

Tehtävä 1

Edellisen työselostuksen perusteella todetaan tunnetuksi, että:

$$\ln(x + \Delta x) \approx \ln(x) + \frac{\sigma_x}{x} \quad (1)$$

Näin olleen kun tiedetään että massalla m on vakiotarkkuus σ_m (1g), niin $\ln m$ on Kaavan 1 perusteella

$$\text{Tarkkuus } \ln(m) \text{ on } \frac{\sigma_m}{m} \xrightarrow{\text{sijoitus } 1g} = \frac{1g}{m} \quad (2)$$

Ja sitten $\ln v$ on samalla tavalla:

$$\text{Tarkkuus } \ln(v) \text{ on } \frac{\sigma_v}{v} \xrightarrow{\text{sijoitus}} 0.05 \quad (3)$$

Tehtävä 2

Tehtäväännosta tiedetään että putoavalle kartiolle pätee:

$$mg = \gamma v^n \quad (4)$$

Jossa m on kartion massa (muuttuja), g putoamiskiihtyvyys maan pinnalla (vakio, 9.81 m/s^2), γ on ilmanvastuskerroin (vakio, 0.5 kartiolle), v on rajuopeus (muuttuja), ja n on reaaliluku jota määritetään.

Tämän riippuvuuden voidaan kirjoittaa muotoon:

$$\ln(m) = \ln\left(\frac{\gamma}{g}\right) + n \ln(v) \quad (5)$$

Kaavan 4 perusteella saadaan:

$$v = \sqrt[n]{\frac{mg}{\gamma}} \quad (6)$$

Saatua Kaava 6 käytetään tässä tehtävässä v :n arvojen laskemiseksi.

Edellisestä tehtävästä tunnetaan epätarkkuudet, joten saadaan

Kuvasta 1 nähdään että **y-akselin vaikutus on huomattavasti pienempi kuin x-akselin vaikutus kulmakertoimeen.**

Tehtävä 3

Suoran sovitus monisteesta sivulta 14 lasketaan apusuure D :

$$D = \sum_i \frac{1}{\sigma_i} \sum_i \frac{x_i^2}{\sigma_i^2} - \left(\sum_i \frac{x_i}{\sigma_i^2} \right)^2 \quad (7)$$

jossa x_i on datasarja, ja σ on epätarkkuus alaviitteen suhteen.

Kaavaa 7 hyödyntäen saadaan suoran kulmakertoimen virhe, joka on

$$\sigma_{kulmakerroin}^2 = \frac{1}{D} \sum_i \frac{1}{\sigma_i} \quad (8)$$

Käyttäen kaavaa 8 saadaan tarkkuudeksi mikäli m on 10 g välein 20 – 60:

$$\sigma_n/n = 1.661 * 10^{-8} \quad (9)$$

Tehtävä 4

Hyödyntäen Kaavan 9 antamaa lauseketta toistetaan lauseke kun m on 5, 10 ja 20 g välein.

Saadaan tuloksiksi:

$$\frac{\sigma_{n,5g}}{n_{(=9)}} = 2.647 * 10^{-5} \quad (10)$$

$$\frac{\sigma_{n,10g}}{n_{(=5)}} = 5.764 * 10^{-5} \quad (11)$$

$$\frac{\sigma_{n,20g}}{n_{(=3)}} = 1.061 * 10^{-4} \quad (12)$$

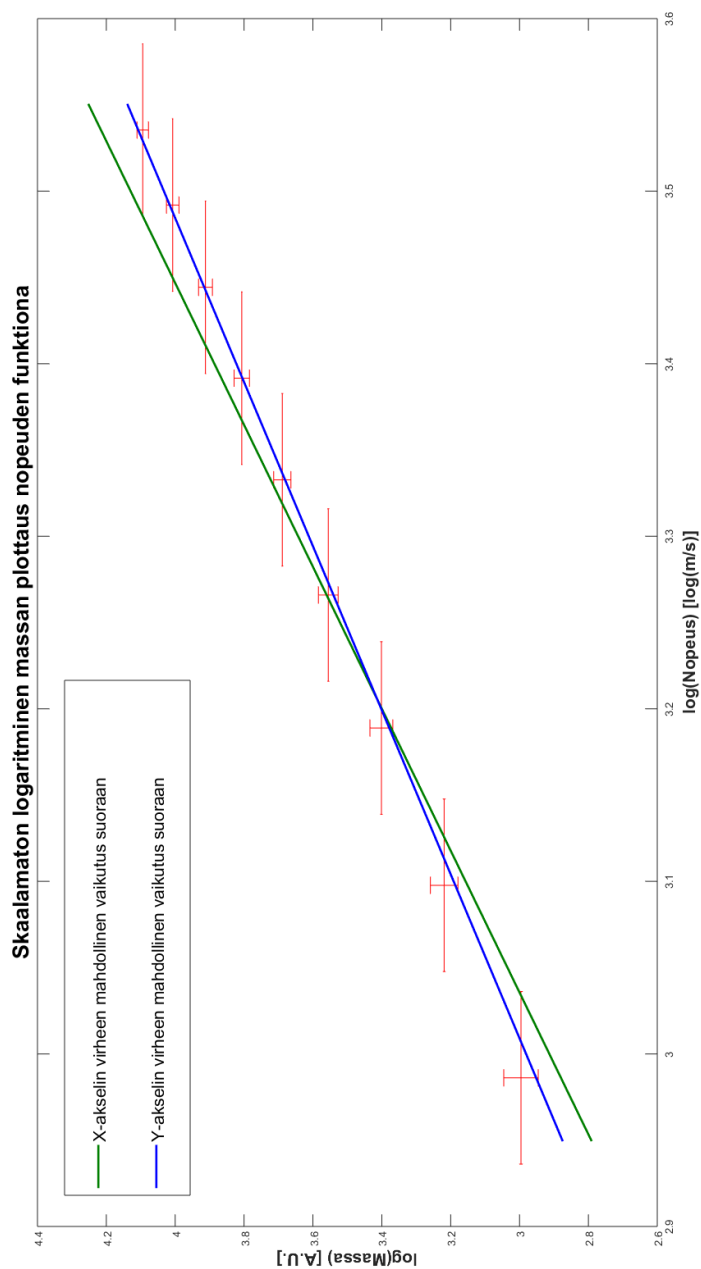
Näistä nähdään että **paras tarkkuus saavutetaan kun mitataan 10 g välein.**

Huomautus: Koodit tehtävään 4 ovat teht3.m :ssa, kun Tehtävä 3 on vain yksi osatapaus 4. tehtävästä.

Viitteet

[1] AOL 1-2 Työohje, Helsingin yliopisto, 2016.

- [2] AOL 1-2, Työphje, *Kirjallisuus: Suoran sovitus*, https://moodle.helsinki.fi/pluginfile.php/1228496/mod_resource/content/2/pns_sovitus.pdf 2016.



Kuva 1: Tehtävän 2 kuvaaja, joka esittää massan ja nopeuksien logaritmista riippuvuutta virhepalkineen. Punaisena mittauspisteet ja molempien akselien virhepalkit, sinisena y-akselien poikkeaman mukaan sovitettu suora ja vihreänä x-akselin mukainen.