

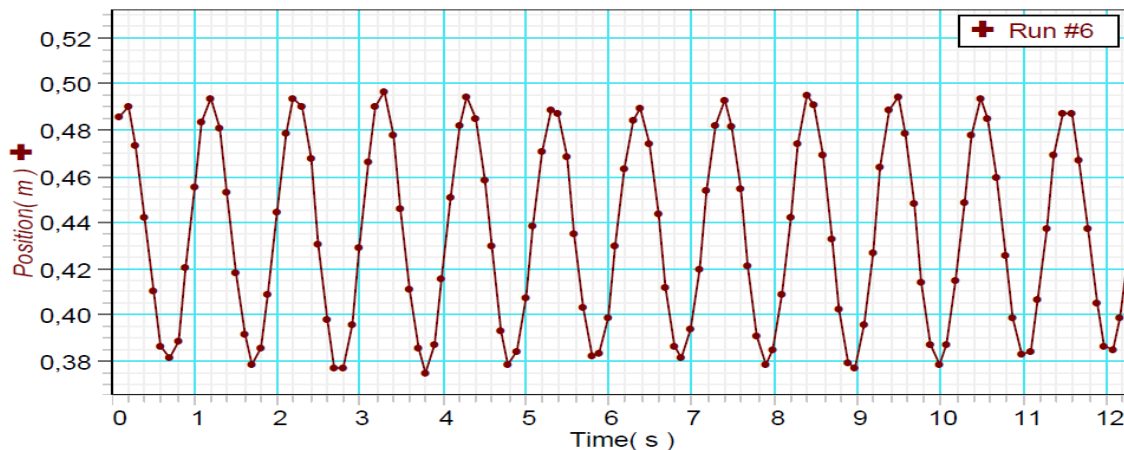
Vastaa viiteen tehtävään!

1. Kun ilmanvastus jätetään huomiotta, heittoliikkeen kantama saadaan lausekkeesta

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g},$$

missä  $v_0$  on lähtönopeus,  $\alpha$  lähtökulma horisontaalitasoon nähden ja  $g$  maan vetovoiman kiihtyvyys. Suureiden  $v_0$ ,  $\alpha$  ja  $g$  virheet oletetaan satunnaisiksi. Mikä on kantaman virhe, kun  $v_0 = 2,00 \pm 0,03$  m/s,  $\alpha = 30 \pm 1^\circ$  ja  $g = 9,82 \pm 0,01$  m/s<sup>2</sup>.

2. Jousen jousivakio voidaan määrittää jouseen ripustetun punnuksen heilahdusajan avulla. Alla olevassa kuvassa on esitetty jousen varassa värähtelevän punnuksen etäisyys suoraan alapuolella olevaan liikeanturiin. Näytteenottotaajuus on 10 Hz. a) Esitä erilaisia tapoja heilahdusajan määrittämiseksi (virheineen) annetusta kuvaajasta (3 kpl riittää täysiin pisteisiin) b) Jousivakio halutaan määrittää 1 % tarkkuudella annettua dataa käyttäen. Millainen tarkkuus tällöin vaaditaan heilahdusajalle  $T$  ja onko sitä mahdollista saavuttaa? Perustele vastauksesi! Jousivakio  $k$  saadaan kaavasta  $T = 2\pi\sqrt{m/k}$ , missä  $m$  on punnuksen massa. Massan virhe on merkityksettömän pieni ( $m = 200$  g, tarvitaankohan sitä missään!).



3. Olkoot  $x_1, x_2, \dots, x_N$  otoksia normaalijakaumasta, jonka leveysparametri on  $\sigma$ . Mitä tällöin oletetaan yksittäisten havaintoarvojen virheestä? Lähtien liikkeelle keskiarvon lausekkeesta johda virheen etenemislakia hyväksi käyttäen virhearvio keskiarvolle. Mitä tulokseksi pitäisi tulla?

4. Erään radioaktiivisen aineen puoliintumisajaksi mainitaan kirjallisuudessa ( $21 \pm 1$ ) s, ( $20,3 \pm 0,4$ ) s ja ( $20,6 \pm 0,2$ ) s. a) Miten yhdistät tulokset ja mikä on kaikki mittaustulokset huomioon ottava puoliintumisaika virherajoineen. Perustele vastauksesi.
5. Mihin ilmiöihin lämpötila-anturi voi perustua? Kurssimonisteessa on mainittu viisi ilmiötä (muitakin lämpötilan mittaamisen mahdollistavia ilmiöitä on). Kuvaile lyhyesti yhtä kuhunkin ilmiöön perustuvaa anturin toteutusta (yksi anturi per ilmiö).
6. Radioaktiivisten  $^{137}\text{Cs}$ -ydinten hajoamista mitattaessa saatiin oheisen kuvan mukainen gammaspektri. Ytimessä gammasiirtymällä on tarkka energia, mutta spektrissä nähdään Gaussin käyrän muotoinen piikki, jonka keskikohta osuu siirtymäenergian kohdalle. (Leveneminen johtuu gammasäteilyn ja aineen vuorovaikutustavasta ja ilmaisimen ominaisuuksista) Määritä kuvan tietoja hyväksikäyttäen siirtymän energia virheineen. Spektrissä askelväli on 0,5 keV. (vihje: puoliarvon leveys  $\text{FWHM} = 2,35\sigma$ )

