

1 Nopeus ja vauhti tarkoittavat eri asiaa fysiikassa

Tehtävien ratkaisut

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

1-1.

Täydennä.

Vauhti kuvaa liikettä silloin, kun liikkeen suuntaan ei kiinnitetä huomiota ja vain kuljetun matkan pituudella on merkitystä. ***Siirtymä*** kuvaa kappaleen alkua- ja loppupaikan välistä etäisyyttä. ***Nopeus*** on oikea termi, kun tiedämme kappaleen vauhdin ja liikkeen suunnan. Keskimääräistä vauhtia sanotaan ***keskivauhdiksi***. Se voidaan laskea, kun kuljettu ***matka*** jaetaan matkaan kuluneella ***ajalla***. Keskivauhti kuvaa ***keskimääräistä*** vauhtia matkan aikana. Keskivauhdin ja nopeuden ***yksikkö*** on metriä sekunnissa (m/s).

1-2.

Oikein/väärin väittämät

1. Kappaleen ajassa t kulkema matka voidaan esittää muodossa $s = vt$. ***Kyllä//Ei***
2. Keskinopeus kuvaa liikkuvan kappaleen keskimääräistä nopeutta suoraviivaisen liikkeen aikana. ***Kyllä//Ei***
3. Hetkellinen nopeus kertoo kappaleen nopeuden tietyllä hetkellä. ***Kyllä//Ei***
4. Keskimääräistä vauhtia sanotaan keskivauhdiksi. ***Kyllä//Ei***
5. Fysiikassa vauhti ja nopeus tarkoittavat samaa. ***Kyllä//Ei***
Kommentti: Eivät tarkoita samaa. Vauhtia käytetään kuvaamaan liikettä silloin, kun liikkeen suuntaan ei kiinnitetä huomiota ja vain kuljetun matkan pituudella on merkitystä. Kappaleen nopeudesta puhuttaessa on tiedettävä kappaleen vauhdin lisäksi kappaleen suunta.
6. Keskivauhti kuvaa hetkellistä vauhtia matkan aikana. ***Kyllä//Ei***
Kommentti: Ei kuvaa, keskivauhti kuvaa kuinka kappale on keskimäärin edennyt liikkeen aikana.
7. Vauhdin yksikkö voi olla m/s ja km/h. ***Kyllä//Ei***

1-3.

Monivalintatehtävä

- a) Keskinopeudella on
 - **suunta ja suuruus**
 - vain suuruus, mutta ei suuntaa
 - **sama yksikkö kuin hetkellisellä nopeudella.**
- b) Graafinen derivointi tarkoittaa
 - kuvaajan ja x-akselin väliin jäävän pinta-alan määrittämistä
 - kuvaajan piirtämistä derivointiohjelmalla
 - **menetelmää, jossa käyrälle piirretään tangentti ja määritetään sen kulmakerroin.**
- c) Keskivauhti lasketaan
 - jakamalla matkaan käytetty aika kuljetulla matkalla
 - **jakamalla kuljettu matka siihen käytetyllä ajalla**
 - kertomalla kuljettu matka ja aika keskenään.

1 Nopeus ja vauhti tarkoittavat eri asiaa fysiikassa

- d) Kappaleen kulkema matka saadaan
- jakamalla matkaa vastaava keskivauhti matkaan kuluneella ajalla
 - jakamalla matkaan kulunut aika matkaa vastaava keskivauhdilla
 - **kertomalla matkaa vastaava keskivauhti matkaan kuluneella ajalla.**
- e) Mitkä väitteistä ovat oikein?
- Vauhti ja nopeus tarkoittavat samaa asiaa.
 - **Kun tiedämme liikkeen vauhdin ja suunnan, puhumme nopeudesta.**
 - **Keskimääräistä vauhtia liikkeen aikana sanotaan keskivauhdiksi.**
 - **Vauhti kuvaa liikettä silloin, kun liikkeen suuntaan ei kiinnitetä huomiota ja vain kuljetun matkan pituudella on merkitystä.**
 - Ei mikään edellä mainituista.
- f) Ääni kulkee vedessä 1750 m matkan 1,2 sekunnissa. Äänen nopeus vedessä on
- 2100 m/s
 - **1,5 km/s**
 - **1500 m/s.**
 - Ei mikään edellisistä.

1-4.

hevonon	70 km/h
myrskytuuli	25 m/s
pikajuoksija	11 m/s
matkustajalentokone	800 km/h
Maan nopeus radallaan	30 km/s
äänen nopeus ilmassa	340 m/s

1-5.

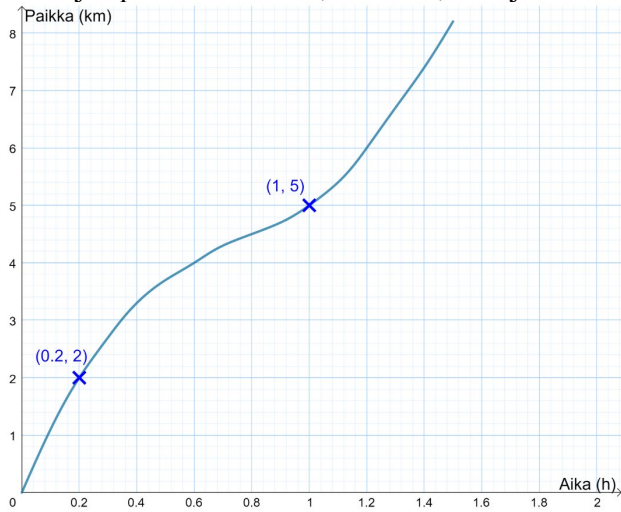
Matka	Aika	Keskivauhti
80 km	4 h	A 20 km/h
B 90 km	1,5 h	60 km/h
210 km	3 h	C 70 km/h
90 km	D 2,0 h	45 km/h
60 km	E 40 min	90 km/h
F 25 km	0,25 h	100 km/h
25 km	G 20 min	75 km/h
18 km	0,75 h	H 24 km/h

1 Nopeus ja vauhti tarkoittavat eri asiaa fysiikassa

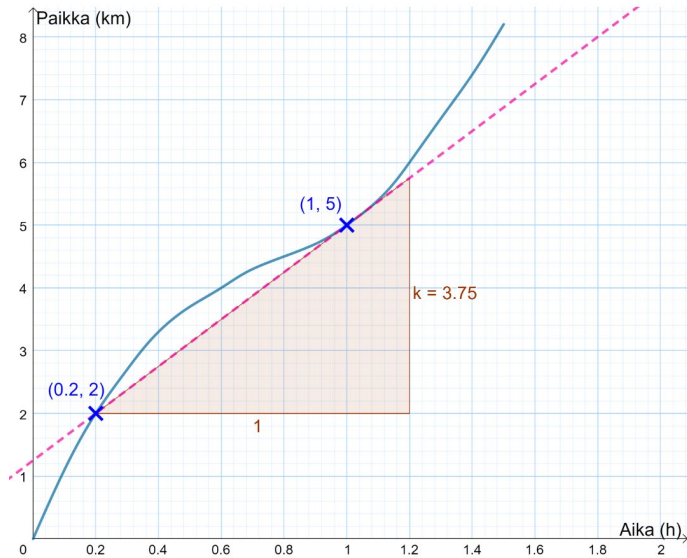
1-6.

GeoGebra-ratkaisu

- a) Kävelijän paikka hetkellä 0,20 h on 2,0 km ja hetkellä 1,0 h on 5,0 km.



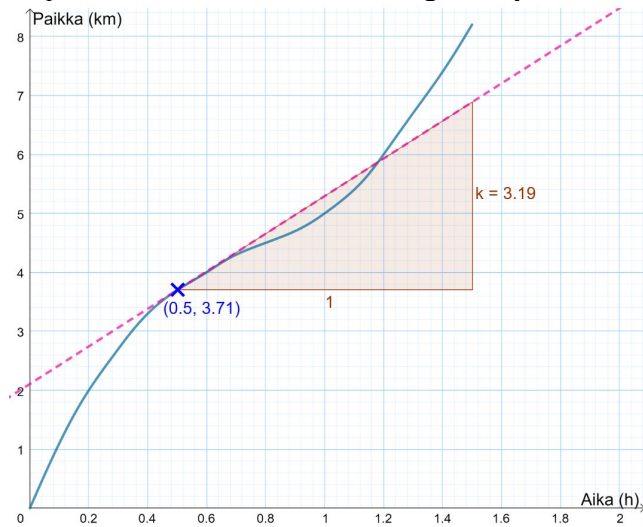
b)



Kävelijän keskinopeus välillä 0,20...1,0 h on $vk \approx 3,8$ km/h.

1 Nopeus ja vauhti tarkoittavat eri asiaa fysiikassa

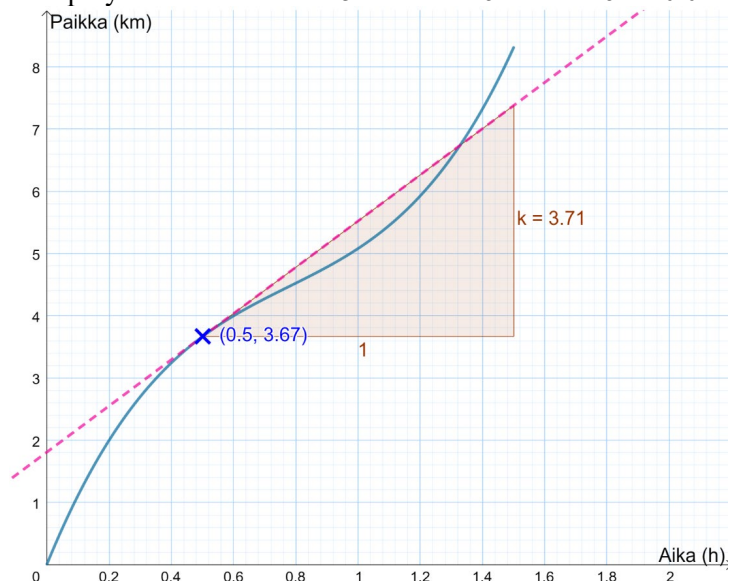
- c) Nopeus hetkellä 0,50 h saadaan tangentin fysikaalisena kulmakertoimena.



Hetkellinen nopeus $v(0,50 \text{ h}) \approx 3,2 \text{ km/h}$.

Huomaa, että vastaus poikkeaa sekä LoggerPro-ratkaisusta että käsin piirrosohjelmalla tehdystä ratkaisusta. Ero johtuu GeoGebran käyttämästä matemaattisesta mallinnuksesta (Splini-sovitus).

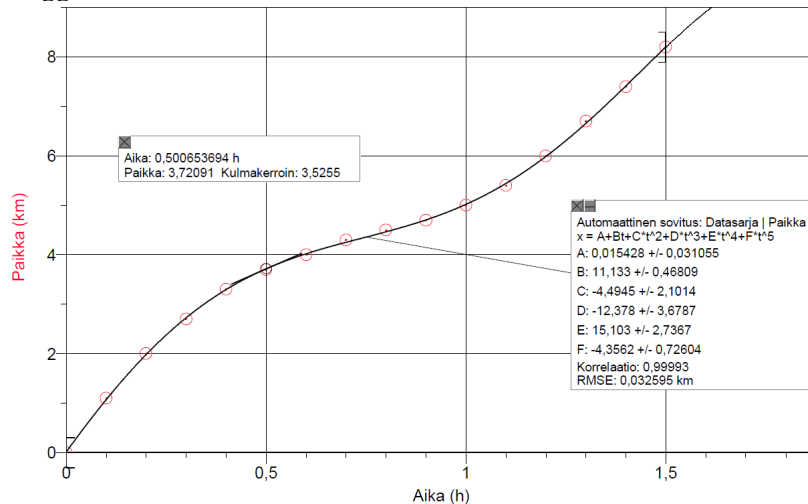
Alla polynomisovelluksella $5.41x^3 - 12.6x^2 + 12.26x + 0.01$ tehty GeoGebra-ratkaisu.



Hetkellinen nopeus $v(0,50 \text{ h}) \approx 3,7 \text{ km/h}$.

1 Nopeus ja vauhti tarkoittavat eri asiaa fysiikassa

LoggerPro -ratkaisu:



Mittausohjelman mukaan $v(0,50 \text{ s}) \approx 3,5 \text{ km/h}$.

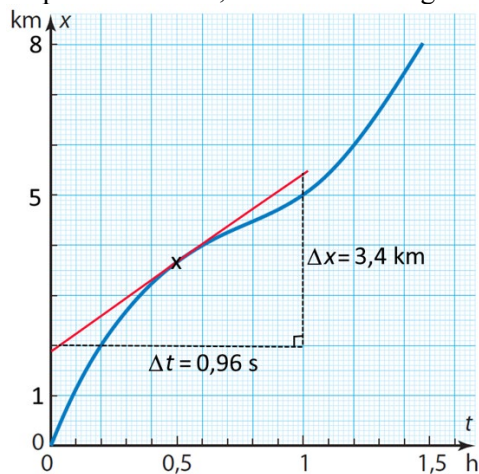
Ratkaisu piirrosohjelman avulla

a) Kävelijän paikka hetkellä 0,20 h on 2,0 km ja hetkellä 1,0 h on 5,0 km.

b) Kävelijän keskinopeus välillä 0,20...1,0 h on

$$v_k = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{5,0 \text{ km} - 2,0 \text{ km}}{1,0 \text{ h} - 0,20 \text{ h}} = \frac{3,0 \text{ km}}{0,80 \text{ h}} \approx 3,8 \text{ km/h}.$$

c) Nopeus hetkellä 0,50 h saadaan tangentin fysikaalisena kulmakertoimenä.



$$\text{Hetkellinen nopeus on } v(0,50 \text{ h}) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3,4 \text{ km}}{0,96 \text{ h}} \approx 3,5 \text{ km/h}.$$

1-7.

a) Signaalin kulku-aika on $t = \frac{s}{v} = \frac{1,5 \cdot 149,5979 \text{ Gm}}{2,99792 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = \frac{1,5 \cdot 149,5979 \cdot 10^9 \text{ m}}{2,99792 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \approx 750 \text{ s}$. (noin 12 min 30 s).

b) Keskivauhti on $v = \frac{s}{t} = \frac{56 \cdot 10^6 \text{ km}}{260 \cdot 24 \text{ h}} \approx 9000 \text{ km/h}$.

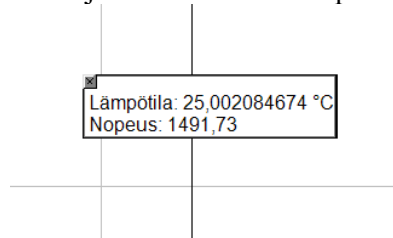
c) ISS etenee 15 minuutissa keskimäärin matkan $s = vt = 7,7 \text{ km/s} \cdot 900 \text{ s} \approx 6900 \text{ km}$.

1 Nopeus ja vauhti tarkoittavat eri asiaa fysiikassa

1-8.

$$t = 62 \text{ ms}$$

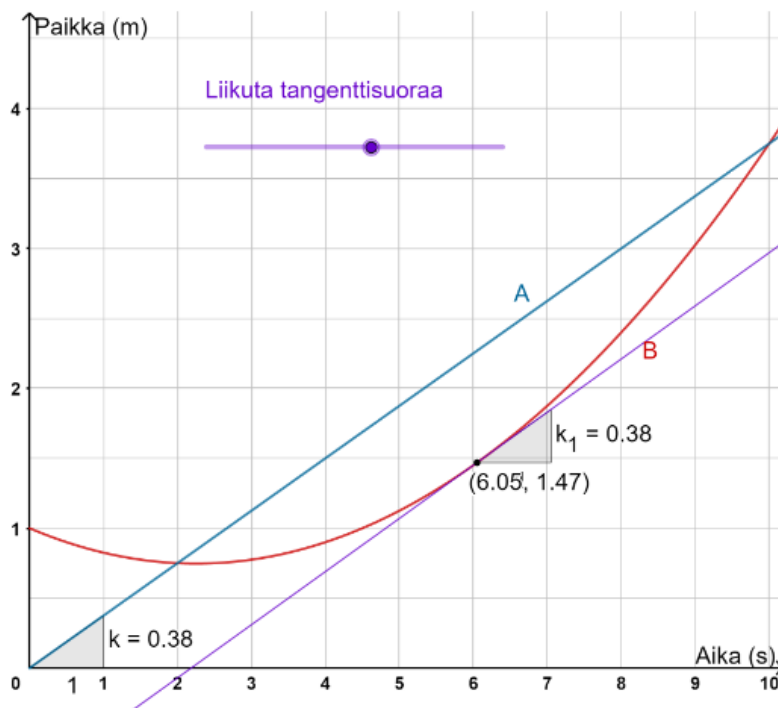
Kuvaajan mukaan äänen nopeus lämpötilassa 25 °C on 1491,73 m/s.



Ääniaaltojen kulkema matka on $s = vt = 1491,73 \text{ m/s} \cdot 0,062 \text{ s} = 92,48762 \text{ m}$. Koska ääniaallot heijastuvat järven pohjasta, järven syvyys on puolet ääniaaltojen kulkemasta matkasta eli noin 46 m.

1-9.

Tutkitaan autojen paikan kuvaajaa.



- a) Aikavälillä 2,0...10,0 s autot liikkuvat suoraviivaisesti, joten niiden kulkemat matkat ovat samat kuin siirtymät. Kuvaajan mukaan kummankin siirtymä aikavälillä 2,0...10,0 s on

$$\Delta x = 3,75 \text{ m} - 0,75 \text{ m} = 3,00 \text{ m}$$

Kummallakin autolla on sama keskinopeus: $v_{kA} = v_{kB} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3,00 \text{ m}}{8,0 \text{ s}} \approx 0,38 \text{ m/s}$.

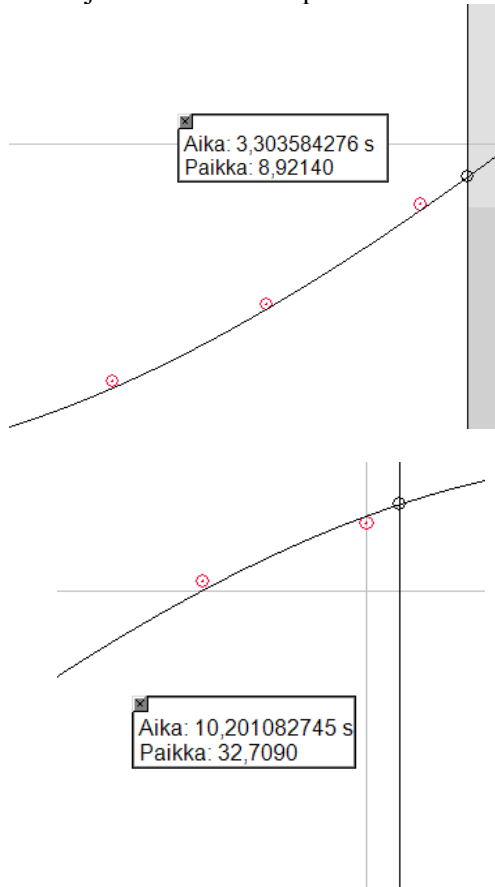
- b) Autoilla on sama nopeus silloin, kun nopeutta kuvaavat käyrien tangenttien fysikaaliset kulmakertoimet ovat yhtä suuret. Auton A nopeus on 0,38 m/s, ja autolla B on sama nopeus hetkellä 6,1 s.

Huomaa, että tangenttisuoraa liikuttamalla voi todeta, että ajanhetki 6,0 s käy myös vastaukseksi.

1 Nopeus ja vauhti tarkoittavat eri asiaa fysiikassa

1-10.

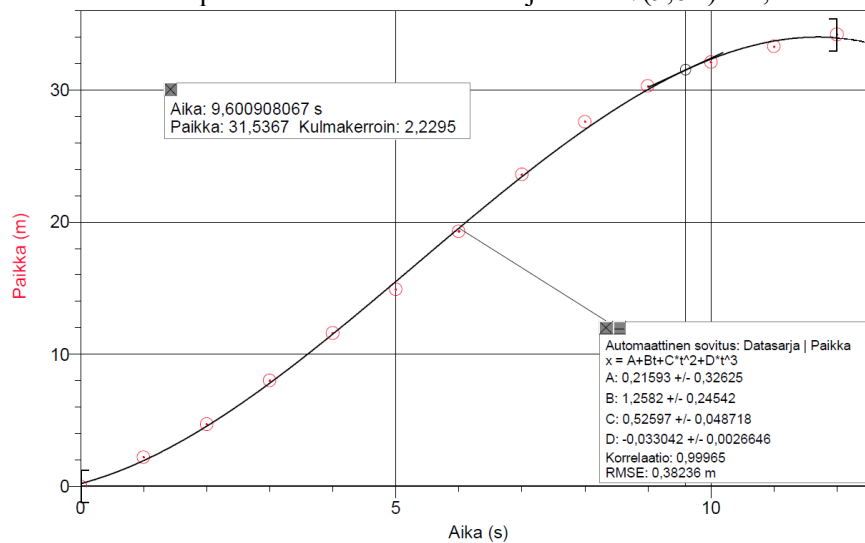
- a) Kuvaajan mukaan auton paikka hetkellä 3,3 s on 8,92140 m ja hetkellä 10,2 s on 32,7090 m.



Keskinopeus välillä 3,3...10,2 s on

$$v_k = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{32,7 \text{ m} - 8,9 \text{ m}}{10,2 \text{ s} - 3,3 \text{ s}} = \frac{23,8 \text{ m}}{6,9 \text{ s}} \approx 3,4 \text{ m/s}.$$

- b) Hetkelliseksi nopeudeksi saadaan mittausohjelmalla $v(9,6 \text{ s}) \approx 2,2 \text{ m/s}$.



1 Nopeus ja vauhti tarkoittavat eri asiaa fysiikassa

1-11.

$$s = 150 \text{ m}, v_{\text{luoti}} = 300 \text{ m/s}, v_{\text{ääni}} = 340 \text{ m/s}$$

$$\text{Luodin lentoaika on } t_1 = \frac{s}{v_{\text{luoti}}} = \frac{150 \text{ m}}{300 \text{ m/s}} = 0,5 \text{ s.}$$

$$\text{Äänen kulkuaika } t_2 = \frac{s}{v_{\text{ääni}}} = \frac{150 \text{ m}}{340 \text{ m/s}} \approx 0,441176 \text{ s.}$$

$$\text{Kysytty aika on } 0,5 \text{ s} + 0,441176 \text{ s} \approx 0,9 \text{ s.}$$

1-12.

$$s = 154 \text{ km}, t_{\text{lähtö}} = 17.35, t_{\text{perillä}} = 18.53, \Delta t = 1 \text{ h } 18 \text{ min}$$

Junan keskivauhti on

$$v = \frac{s}{t} = \frac{154 \text{ km}}{1 \text{ h } 18 \text{ min}} = \frac{154 \text{ km}}{1,3 \text{ h}} \approx 118 \text{ km/h.}$$

$$\text{Huomaa: } 118 \text{ km/h} \approx 33 \text{ m/s.}$$

1-13.

$$s = 126 \text{ km}, v_1 = 95 \text{ km/h}, v_2 = 75 \text{ km/h}$$

Kolmasosaan 126 km:n kokonaismatkasta kulunut aika on

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{42 \text{ km}}{95 \text{ km/h}} \approx 0,442105 \text{ h}$$

ja loppumatkaan

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{84 \text{ km}}{75 \text{ km/h}} = 1,12 \text{ h.}$$

$$\text{Kaikkiaan matkaan meni aikaa } t = t_1 + t_2 = 0,442105 \text{ h} + 1,12 \text{ h} = 1,56211 \text{ h.}$$

$$\text{Keskivauhti tarkkailumatalla oli } v = \frac{s}{t} = \frac{126 \text{ km}}{1,56211 \text{ h}} \approx 81 \text{ km/h.}$$

1-14.

$$\text{Jos voisit ajaa loppumatkan nopeusrajoituksen mukaisesti, aikaa kuluisi } t_1 = \frac{s}{v} = \frac{15 \text{ km}}{100 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0,15 \text{ h.}$$

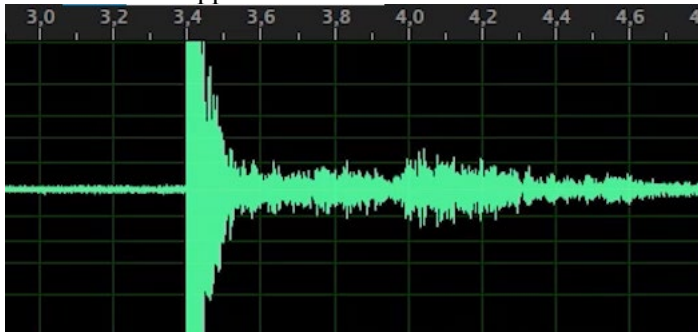
$$\text{Linja-auton perässä ajaen aikaa kuluisi } t_1 = \frac{15 \text{ km}}{95 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \approx 0,157895 \text{ h.}$$

$$\text{Linja-auton ohittamisesta saatava ajansäästö olisi } 0,157895 \text{ h} - 0,15 \text{ h} = 0,0079 \text{ h} \approx 30 \text{ s.}$$

1 Nopeus ja vauhti tarkoittavat eri asiaa fysiikassa

1-15.

Alla on kuvakaappaus videon ääniraidasta:



Videokuvan ääniraidalta ilmenee, että ääni syntyy hetkellä 3,4 s ja kameran mikrofoni vastaanottaa äänen kaiun hetkellä noin 4,0 s. Aikaero on $4,0 \text{ s} - 3,4 \text{ s} = 0,6 \text{ s}$.

Ääniaaltojen kulkema matka on $s = vt = 340 \text{ m/s} \cdot 0,6 \text{ s} = 204 \text{ m}$. Koska ääni heijastuu vastarannalta, järven leveys on puolet ääniaaltojen kulkemasta matkasta eli noin 100 m.

1-16.

$$s = 177 \text{ km}, v_{\text{meno}} = 89 \text{ km/h}$$

- a) Siirtymä yksiulotteisessa liikkeessä on kappaleen paikan muutos: tehtävässä mainittu 161 km on siirtymä. Kuljettu matka on 177 km.

Tampere-Helsinki-Tampere -matkalla siirtymä on nolla ja kuljettu matka 354 km.

- b) Jarin menomatkaan kului aikaa $t_{\text{meno}} = \frac{s}{v_{\text{meno}}} = \frac{177 \text{ km}}{89 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1,98876 \text{ h}$.

Helsingissä käyntiin kului ajoaika

$$t_{\text{meno}} + t_{\text{paluu}} = 1,98876 \text{ h} + 2 \text{ h } 10 \text{ min} = 1,98876 \text{ h} + 2,16667 \text{ h} = 4,15543 \text{ h}.$$

$$\text{Keskivauhti koko matkalla on } v = \frac{s}{t} = \frac{2 \cdot 177 \text{ km}}{4,15543 \text{ h}} \approx 85 \text{ km/h}.$$