

YO Kevät 97 tehtävä 2. Tennispallo pudotettiin kerrostalon eri parvekkeilta. Putoamiseen kuluva aika mitattiin kussakin tapauksessa sekuntikellolla. Oheisessa taulukossa on esitetty pudotuskorkeudet ja putoamisajat, jotka on saatu usean mittauksen keskiarvona.

h/m	7,5	10,6	14,1	17,6
t/s	1,32	1,59	1,80	2,05

- a) Määritä putoamiskiintoisuus sopivaa graafista esitystä hyväksi käyttäen.
 b) Pohdi mittaukseen liittyviä virhetekijöitä ja esitä, miten kyseistä menetelmää voitaisiin parantaa tarkemman g :n arvon saamiseksi.

YO Kevät 97 tehtävä 12. Esitä kuvaus Kirchhoffin lakien demonstroimisesta käyttäen apuna sopivia kytkentäkaavioita. Käytettävissä on kaksi paristoa, kaksi vastusta, jännite- ja virtamittareita sekä johtimia.

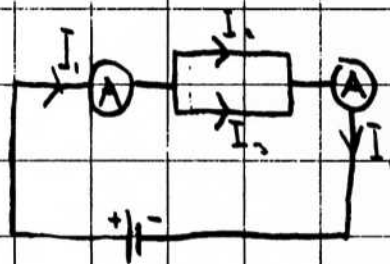
YO Kevät 97 tehtävä 4. Tyttö ajaa polkupyörällä vaakasuoraa tietä pitkin ensin nopeudella 2 m/s ja sitten nopeudella 4 m/s vetäen narun päässä heliumilla täytettyä ilmapalloa. Ilma on tyyni. Piirrä kummassakin tapauksessa selkeä kuvio, josta käyvät ilmi palloon vaikuttavat voimat ja niiden keskinäiset suuruudet. Nimeä voimat.

YO Kevät 97 tehtävä 6. Suihkukone tekee pystytasossa ympyräsilman. a) Esitä kuvioiden avulla lentäjään kohdistuvat voimat silmukan ylimmässä ja alimmassa pisteessä (kone on yläosassa ylösalaisin). b) Koneen nopeus silmukan alimmassa pisteessä on 1500 km/h. Kuinka suuri pitää silmukan säteen vähintään olla, jos lentäjän ja istuimen välinen puristusvoima ei fysiologisista syistä saa ylittää arvoa $9G$ (G on lentäjän paino)?

YO Kevät 97 tehtävä 16+. Tarkastele luonnon rakenteita kvarkeista galakseihin ja rakenteita koossapitäviä vuorovaikutuksia

VII 12.

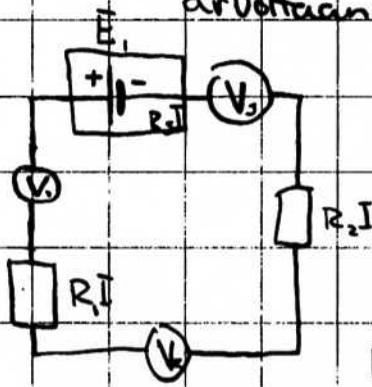
kirchhoffin 1. Johtimessa ennen haarautumista kulke-
neen virran arvo on yhtä suuri kuin
haarautumisen jälkeen



$$I_1 = I_2 + I_3$$

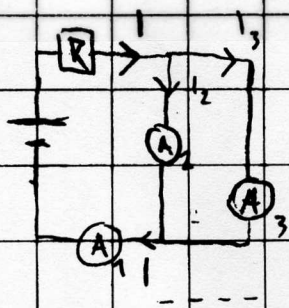
molemmat virtamittarit
näyttävät samaa arvoa

kirchhoffin 2. Piirissä kulkeva jännite pienenee
ollen jännitelähteen toisella puolen
arvoaan 0V



$$E - R_1 I - R_2 I - R_2 I = 0$$

Jos E , on 100 V pienentävät
pariston sisäinen resistanssi
sekä vastukset sen arvo
 V_2 on 0V

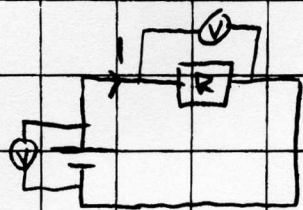


Kirchhoff I

Virtamittari A_1 näyttää samaa lukemaa kuin mittarit A_2 ja A_3 yhteensä.

Virtojen haarautumiskohdassa siihen tulevien virtojen summa on yhtä suuri kuin siitä lähtevien virtojen summa. $I = I_2 + I_3$

Kirchhoff II



Jännitehäviö vastuksessa on yhtä suuri kuin jännitelähteen antama napajännite.

$$U_A = U_{\text{jännitehäviö}} = R \cdot I$$

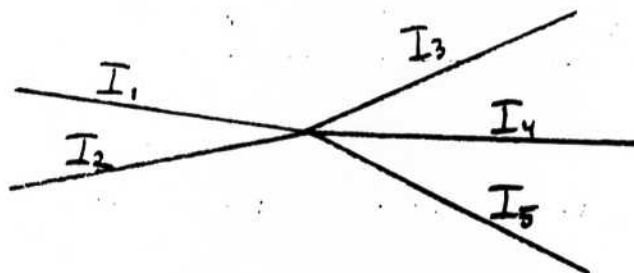
Jännitehäviöiden summa piirissä on yhtä suuri kuin jännitelähteiden antama jännite. Jännite siis menee vastuksissa ja on jossain piirin kohdassa 0.

VII. 12.

Kirchhoffin I laki =
Pisteseen saapuvien virtojen summa
on sama kuin siitä lähtevien virtojen
summa.

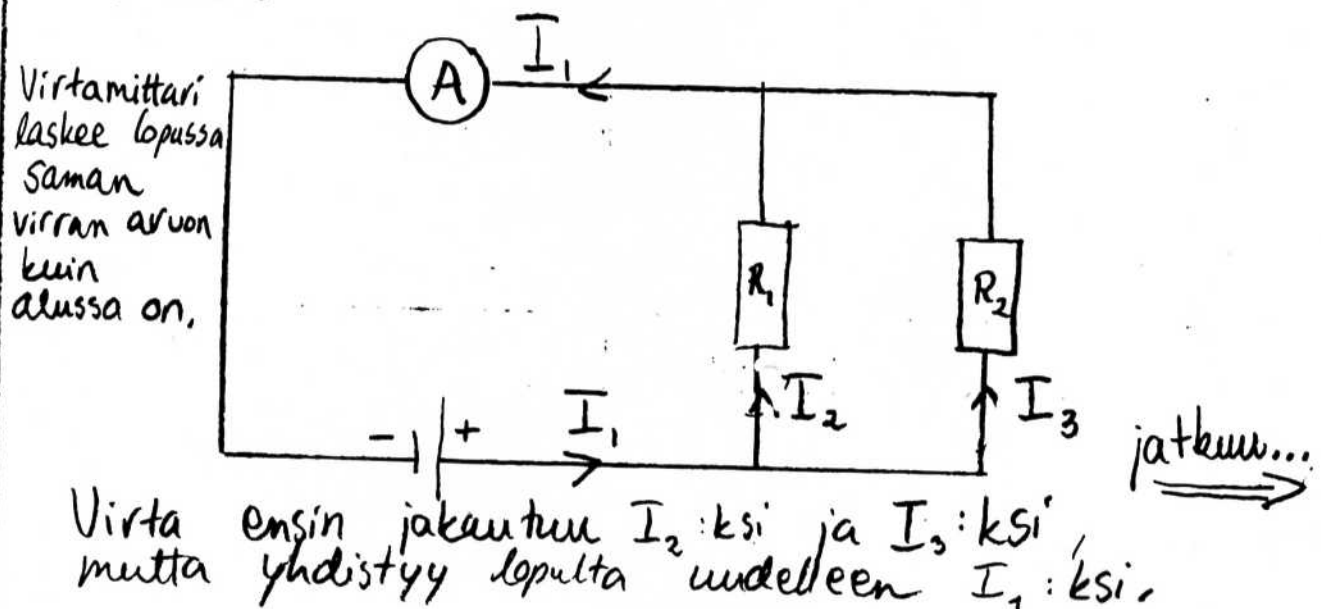
Esim.

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$



Tätä voidaan hyvin havainnollistaa myös
rinnankytkettyjen vastusten kytkentäkaaviolla.

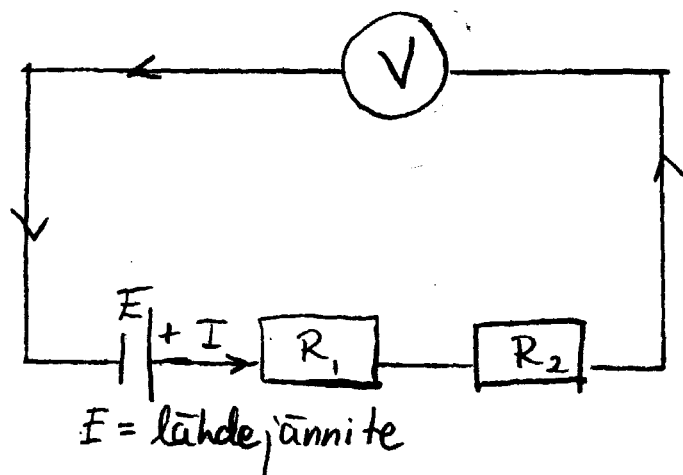
Esim.



Kirchhoffin II laki:

Suljetussa virtapiirissä lähdejännitteiden ja jännitehäviöiden summa on nolla.

Tätä voidaan havainnollistaa esim. -
sarjaan kytkettyjen vastusten kytkentä-
kaaviolla.



Vastuksen resistanssi $R = \frac{U}{I} \Rightarrow U = RI$

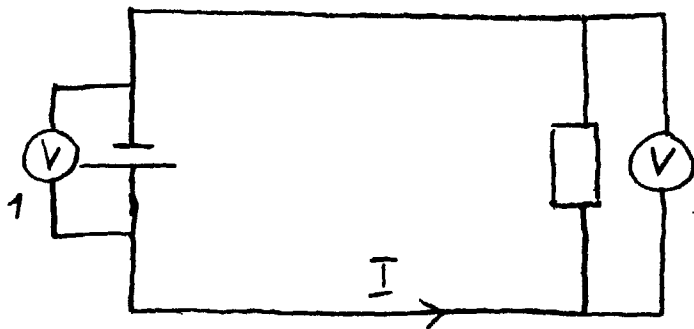
Kirchhoffin II laki:

$$E - R_1 I - R_2 I = 0$$

Sarjaankytkennässä virta säilyy samana,
mutta jännite jakautuu vastuksille.

Kirchhoffin II laki:

Virtapiirien lähdejännitteiden summa on yhtä suuri kuin matkalla tapahtuvien jännitehäviöiden summa.



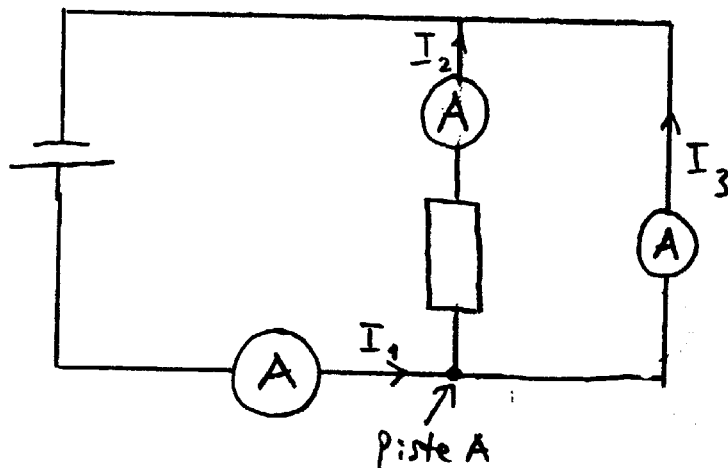
Paristorra on ilmoitettu pariston antama lähdejännite. Pariston napajännite saadaan

mittaamalla kuvan mukaisesti. Mitataan myös vastuksen aiheuttama jännitehäviö. Jännitehäviöt yhteenlaskemalla todetaan summan olevan yhtä suuri kuin paristorra ilmoitettu lähdejännite. (jännitemittarin numero 1 avulla saadaan jännitelähteen sisäisestä resistanssista johtuva jännitehäviö.)

VII/12.

Kirchhoffin I laki:

Virtapöörä (tasavirtapöri) pisteeseen A tulevien sähkövirtojen summa on sama kuin siitä lähtevien virtojen summa.



Mitataan virran I_1 suuruus ylläolevan kytkentäkaavion mukaisesti. Pöörä oleva vastus estää sähkövirran I_2 kulkua resistanssistaan johtuen.

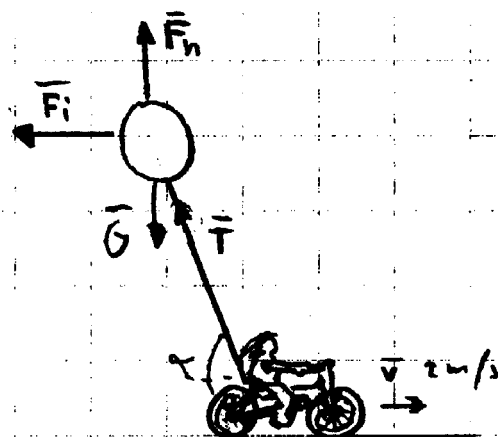
Mitataan virtamittarien avulla myös virrat I_2 ja I_3 , joiden summan todetaan olevan yhtä suuri kuin I_1 .

YO Kevät 97 tehtävä 4. Tyttö ajaa polkupyörällä vaakasuoraa tietä pitkin ensin nopeudella 2 m/s ja sitten nopeudella 4 m/s vetäen narun päässä heliumilla täytettyä ilmapalloa. Ilma on tyyni. Piirrä kummassakin tapauksessa selkeä kuvio, josta käyvät ilmi palloon vaikuttavat voimat ja niiden keskinäiset suuruudet. Nimeä voimat.

VII: 4

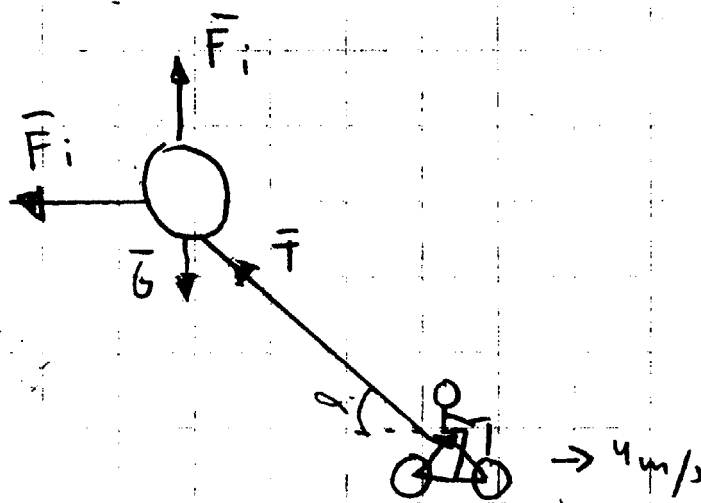
①

Tilanne, jossa nopeus on 2 m/s



②

Tilanne, jossa nopeus on 4 m/s



F_n : heliumin nostovoima

F_i : ilman vastus

Palloon vaikuttavat voimat:

F_i = ilmanvastus, joka aiheuttaa voima, joka pyörittää nopeutta vastustaan pölynsä suuntaan. $\Rightarrow$ B kohdassa voima suurempi, koska nopeus suurempi

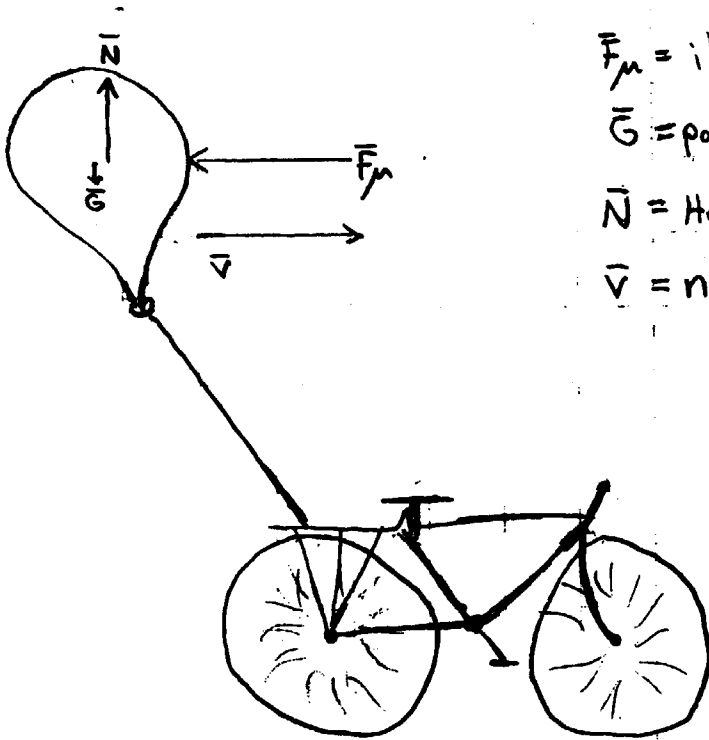
F_h = palloon siinä olevan heittämisen aiheuttama nostovoima, joka pyrkii kohoittamaan palloa, sama A ja B kohdassa

T = langan jännitysvoima, joka vaikuttaa kohti palloa, mikä jännittää langan tilanteissa B tämä voima suurenee, sillä ilmanvastus kasvaa ja jännityskertoja $\propto$ pienenee.

$\vec{G}$ = tämä gravitaatiovoima, joka painaa palloa alaspäin, on sama olemaan molemmissa tilanteissa, sillä pallo massa on sama m. maan $G = mg$. Sama A ja B kohdissa

VII/4.

① nopeus 2 m/s



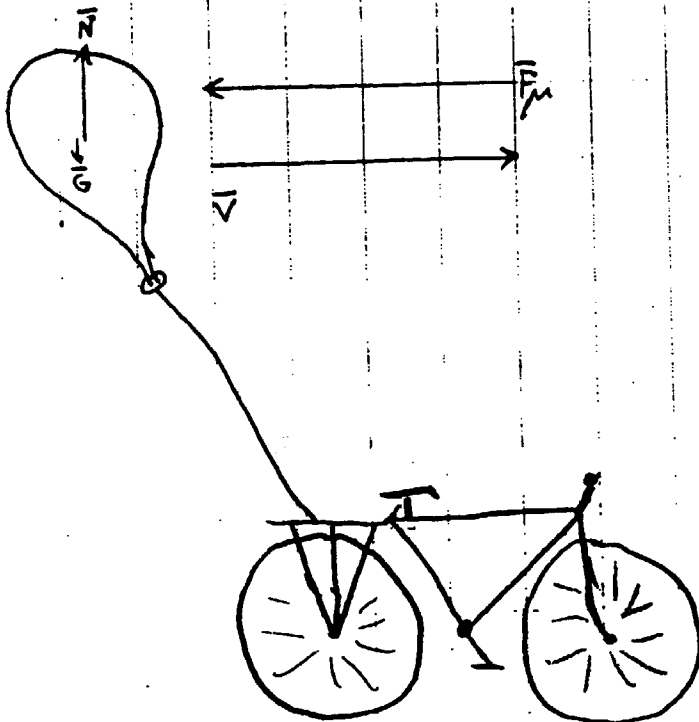
$\vec{F}_m$ = ilmanvastus

$\vec{G}$ = pallon paino

$\vec{N}$ = Heliumin aiheuttama noste

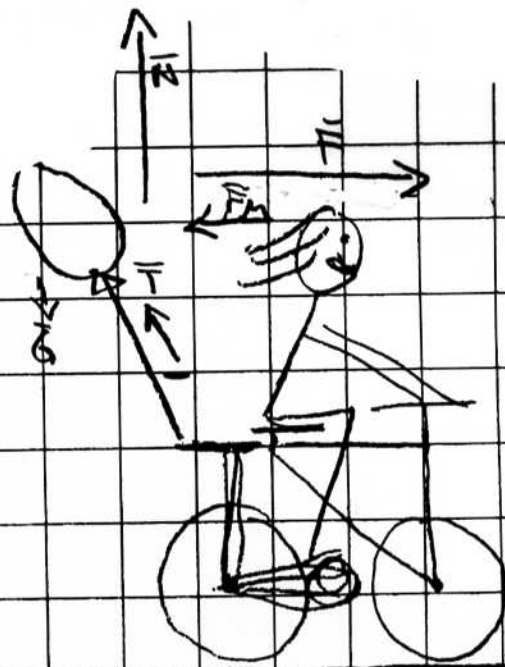
$\vec{v}$ = nopeus

② nopeus 4 m/s

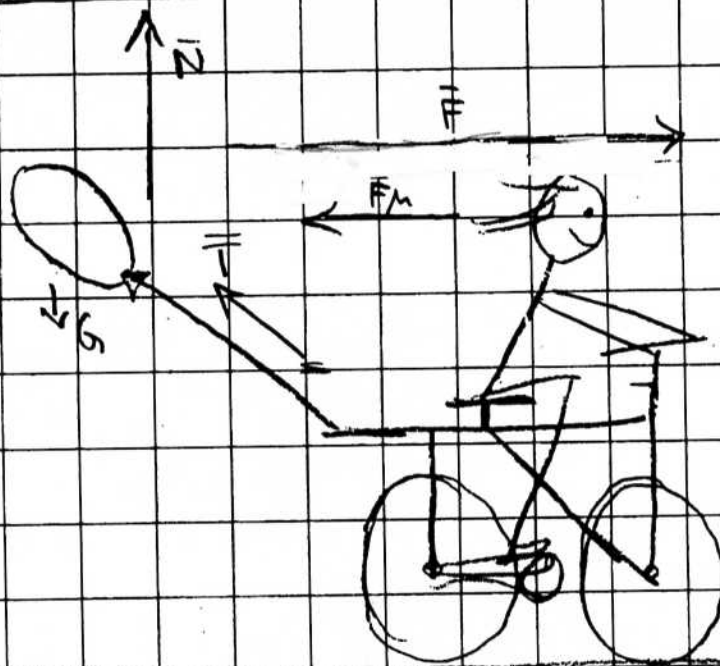


VII: 4

2 m/s



4 m/s



$\vec{N}$ = heliumin

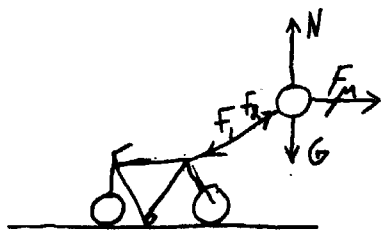
$\vec{G}$ = painovoima

$\vec{F}$ = pyörän liikkeestä aiheutuva vetovoima

$\vec{F}_M$ = ilmanvastus

$\vec{T}$ = langan tukivoima

$$v = 2 \text{ m/s}$$

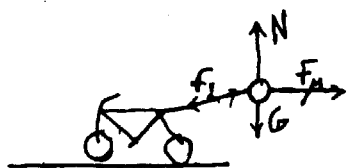


F_{μ} = pallon liikettä vastustava ilman ja pallon välinen kitka
 f_1 = liikkuvan pyörän aiheuttama vetovoima, joka pakottaa pallon sivuttaiseen liikkeeseen

kitkan kanssa. ($f_1 < F_2$). N = ilman aiheuttama noste harvempaa heliumia kohtaan $N > G$

f_2 = narun palloon kohdistama tukivoima. Pitää pallon pyövässä kiinni G = maan vetovoima palloa ja sen narua kohtaan

$$v = 4 \text{ m/s}$$

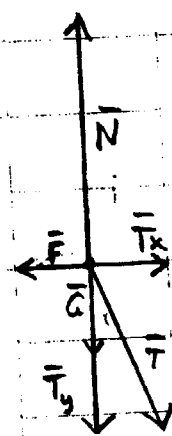
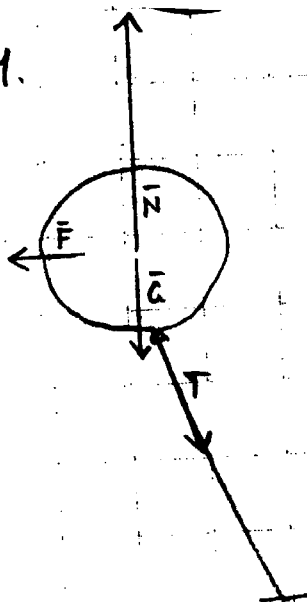
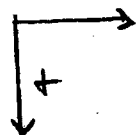


f_{μ} = Nopeuden kasvettua kitka vaikuttaa enemmän kappaleeseen ja pakottaa pallon kul-
 f_2 = vetovoima on myös kasvanut ja narun palloa kohtaan kohdistama tukivoima on suurempi kuin edellisellä nopeudella.

G ja N ovat muuttuneet vain hyvin vähän pallon korkeuden muututtua $N > G$

VII:

4.



pallolla ei ole kiihtyvyyttä, joten voimien summa on nolla, sekä x- että y-suunnassa.

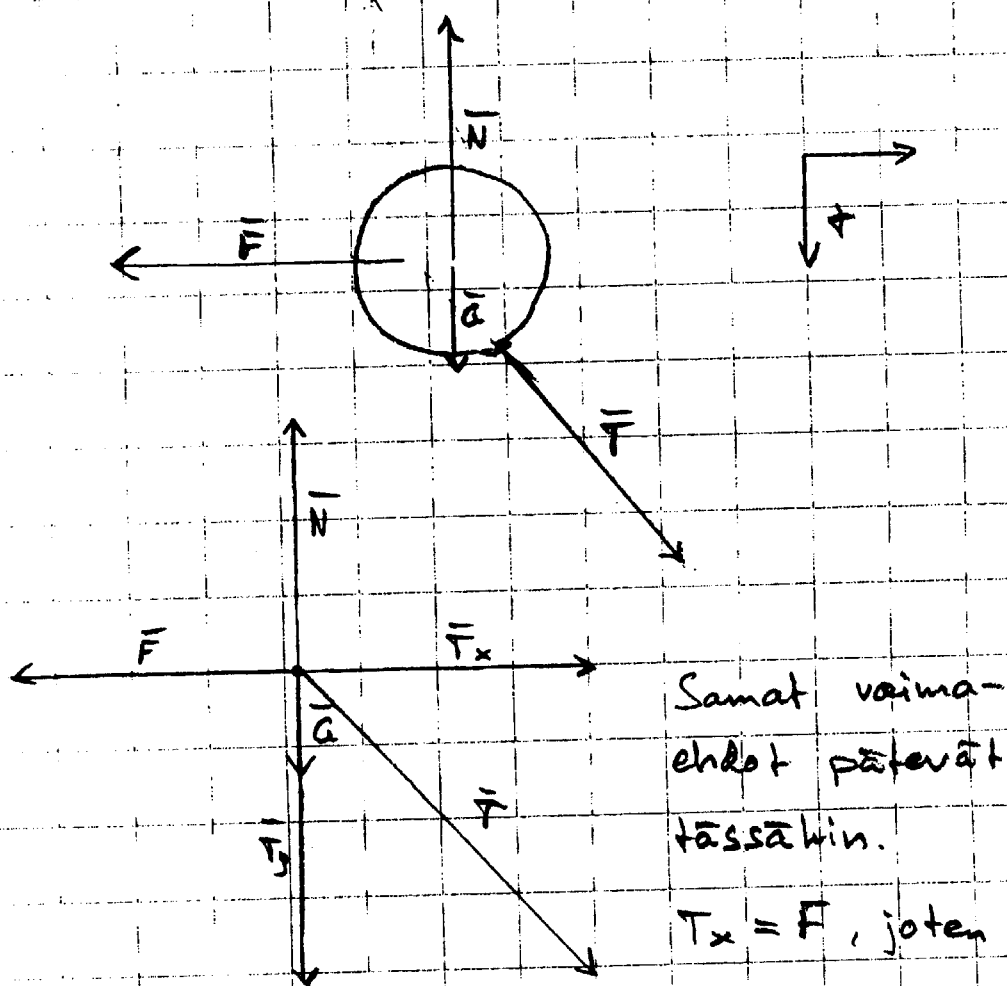
$\vec{T}$ on narun tukivoima, $\vec{G}$ on pallon ja heliumin paino, $\vec{F}$ on ilmanvastuksesta aiheutuva voima ja $\vec{N}$ on noste, joka aiheutuu siitä, että helium on ilmaa harvempaa.

$$\vec{T}_x + \vec{F} = 0 \quad \text{ja} \quad \vec{T}_y + \vec{G} + \vec{N} = 0$$

$$T_x = F \quad \text{ja} \quad T_y + G = N$$

jatkun toisella paperilla

Kun nopeus kasvaa kasvaa myös ilmanvastus. Ja kun nopeus kaksinkertaistuu, ilmanvastus nelinkertaistuu $F \sim v^2$.

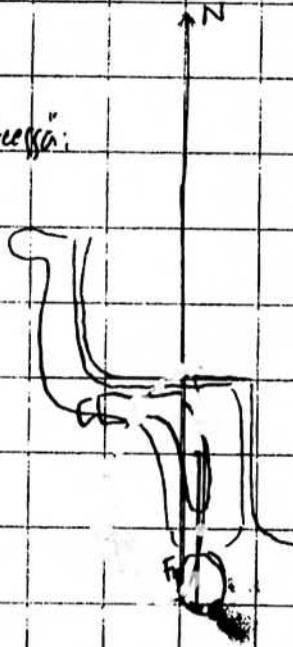


narun tukivoima kasvaa ilmanvastuksen kasvaessa.

YO Kevät 97 tehtävä 6. Suihkukone tekee pystytasossa ympyräsilman. a) Esitä kuvioiden avulla lentäjään kohdistuvat voimat silmukan ylimmässä ja alimmassa pisteessä (kone on yläosassa ylösalaisin). b) Koneen nopeus silmukan alimmassa pisteessä on 1500 km/h. Kuinka suuri pitää silmukan säteen vähintään olla, jos lentäjän ja istuimen välinen puristusvoima ei fysiologisista syistä saa ylittää arvoa $9G$ (G on lentäjän paino)?

VII: 6.

a) ylimmässä pisteessä:



alimmassa pisteessä:

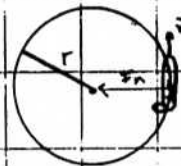


$$b) v = 1500 \text{ km/h} = \frac{1500}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 416,7 \text{ m/s}$$

lentäjän ja istuimen välinen puristusvoima on yhtä kuin keskeisvoima $F_h = 9G = 9mg$

$$F_h = \frac{mv^2}{r} \quad \text{ratkaistaan säde } r$$

$$F_h r = mv^2$$

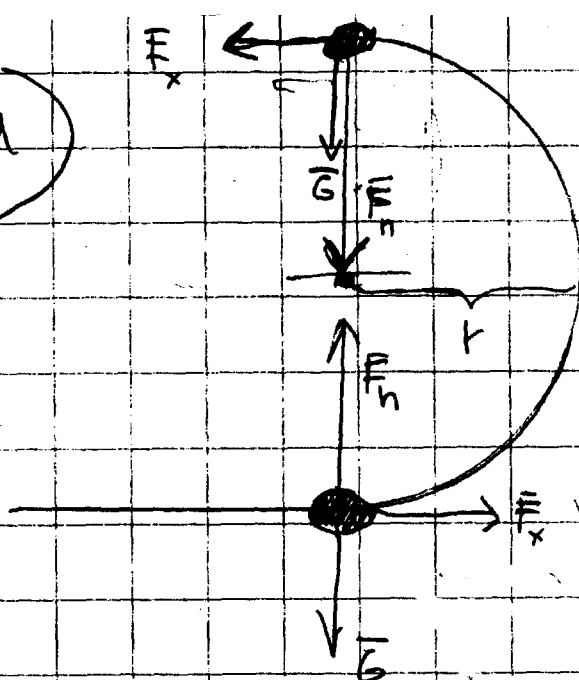


$$r = \frac{mv^2}{F_h} = \frac{mv^2}{9mg} = \frac{v^2}{9g} = \frac{(416,7 \text{ m/s})^2}{9 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 1966,19 \text{ m}$$

$\approx 2 \text{ km}$

V: Silmukan säteen on oltava vähintään 2 km

6. a)



F_x - istuin selkään

F_n on keskeisvoima joka lentäjän istuimen välityksellä pakottaa lentäjän liikeradan kulkemaan.

b) $F_n = m a_n = m \frac{v^2}{r}$

$v = \frac{1500}{3,6} = 416 \frac{2}{3} \frac{m}{s}$

Kun lentäjä on alimmassa pisteessä käyteen välikappaleeseen $9G$:n voima, joka koostuu maan painovoimasta ja keskeisvoimasta.

$F = F_n + G$

$F_n = F - G = 9G - G = 8G$

$F_n = 8mg = m \frac{v^2}{r}$

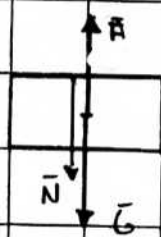
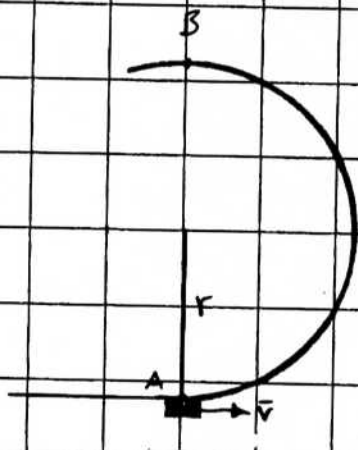
$r = \frac{v^2}{8g} = \frac{(416 \frac{2}{3} \frac{m}{s})^2}{8 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} \approx 2200m$

VAST: Silmukan säteen tulokalla suurempi kuin 2200m

VII Fysiikka tehtävä 6.

$$v = 1500 \text{ km/h} = 416,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

B: yläpisteessä:



A: alimmassa pisteessä:



$\vec{N}$ = alustan (tuolin) tukivoima

$\vec{G}$ = lentäjän painovoima

$\vec{F}$ = keskeiskiihtyvyydestä aiheutuva voima

Lentäjään kohdistuva suurin voima on pisteessä A, jossa $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{N} - \vec{F} - \vec{G} = \vec{0}$$

Newtonin II mukaan

$$N = mg + ma_n$$

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

$$= m\left(g + \frac{v^2}{r}\right)$$

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

$$gmg = m\left(g + \frac{v^2}{r}\right)$$

$$N \leq 9G = 9mg$$

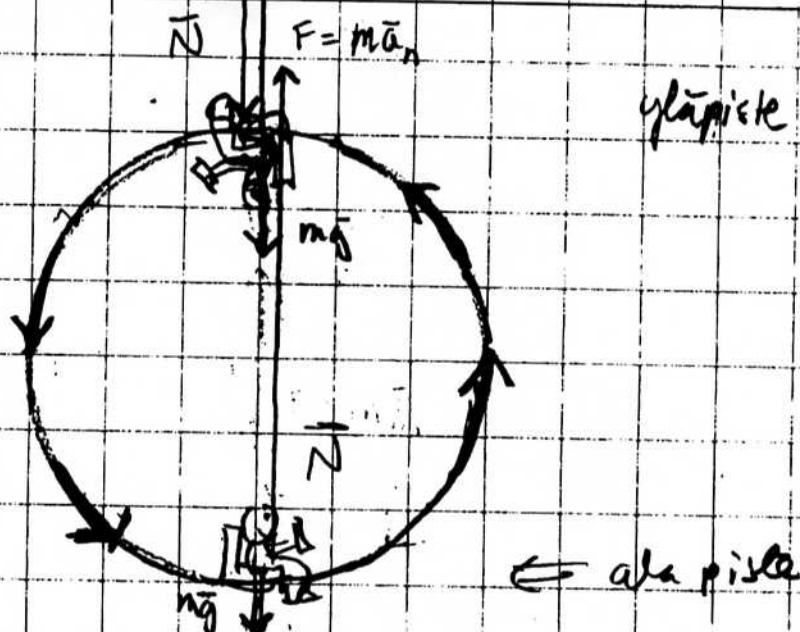
$$g_a - g = \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{v^2}{g_a - g} = \frac{(416,67 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{8 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2212 \text{ m}$$

Vastaus: silmukan säteen on oltava suurempi kuin 2,2 km

VII
6.

a)



b)

dynamiikan peruslain, newtonin II lain perusteella
saamme: $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$$m a \leq \frac{g \cdot m g}{g}$$

$$m \frac{v^2}{r} \leq g \cdot m g$$

$$1 \geq \frac{v^2}{g \cdot g}$$

$$v = 1500 \text{ km/h}$$

$$a \leq g$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

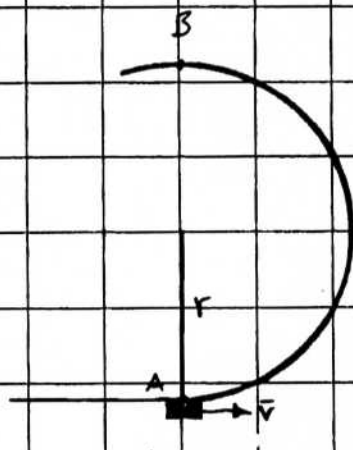
$$\geq 1966,373441 \text{ m} \approx \underline{\underline{2000 \text{ m}}}$$

VASTI: Silmukan säteen pitää olla
vähintään 2000 metriä

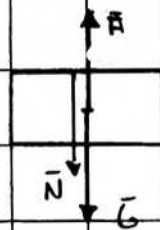
Penkki puristaa lentäjää samalla voimalla, mille
lentäjä puristaa penkkiä. Newtonin III laki
(voiman ja vastavoiman laki)

XII Fysiikka Htärä 6.

$$v = 1500 \text{ km/h} = 416,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



B: yläpisteessä:



A: alimmassa pisteessä:



$\bar{N}$ = alustan (tuolin) tukivoima

$\bar{G}$ = lentäjän painovoima

$\bar{F}$ = keskeiskiihtyvyydestä aiheutuva voima

Lentäjään kohdistuva suurin voima on pisteessä A, jossa $\Sigma \bar{F} = \bar{0}$

$$\bar{N} - \bar{F} - \bar{G} = \bar{0}$$

Newtonin II mukaan

$$\Sigma \bar{F} = m\bar{a}$$

$$N = mg + ma_n$$

$$= m(g + \frac{v^2}{r})$$

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

$$9mg = m(g + \frac{v^2}{r})$$

$$N \leq 9G = 9mg$$

$$9g - g = \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{v^2}{8g} = \frac{(416,67 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{8 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2212 \text{ m}$$

Vastaus: silmukan säteen on oltava suurempi kuin 2,2 km

VII : 6

g ylin piste:



lentäjään vaikuttaa
painovoima $\vec{G}$ alaspäin ja
tuolin tukivoima $\vec{N}$
joka pitää lentäjän
ympyräradalla (tässä tapauk-
sessa myös alaspäinsuuntautuu)

alin piste:



lentäjään vaikuttavat
sumat voimat. Tuki-
voima vaikuttaa vain
ylös päin.

bg Newtonin toisen lain
mukaan

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad \text{tässä tapauksessa}$$

liiketyvyys on normaalihiiketyvyttä,
koska kone on ympyräradalla.



Voimat ovat merkitty viereissä

ratkaisuun:

$$N - G = m a_n$$

$$a_n = \frac{N - G}{m} = \frac{v^2}{r}$$

$$\frac{v^2}{r} = \frac{N - G}{m}$$

$$r = \frac{v^2 m}{N - G}$$

$$G = mg \quad N = 9G = 9mg$$

$$r = \frac{v^2}{8g}$$

$$v = 1500 \text{ km/h} = \frac{1500 \text{ m}}{3.6 \text{ s}}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$r = 2212 \text{ m}$$

silmukan säde tulee olla
yli 2200 m, käytännössä kuitenkin
paljon enemmänkin

YO Kevät 97 tehtävä 2. Tennispallo pudotettiin kerrostalon eri parvekkeilta. Putoamiseen kuluva aika mitattiin kussakin tapauksessa sekuntikellolla. Oheisessa taulukossa on esitetty pudotuskorkeudet ja putoamisajat, jotka on saatu usean mittauksen keskiarvona.

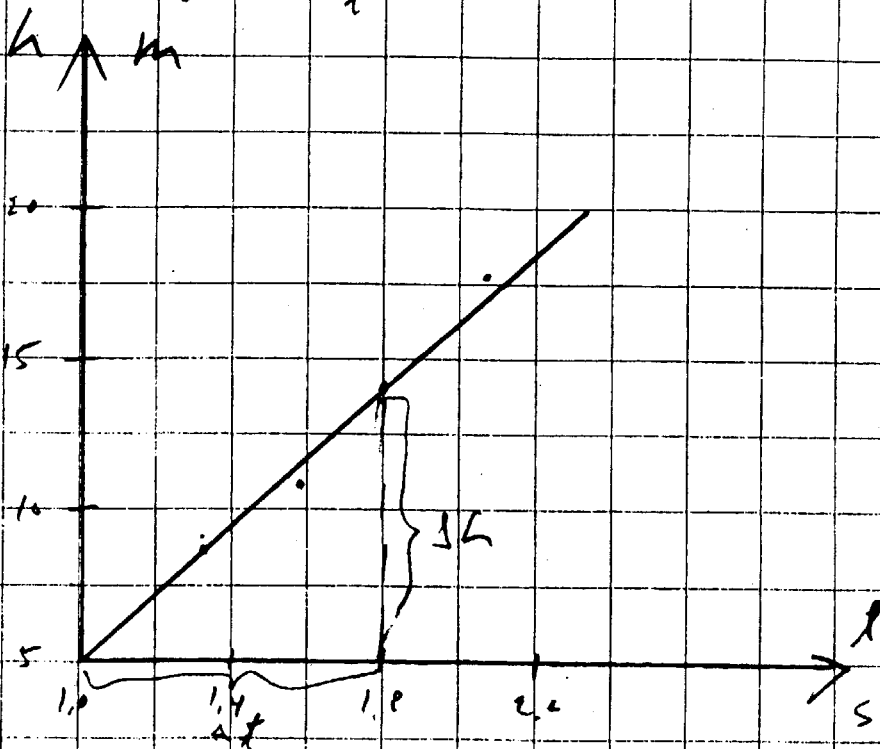
h/m	7,5	10,6	14,1	17,6
t/s	1,32	1,59	1,80	2,05

a) Määritä putoamiskiihtyvyys sopivaa graafista esitystä hyväksi käyttäen.

b) Pohdi mittaukseen liittyviä virhetekijöitä ja esitä, miten kyseistä menetelmää voitaisiin parantaa tarkemman g :n arvon saamiseksi.

$$VII: 2. \quad s = \frac{1}{2} at^2, \text{ joten}$$

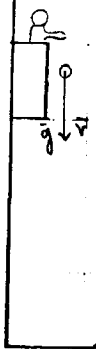
$$\text{tilanteessa } a = g. \quad h = \frac{1}{2} gt^2 \\ \Rightarrow g = \frac{2h}{t^2}$$



Saadon suoran joulukin-
kulkunopeus on g

$$g = \frac{\Delta h}{\Delta t} \approx \underline{\underline{10 \text{ m/s}^2}}$$

VII: 2



$$a) v = v_0 + gt$$

ajatellaan alkunopeuden v_0 olevan 0.

$$\text{Tällöin } v = gt$$

(Oikeasti $-v = -gt$, sillä nopeus ja putoamiskiihtyvyys ovat alaspäin, mutta

miinusmerkit voidaan jättää pois.)

h/m	t/s	$v = \frac{h}{t} / m/s$
7,5	1,32	5,68
10,6	1,59	6,67
14,1	1,80	7,83
17,6	2,05	8,59

Käytetään (t, v) koordinaattiparia, jolloin g on puoran fyysikaalinen kulmaarvo.

Kuvaja millimetripaperilla.

$$g = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8,30 \text{ m/s} - 1,30 \text{ m/s}}{1,95 \text{ s} - 0,30 \text{ s}} = \frac{7 \text{ m/s}}{1,65 \text{ s}} = 4,24 \text{ m/s}^2$$

V : putoamiskiihtyvyys on $4,24 \text{ m/s}^2$

VII: 2

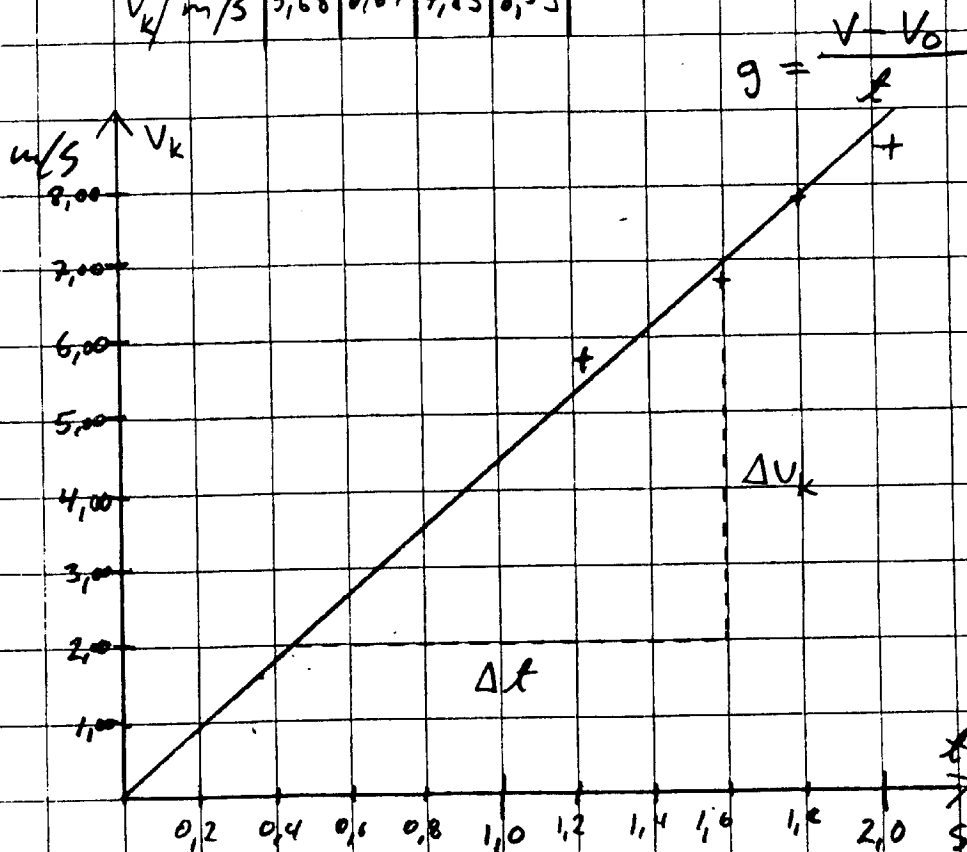
ℓ = putoamisaika $V_0 = 0$

a)

V = nopeus

$$V_k = V_0 + \frac{s}{\ell} = \frac{s}{\ell}$$

t/s	1,32	1,53	1,80	2,05
$V_k/m/s$	5,68	6,67	7,83	8,59



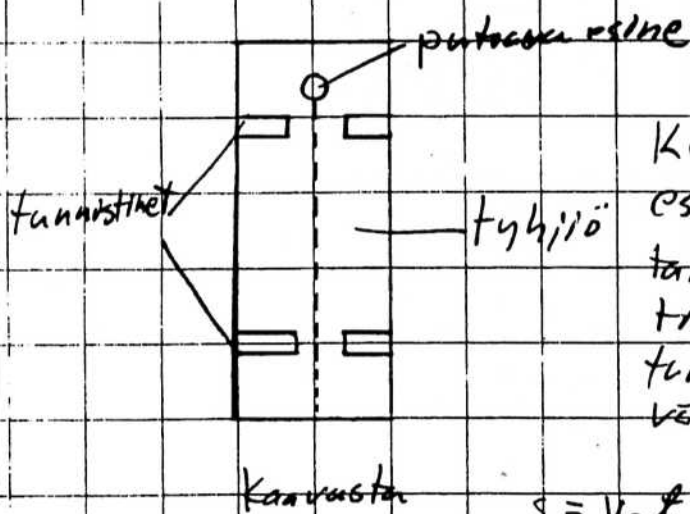
liikitys on suoran Fysiik. kulmakerto.

$$\frac{\Delta V_k}{\Delta t} = \frac{7,00 \text{ m/s} - 2,00 \text{ m/s}}{1,60 \text{ s} - 0,44 \text{ s}} = \frac{5,00 \text{ m/s}}{1,16 \text{ s}}$$

$$V_k = \frac{V_0 + V}{2} = \frac{V}{2} \Rightarrow V = 2 V_k \Rightarrow g = \frac{2 \Delta V_k}{\Delta t} = \frac{10,00 \text{ m/s}}{1,16 \text{ s}} = 8,62 \text{ m/s}^2$$

V = putoamisliikitys on $8,6 \text{ m/s}^2$

- b) Mittauksessa virheitä aiheuttavat mm. ilmanvastus, virheet ajanotossa ja putoamismatkan mittausvirheet. Ajanotkovirheet voivat johtua kellojen edustamisesta/jättämisestä, mittausvirheet esim. mitan lämpölaajenemisesta. Mittausmenetelmää voitaisiin parantaa suorittamalla mittaus laboratorio-olosuhteissa. Esimerkki:



Ko. koejärjestelyssä ei esiinny ilmanvastusta. tarkasti ajatetaan varmistamme tietokoneeseen liitetyillä tunnistimilla, joiden välillä tutkitaan

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{ratkaistaan } a.$$

($v_0 = 0$)