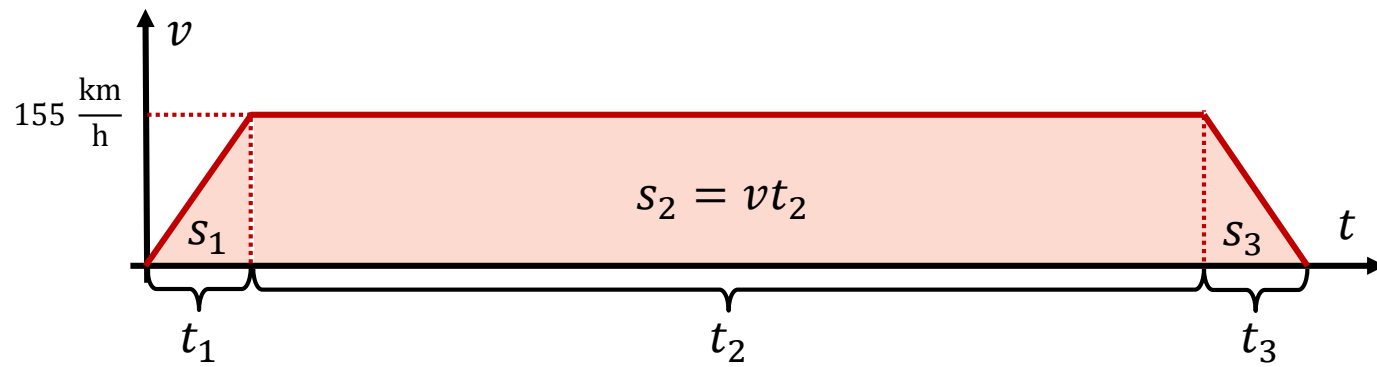
$$t1 := \frac{v}{a}$$

$$39.1414 \cdot \text{_s}$$

$$t_1 = \frac{v}{a} \approx 39,14 \text{ s}$$

$$v = v_0 + at$$

Diagram showing the equation $v = v_0 + at$ with red arrows pointing to the variables: 0 points to v_0 , t_1 points to t , and v points to the left side of the equation.



Lasketaan tasaisessa kiihdytyksessä (paikaltaan lähdettäessä) kuljettu matka:

$$s_1 = \frac{1}{2} at_1^2.$$

$$s_1 \approx 842,6 \text{ m}$$

$$s = \underset{\substack{\uparrow \\ 0}}{v_0} t + \frac{1}{2} a \underset{\substack{\uparrow \\ t_1}}{t^2}$$

TI-Nspire:

$$s1 := \frac{1}{2} \cdot a \cdot t1^2$$

$$842.628 \cdot \text{m}$$

Kuljetun matkan voisi laskea myös keskinopeuden avulla. Tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä keskinopeus v_k on alku- ja loppunopeuden keskiarvo:

$$v_k := \frac{0 + v}{2}$$

$$21.5278 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_k \cdot t1$$

$$842.628 \cdot \text{m}$$

Symmetrian perusteella tasaiseen jarrutukseen kuluu sama aika kuin kiihdytykseenkin. Siis $t_3 = t_1$, ja sen aikana kuljetaan sama matka $s_3 = s_1$.

Tasaisella nopeudella kuljetaan siis matka
 $s_2 = 145 \text{ km} - 2s_1 \approx 143,3 \text{ km}.$

$s_2:=145\cdot_km-2\cdot s_1$	143315.·_m
--------------------------------	------------

Huippunopeudella $v = 155 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ tähän kuluu aika
 $t_2 = \frac{s_2}{v} \approx 3329 \text{ s}.$

$t_2:=\frac{s_2}{v}$	3328.6·_s
----------------------	-----------

Voidaan soveltaa kaavaa $s = vt$, koska tässä nopeus pysyy vakiona.

Lyhimmillään matka kestää siis ajan
 $t_1 + t_2 + t_3 = 2t_1 + t_2 \approx 57 \text{ min}.$

$2\cdot t_1+t_2$	3406.88·_s
$3406.8833496252\cdot_s\blacktriangleright_min$	56.7814·_min