

3 Muuttuva suoraviivainen liike

Tehtävien ratkaisut

Tehtävät 1–4 ovat automaattisesti tarkistettavia tehtäviä ja ne ovat digikirjassa.

3-1.

Täydennä.

Kappaleen liike on ***kiihtyvä***, jos kappaleen nopeuden ***suuruus*** tai ***suunta*** muuttuu. Kappaleen nopeus voi kasvaa tai ***pienentyä***. Kun nopeus pienenee, liikettä nimitetään joskus ***hidastuvaksi***. Kiihtyvyys ilmaisee ***nopeuden*** muutosnopeuden. Tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä kiihtyvyys lasketaan ***jakamalla*** nopeuden muutos muutokseen kuluneella ***ajalla***. Kiihtyvyyden numeroarvo ilmaisee, kuinka paljon ***nopeus*** muuttuu yhdessä sekunnissa.

Vapaasti putoava kappale on tasaisesti ***kiihtyvässä*** liikkeessä, jos kappaleeseen kohdistuva ilmanvastus on ***vähäinen***. ***Maan*** vetovoimasta johtuva putoamiskiihtyvyys on $9,81 \text{ m/s}^2$.

3-2.

Oikein/väärin väittämät

- Jos suoraviivaisesti etenevä polkupyörä on kiihtyvässä liikkeessä, se kulkee samanpituisina aikaväleinä aina yhtä pitkän matkan. ***Kyllä//Ei***
Kommentti: Jos pyörä on kiihtyvässä liikkeessä, se kulkee samanpituisina aikaväleinä yhä pidemmän tai lyhemmän matkan.
- Tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä kiihtyvyys on vakio. ***Kyllä//Ei***
- Tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä nopeuden muutos aikayksikössä on vakio. ***Kyllä//Ei***
- Jos kappaleen nopeus kasvaa tai pienenee tasaisesti, kappaleen liike on tasaista. ***Kyllä//Ei***
Kommentti: Jos kappaleen nopeus kasvaa tai pienenee tasaisesti, kappaleen liike on tasaisesti kiihtyvää.
- Tasaisesti kiihtyvän liikkeen kuvaaja t, x -koordinaatistossa on suora. ***Kyllä//Ei***
Kommentti: Tasaisesti kiihtyvän liikkeen kuvaaja t, v -koordinaatistossa on suora.
- Keskikihtyvyys lasketaan jakamalla nopeuden muutos muutokseen kuluneella ajalla. ***Kyllä//Ei***
- Kiihtyvyys ilmaisee nopeuden muutosnopeuden. ***Kyllä//Ei***
- Kiihtyvyyden numeroarvo ilmaisee, kuinka paljon kappaleen paikka muuttuu yhdessä sekunnissa. ***Kyllä//Ei***
Kommentti: Kiihtyvyyden numeroarvo ilmaisee, kuinka paljon nopeus muuttuu yhdessä sekunnissa.
- Putoamisen alussa liike on likimain tasaisesti kiihtyvää, mutta kasvavan ilmanvastuksen takia nopeus lopulta vakiintuu. ***Kyllä//Ei***

3-3.

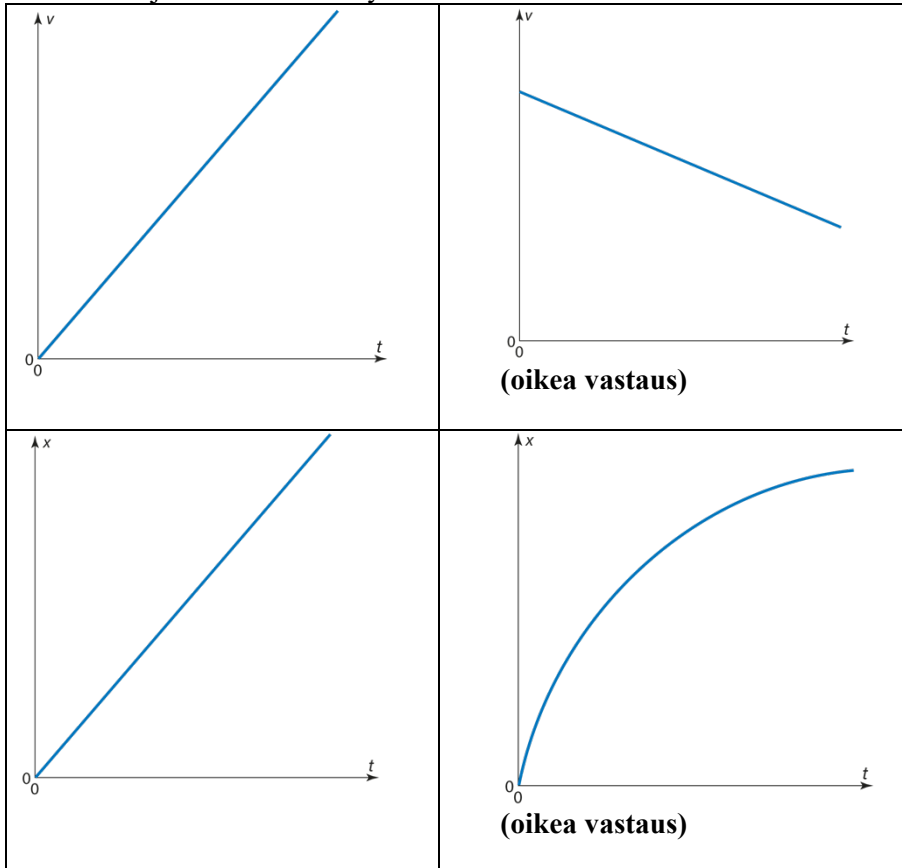
Monivalintatehtävä

- Kappaleen liikettä sanotaan kiihtyväksi, jos kappaleen
 - nopeus pienenee**
 - nopeus ei muutu
 - nopeus kasvaa**
 - nopeuden suunta muuttuu.**
- Kappaleen liike on tasaisesti kiihtyvää, jos kappaleen
 - nopeus pienenee tasaisesti**
 - nopeus kasvaa tasaisesti**
 - kiihtyvyys kasvaa
 - kiihtyvyys on vakio**
 - nopeus muuttuu yhtä pitkinä aikaväleinä aina yhtä paljon.**

3 Muuttuva suoraviivainen liike

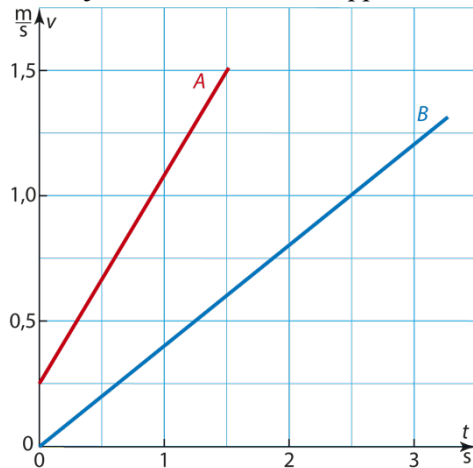
- c) Jos kappaleen kiihtyvyys on vakio,
- kappaleen liike on tasaista
 - **kappaleen liike on muuttuvaa**
 - **kappaleen liike on tasaisesti kiihtyvää**
 - **kiihtyvyyden suuruus ja suunta pysyvät vakiona.**
- d) Mitkä väitteistä pitävät paikkansa?
- **Kiihtyvä liike voi tarkoittaa, että liike nopeutuu, hidastuu tai liikkeen suunta muuttuu.**
 - Tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä nopeuden muutos kunkin sekunnin aikana on suurempi kuin edellisen sekunnin aikana.
 - **Tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä nopeuden muutos kunkin sekunnin aikana on yhtä suuri kuin edellisen sekunnin aikana.**
 - **Kiihtyvyys ilmaisee, miten kappaleen nopeus muuttuu.**
 - **Jos kappaleen nopeus pienenee tasaisesti, kappaleen liike on tasaisesti kiihtyvää.**
 - **Kiihtyvyyden yksikkö on m/s^2 .**
 - Kuvaajasuoran fysikaalinen kulmakerroin t, x -koordinaatistossa ilmaisee kappaleen kiihtyvyyden.

- e) Mitkä kuvaajista esittävät kiihtyvää liikettä?



3 Muuttuva suoraviivainen liike

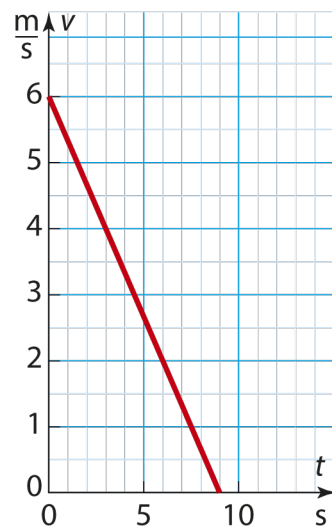
f) Kuvaajat esittävät kahden kappaleen liikettä.



Mitkä väitteistä pitävät paikkansa?

- Kappaleen A nopeuden muutos jokaisena sekuntina on suurempi kuin kappaleen B.
- Kappaleen A kiihtyvyys on suurempi kuin kappaleen B.
- Hetkellä 1,0 s kappaleen A nopeus on 0,8 m/s.
- Hetkellä 2,5 s kappaleen B nopeus on 1,0 m/s.

g) Kuvaaja esittää kappaleen liikettä.



Mitkä väitteistä pitävät paikkansa?

- Kappaleen kiihtyvyys on $0,67 \text{ m/s}^2$.
- Kappaleella on nopeus 4,0 m/s hetkellä 3,0 s.
- Yhdeksän sekunnin aikana kappaleen nopeus muuttuu 6,0 m/s.
- Kappaleen kiihtyvyys on $-0,67 \text{ m/s}^2$.

3-4.

kiihtyvyys	a
putoamiskiihtyvyyden tunnus	g
nopeuden muutos on vakio	tasaisesti kiihtyvä liike
putoamiskiihtyvyyden suuruus	$9,81 \text{ m/s}^2$

3 Muuttuva suoraviivainen liike

3-5.

- a) Skootteri voi lähteä liikennevaloista joko siten, että
- skootterin nopeus kasvaa ensin nopeasti mutta kasvu hidastuu ajan myötä (kuvaaja 3) tai
 - skootterin kiihtyvyys on vakio (kuvaaja 5)
- Oikein ovat siis 3 ja 5.
- b) Vain yksi kuvaaja esittää vakionopeudella etenevää kappaletta, nyt kanahaukkaa, eli kuvaaja 1.
- c) Kun juoksija tulee maaliviivalle, hänellä on tällöin tietty nopeus, ja maaliviivan jälkeen nopeuden pitää pienentyä tasaisesti eli nopeuden kuvaajan pitää olla laskeva suora: ainut vaihtoehto on kuvaaja 4.

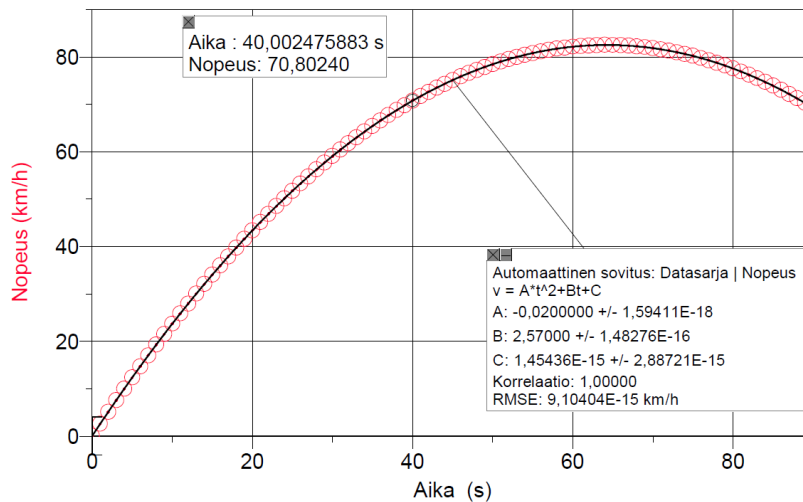
3-6.

Kuvaajat a ja c voivat esittää samaa kappaletta. Kummassakin kiihtyvyys on vakio.

3-7.

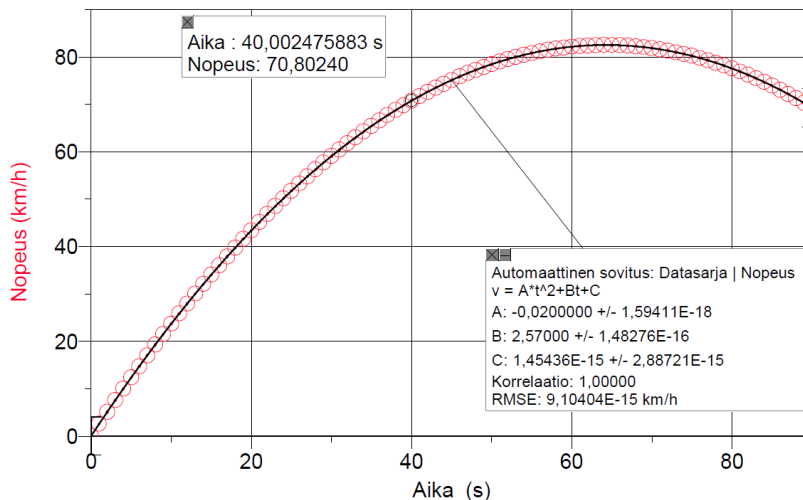
Logger Pro ratkaisu:

- a) Keskikihtyvyys aikavälillä 0...40 s on $a_k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{70,80240 \text{ m/s}}{40,0 \text{ s}} \approx 0,49 \text{ m/s}^2$.



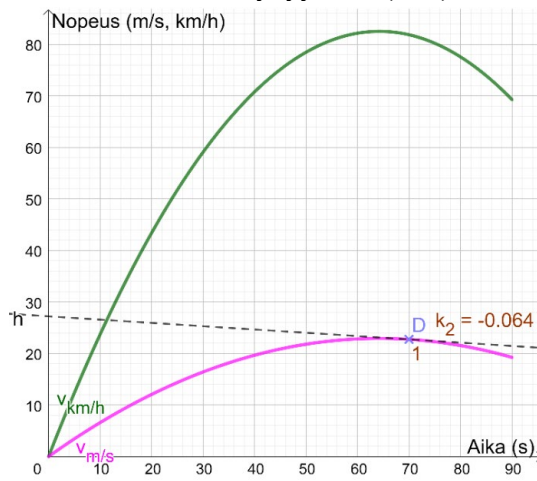
b)

- i. Hetkellinen kiihtyvyys on $a(30 \text{ s}) = 1,37017 \text{ km/h/s} \approx 0,38 \text{ m/s}^2$.



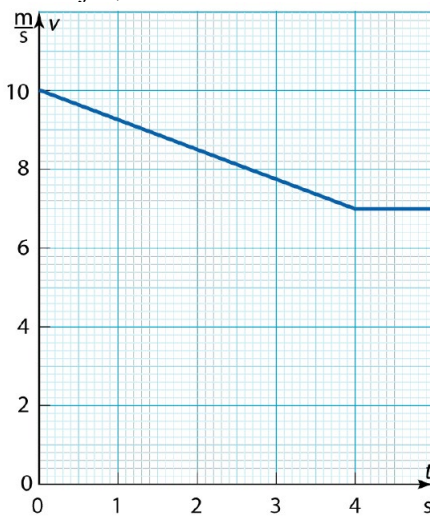
3 Muuttuva suoraviivainen liike

- ii. Hetkellinen kiihtyvyys on $a(70\text{ s}) \approx -0,064\text{ m/s}^2$.



3-8.

- a) Skootterin nopeus pienenee 4,0 sekunnissa $4,0 \cdot 0,75\text{ m/s} = 3,0\text{ m/s}$. Koska $36\text{ km/h} = 10\text{ m/s}$, skootterin nopeus ylämäen jälkeen on $10\text{ m/s} - 3,0\text{ m/s} = 7,0\text{ m/s}$ ($\approx 25\text{ km/h}$).
- b) Kuvaaja t, v -koordinaatistossa.



3-9.

- a) Aikaväli $0,0 \dots 9,0\text{ s}$:

Nopeuden muutos on $\Delta v = v_2 - v_1 = 5,4\text{ m/s} - 0,0\text{ m/s} = 5,4\text{ m/s}$.

Ajan muutos on $\Delta t = t_2 - t_1 = 9,0\text{ s} - 0,0\text{ s} = 9,0\text{ s}$.

Hissin kiihtyvyys aikavälillä $0,0 \dots 9,0\text{ s}$ on $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5,4\text{ m/s}}{9,0\text{ s}} = 0,60\text{ m/s}^2$.

Aikavälillä $23,0 \dots 32,0\text{ s}$:

Nopeuden muutos on $\Delta v = v_2 - v_1 = 0,0\text{ m/s} - 5,4\text{ m/s} = -5,4\text{ m/s}$.

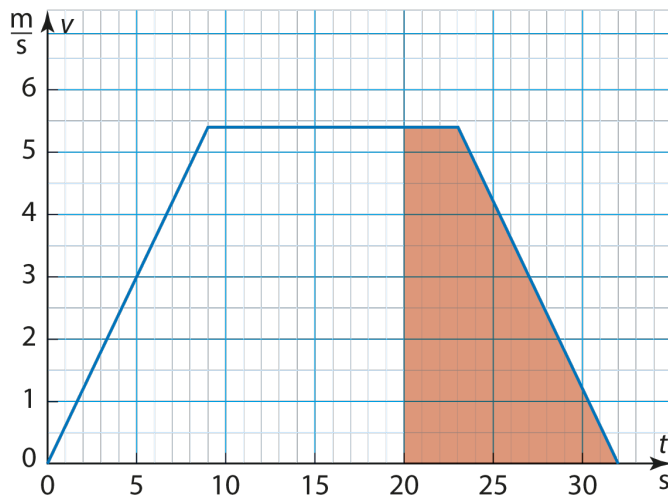
Ajan muutos on $\Delta t = t_2 - t_1 = 32,0\text{ s} - 23,0\text{ s} = 9,0\text{ s}$.

Hissin kiihtyvyys aikavälillä $23,0 \dots 32,0\text{ s}$ on $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-5,4\text{ m/s}}{9,0\text{ s}} = -0,60\text{ m/s}^2$.

Koska hissin nopeus pienenee aikavälillä $23,0 \dots 32,0\text{ s}$, hissin kiihtyvyys on negatiivinen. Hissi on hidastuvassa liikkeessä.

3 Muuttuva suoraviivainen liike

- b) Hissin kulkema matka saadaan fysikaalisena pinta-alana.

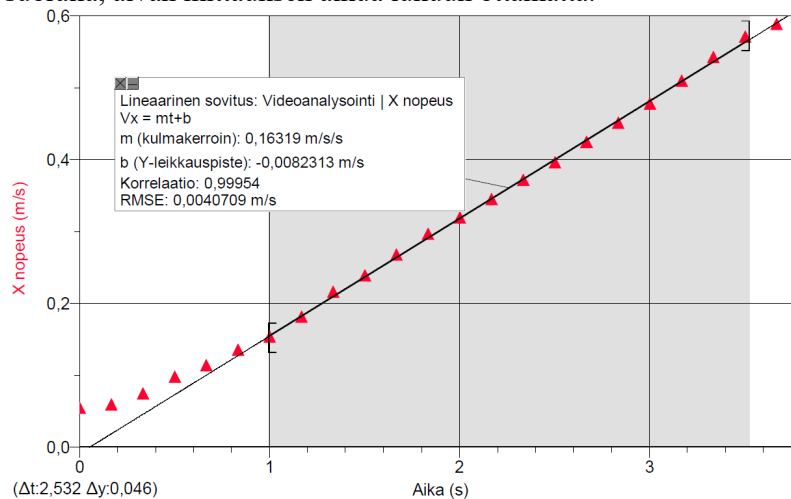


Matka on

$$s = 3,0 \text{ s} \cdot 5,4 \text{ m/s} + \frac{9,0 \text{ s} \cdot 5,4 \text{ m/s}}{2} \approx 41 \text{ m}.$$

3-10.

Videonanalyysin perusteella nopeuden kuvaajan mittauspisteet asettuvat likimain peräkkäin samalle suoralla, aivan mittauksen alkua lukuun ottamatta.

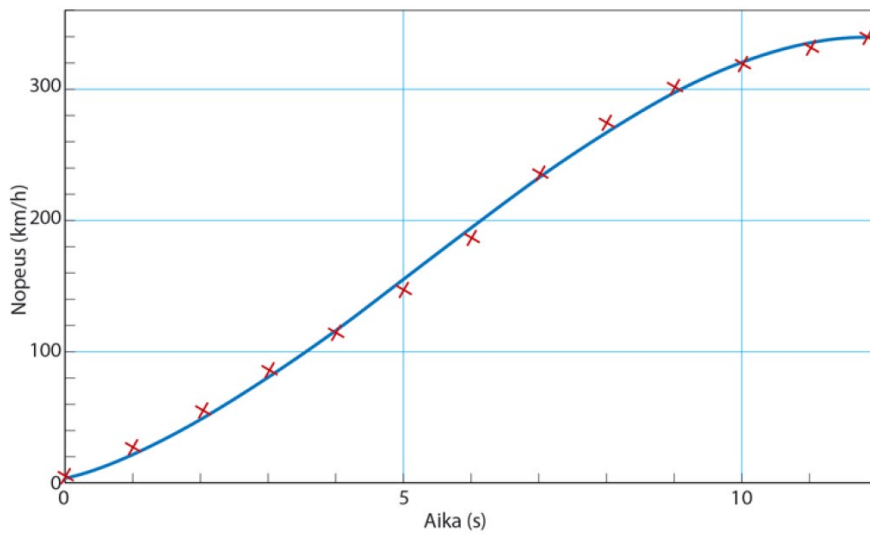


Aikavälillä 1,0...2,5 s lineaarinen sovitus asettuu mittauspisteisiin kohtuullisen hyvin, joten sylinterin liikettä voi mallintaa mittaustarkkuuden rajoissa tasaisesti kiihtyvänä liikkeenä. Sylinterin kiihtyvyys on $0,15332 \text{ m/s/s} \approx 0,15 \text{ m/s}^2$.

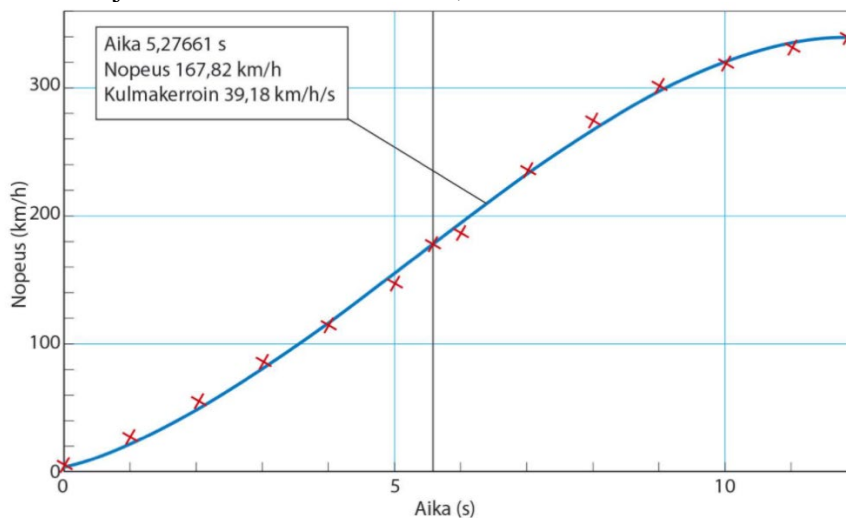
3 Muuttuva suoraviivainen liike

3-11.

a) Auton nopeuden $v = v(t)$ -kuvaaja:



b) Kiihtyvyyden suurin arvo saavutetaan nopeuden kuvaajan kohdassa, jossa kuvaaja on jyrkin: mittausohjelman mukaan hetkellä $t = 5,3$ s.

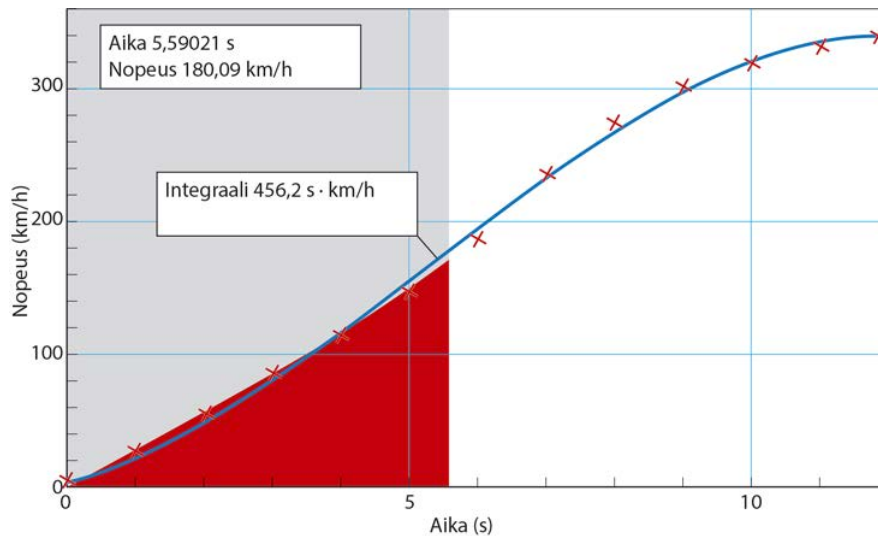


Suurin kiihtyvyys on $a_{\max}(5,3\text{ s}) = 39,18 \text{ km/h} / \text{s} = \frac{39,18}{3,6} \frac{\text{m/s}}{\text{s}} \approx 11 \text{ m/s}^2$.

Huomaa, ajanhetki riippuu hieman siitä, minkälainen käyrä on sovitettu pistejoukkoon.

3 Muuttuva suoraviivainen liike

- c) Matka saadaan määritettyä t, v -koordinaatiston kuvaajasta fysikaalisena pinta-alana. Auto saavuttaa nopeuden 180 km/h hetkellä 5,59021 s.

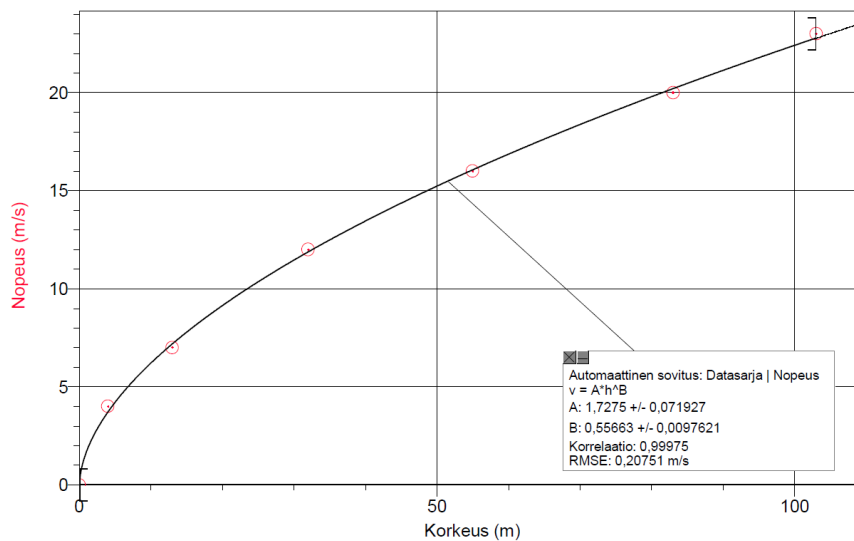


Mittausohjelmalla tehdyn graafisen integroinnin mukaan matka on

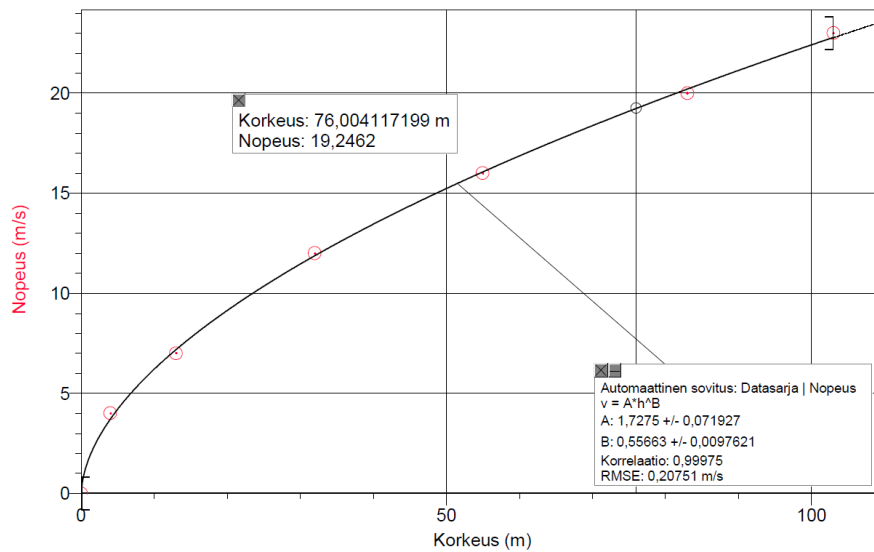
$$s = 456,2 \text{ s} \cdot \text{km/h} = \frac{456,2}{3,6} \text{ s} \cdot \text{m/s} \approx 130 \text{ m}.$$

3-12.

- a) Nopeuden kuvaaja korkeuden funktiona:



- b) Kun raketin lentokorkeus on 76 m, sen nopeus on 19 m/s.



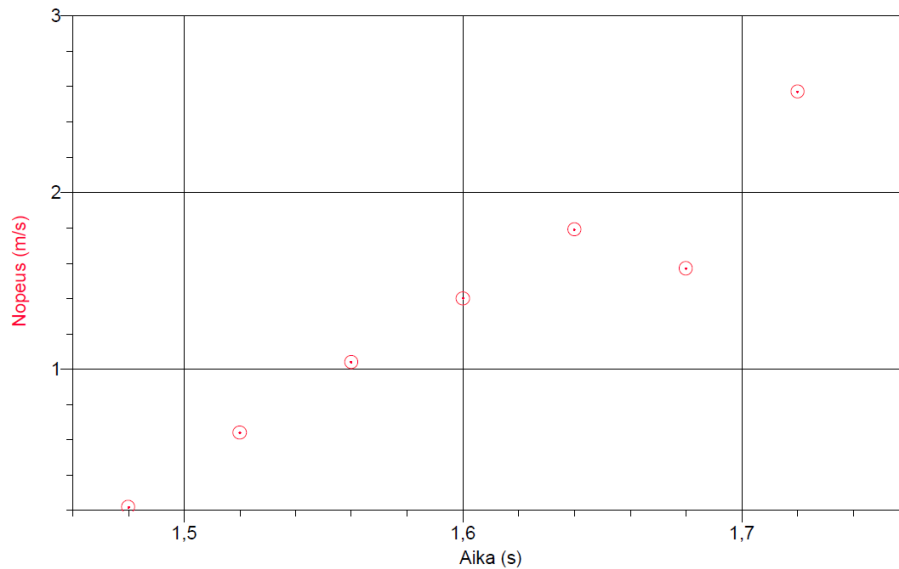
- c) Kun raketti on korkeudella 25 m, sen nopeus on 10,3646 m/s.
Kun raketti on korkeudella 48 m, sen nopeus on 14,9029 m/s.

Raketin keskikiikhtyvyys aikavälillä 4,0... 6,0 s on

$$a_k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{14,9029 \text{ m/s} - 10,3646 \text{ m/s}}{6,0 \text{ s} - 4,0 \text{ s}} \approx 2,3 \text{ m/s}^2.$$

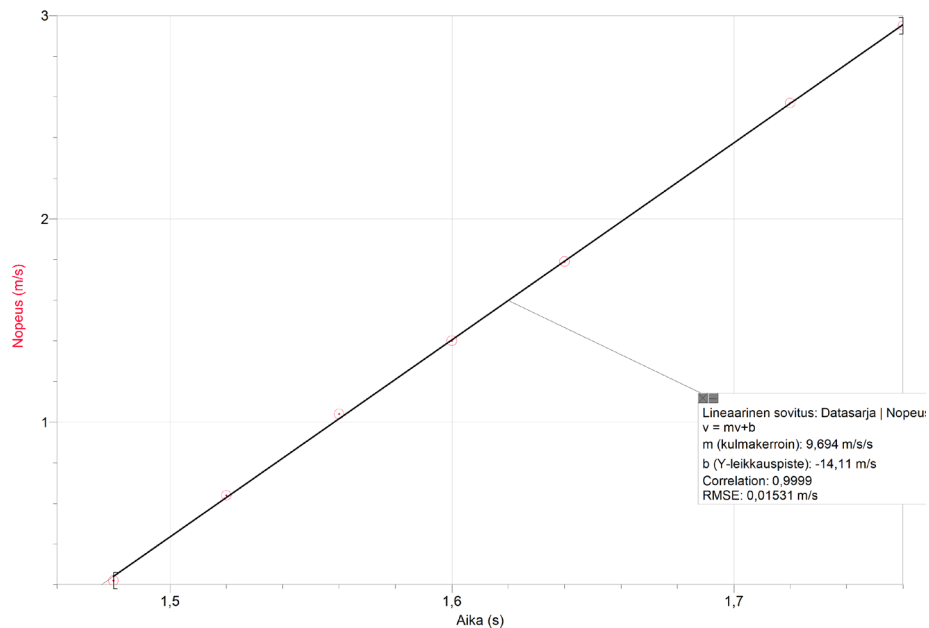
3-13.

Esitetään mittaustulokset t, v -koordinaatistossa.



3 Muuttuva suoraviivainen liike

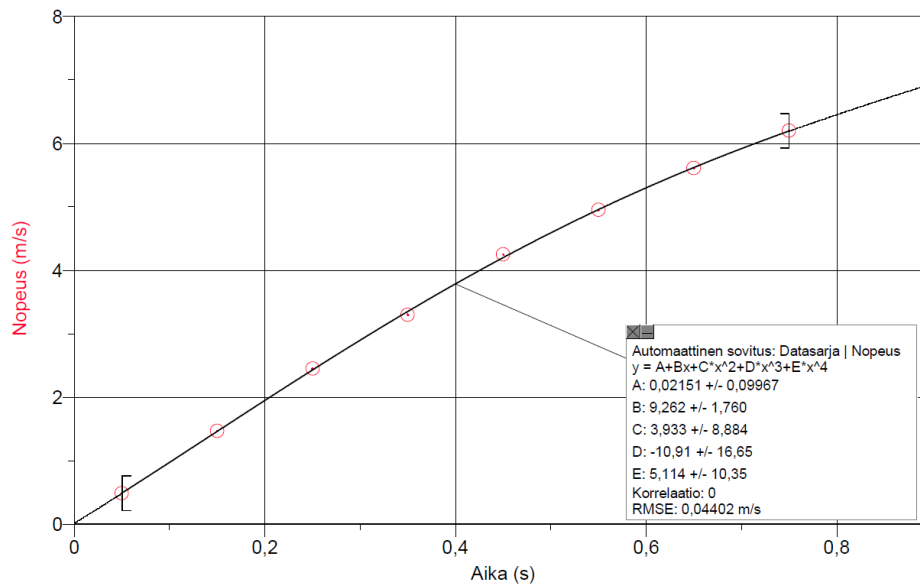
Mittauspisteet näyttäisivät pistettä (1,68 s, 1,57 m/s) lukuun ottamatta asettuvan suoralle; ko. havainto on epäonnistunut (karkea virhe) eikä mittauspistettä huomioida.



Mittausohjelman mukaan pallon putoamiskiihtyvyys on $9,7 \text{ m/s}^2$.

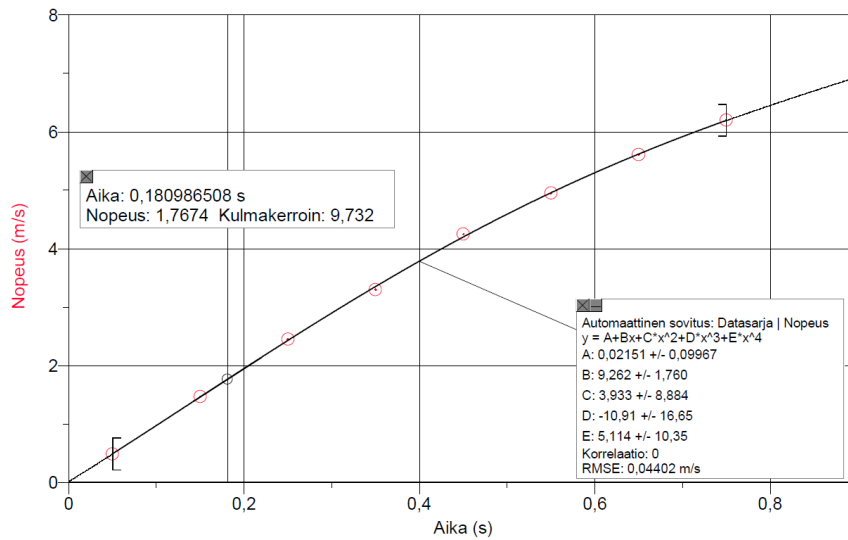
3-14.

a) Nopeuden kuvaaja.



3 Muuttuva suoraviivainen liike

- b) Liikkeellelähdestä lukien aikavälillä 0,0...0,25 s kuvaaja on nouseva suora, joten koripallo on tasaisesti kiihtyvässä liikkeessä ja sen kiihtyvyys on vakio. Sen jälkeen kuvaaja hieman loivenee eikä koripallon nopeus enää kasva samalla tavalla kuin alussa eli kiihtyvyys pienenee. Tämän muutoksen aiheuttaa kasvanut ilmanvastus.



- c) Koska aikavälillä 0,0...0,25 s kuvaaja on nouseva suora, jatketaan suoraa koko mittausalueelle. Kuvaajien erosta ilmenee ilmanvastuksen kasvava vaikutus kappaleen nopeuteen.

