

## Fysiikka 1 / Kevät 2017 / Kaski / TVT17SPL

Opettaja: Jaakko Kaski

email: [jaakko.kaski@oamk.fi](mailto:jaakko.kaski@oamk.fi)

työhuone: Oulu / Kotkantie 1 / huone 3354, 3.krs kahvihuoneen vieressä

postilaatikko: 3. krs, hissiä vastapäätä

yhteydenotot: sähköpostilla

**Laittevaatimukset:** Tarvit tietokoneen, Arduinon, Analogisen Kiihtyvyyssanturin (GY-61) ja Ultraäänitutkan HC-SR04. Ala heti selvittelemään mistä nämä on saatavilla. dx.com-sivulta anturit saa aika edullisesti, joten kätevää on tilata ne itselle jos kukkaro kestää muutaman euron sijoituksen. Koululla laitteita on lainattavissa aika paljon.

**Oppimateriaaliksi** riittä tämä dokumentti ja Oivassa olevat materiaalit.

**Suoritukset:** Kurssin aikana pyydetään Moodleen 6 palautusta ryhmäkohtaisesti. Kukin antaa yhden lisäpisteen, eli maksimissaan 6 pistettä. Lopussa on koe, jonka pisteytys on: 7p=1, 9p=2, 12p=3, 15p=4, 18p=5. Harjoituspisteet lisätään koepisteisiin.

jaakko.kaski@oamk.fi

## 1. Tehtävä: Ota ultraäänitutka, saata se Arduinolla siihen tilaan että se mittaa etäisyyttä yksikössä cm

- Mittaa etäisyys parilla matkalla ja varmista tulos mittanauhalla
- Mittaa oskilloskoopilla kahta kanavaa: trigger ja echo. Näetkö aikaeron joka riippuu mitattavasta etäisyydestä?
- GND-navat eli maadoitukset pitää olla yhdistettynä
- CH1-kanavalle voidaan laittaa trig-pin ja CH2-kanavalle echo
- Jatkuvalle pulssituksella voidaan nähdä kanavilla aikaero ja pysäytyskuvalla voidaan paljastaa niiden välinen aikaero... mutta jos kuva ei tasoitu niin "single mode"-valinnalla saadaan kuva pysäytettyä niin että aikaero voidaan mitata
- Kohdistetaan skoopissa kursorit niin että saadaan kanavien välinen aikaero näkyville ja otetaan kuva näytöstä
- Video: <https://youtu.be/TJwFzdGgzKc>
- Videoinnin jälkeen havaittiin että etäisyys ilmaistiinkin siten, että äänen kulkeaika määrää echo-navan ylhäälläoloajan, eikä trig ja echo-napojen aikaero!
- Etäisyysanturin kalibroinnin voi myös tarkastaa tulostamalla duration-kulkeaikaa sarjamonitorille ja mittaamalla se parilla etäisyysarvolla... tai jopa kattavasti esim. väliltä 1cm – 200cm. <https://youtu.be/kaRsQOaKDNQ>
- ETÄISYYS VALITTIIN MITATTAVAKSI ANTURIN PIIRILEVY-TASOSTA! TÄMÄ TOKI VAIKUTTAA KALIBROINTIIN.

## 2. Tehtävä: Mittaa etäisyyttä ajan funktiona niin että muuttelet sitä kädellä edestakaisin. Pyri sekunnin toistoväliin ja liikuttelumatkassa noin ½ metriin. Laske Excelissä datan perusteella myös nopeuskuvaaja.

- Mittasin datan malliksi, siirsin sen kopioimalla SerialMonitorilta Exceliin...

Luokassa otimme eka viikolla ultraäänimittauksia ja lisäksi kiihtyvyyssanturikalibrointi ja hyppymittaus, josta saatiin sekä korkeusdataa että kiihtyvyyssdataa. Tästä video:

**<https://connect.funet.fi/pclhlq3f7usy/>**

## Kiihtyvyyden mittaaminen

Kiihtyvyyssanturi GY-61 on datasheeti perusteella käyttöjännitteeltään 5V. Se on analoginen, eli sitäkin voi mitata oskilloskoopilla ihan yhtä hyvin kuin Arduinolla.

Toimintaperiaate ja selityksiä: <https://youtu.be/V5G84FZzwaU>

Kiihtyvyyssanturin kalibrointi maan vetovoiman avulla: <https://youtu.be/M2SZTAwmL1k>

Tee kalibrointi kaikille kanaville x, y ja z

Kiihtyvyyttä voi myös mitata SerialPlotterilla Arduinolla ja myös oskilloskoopilla: <https://youtu.be/VlrdnCxxz-l>

Mittaustehtävä: Mittaa Arduinolla kiihtyvyyksiä aikaleimalla siten, että tulostusformaatti on seuraavanlainen:

ms ax ay az                    eli aikaleima(ms) x-kiihtyvyys( $m/s^2$ ) y-kiihtyvyys ja z-kiihtyvyys.

ms ax ay az

ms ax ay az

ms ax ay az

....

jaakko.kaski@oamk.fi

Kiihtyvyydestä nopeudeksi laskenta tapahtuu Excelissä (jos et sitten koodaa sitäkin Arduinolle):

[https://youtu.be/s5y168\\_Dc8Y](https://youtu.be/s5y168_Dc8Y)

**Tehtävä:** Mittaa edestakainen liike niin että suunnittelet sen... montako toistoa teet. Tee liikuttelu nopeasti edestakaisin. Datan tarvit aikaleiman(ms) kera. Siirrä data Exceliin. Tuota kuvaajat ja varsinkin nopeuskuvaaja. Vertaa kuvaajaa suunnitelmaan.... voidaanko liikuttelu todeta täsmäävän suunnitelman kanssa?

Extra tietoisuus: miten sovitan Excelillä Ratkaisinta(Solver) käyttäen halutun funktiomuodon havaintoarvoihin silloin kun Trendiviiva-vaihtoehtoissa ei sopivaa vaihtoehtoa ole tarjolla. <https://youtu.be/82zSjjszAr4>

### 3. Tehtävä: Tee toistolaskuri joko ultraäänianturista tai kiihtyvyyssanturista

\*Käytä kahta tunnisterajaa: nousutaso erikseen ja laskutaso erikseen.

\*Testaa dataa if-lauseella: "Jos tila on alhaalla JA nousutaso on ylitetty" niin toistot++ ja tila vaihdetaan ylös. Sitten kun tullaan laskutason alle niin tila vaihdetaan alas.

\*Helppo toteutus: Tee laskuri Arduinolla ja ultraäänitutkalla. Tällä riittää kiinteät rajat.

\*Vaikea toteutus: Tee laskuri Arduinolla ja kiihtyvyyssanturilla. Gravitaatio kannattaa poistaa. Vähennä mukautuva keskiarvo, jonka saat digitaalisella alipäästösuodattimella, esim. 5% uutta arvoa ja 95% vanhaa.

<https://youtu.be/sLeA-9um8Sc>

\*Käytä kokonaisiihtyvyyttä toistolaskuritoteutuksessa. Jos data on liian kohinaista, laske siitä nopeus ja testaa sillä... tosin nopeudestakin täytyy poistaa keskiarvo vastaavalla tavalla kuin kiihtyvyydestä.

Oheismateriaalissa on 10 tehtävää, joihin on annettu video-opetusta. Niillä voit harjoitella varsinkin Excelin käyttöä. Osa niistä varmaan annetaan ihan tehtäväksikin.

Tehtävä: Laske arvio paljonko maksaa sähkökiukaasi lämmittäminen.

Koska kyseessä on arviolasku, voimme poimia suunnilleen-summat ja käyttää niitä. Tarkka laskelma vaatisi sähkölaskun tutkimista.

”Sähkön hinta kWh” –haku tuotti tuloksen:

**Sähkön Hinta Kwh - fortum.fi**

Mainos [www.fortum.fi/sähkön-kWh-hinta](http://www.fortum.fi/sähkön-kWh-hinta) ▼

**Sähkön hinta** vain 4,45 c/kWh. Lisäksi 50€ nettitetu. Tutustu!

Tee sähkösopimus verkossa · Vertaile sähkösopimuksia · Sähkö kaikkiin koteihin

Most Trusted Electrical Company 2014 – Reader's Digest Trusted Brands

Haulla ”Sähkön siirtohinta kWh” tuotti tuloksen:

<https://www.google.fi/#q=s%C3%A4hk%C3%B6n+siirtohinta+kwh>

## Sähkön siirtohinnasto | Oulun Energia

<https://www.oulunenergia.fi/tuotteet-ja-palvelut/.../sahkon-siirtohinnasto> ▼

Tämän siirtohinnaston mukaisilla maksuilla Oulun Energia **Siirto** ja Jakelu Oy huolehtii sähköenergian siirtämisestä sinulle ja tarjoaa ... Yli-lin hinnat ovat voimassa entisen Yli-lin **Sähkö** Oy:n jakeluverkkoalueella. ... 2,25snt/kWh, 2,79snt/kWh.

Excel-laskentapohja on kommentoituna seuraavassa taulukossa:

<b><u>Tiedot:</u></b>				
Energian hinta	4,45	c/kWh		
Siirtohint	2,5	c/kWh		
Lämmitysaika:	1,5	h		
Kiukaan teho	8	kW		
<b><u>Laskentaa:</u></b>				
Energiaa kuluu:	12	kWh		
Hintaa kertyy:	83,4	senttiä		
<b><u>Eli hintaluokka on noin euron / saunaamiskerta.</u></b>				

**Muistetaan, että tulos on vain likimääräinen, koska saunomisaika on arvioitu ja sähkön hinta riippuu sopimuksesta.**



# 1) FYSIIKAN SUUREET; HUOMAA ETTÄ EXCEL-TYÖSKENTELY POIKKEAA ESIM. LUKION FYSIIKAN TOIMINTATAVOISTA TÄYSIN! KATSO VIDEOILTA EXCELIN KÄYTTÖOPASTUS ENNEN KUIN ALAT LASKEMAAN TEHTÄVIÄ!

Fysiikan suureita ja niiden merkitys tekniikan alalla on selitettynä videolla. Kts. linkki:

**<https://connect.funet.fi/p6ooongrd2p/>**

Tehtävä 1: Mieti tai etsi 5 fysikaalista suuretta, jotka ovat muodossa lukuarvo&yksikkö. Selitä kyseiset suureet.

Yksiköiden edessä olevan etuliitteen muuntaminen kymmenen potenssiksi Excel-laskuja varten:

**<https://connect.funet.fi/p1xh5ijgr49/>**

Tehtävä 2: Etsi esimerkiksi Googlella 5 fysikaalista suuretta, joissa on etuliitteet. Nappaa kuvanäkymät 'leikkaustyökalulla'

Exceliin ja muunna ne esimerkkien mukaisesti SI-muotoon.

Laskutoimituksissa pitää myös **yksiköt** huomioida ja tarvittaessa pitää mukana. Esimerkkinä "käsin laskettuna" matkakertymän laskeminen alkunpeudella  $2,0\text{m/s}$  ja kiihtyvyydellä  $4,7\text{m/s}^2$  kun aikaa kuluu  $5,3\text{s}$ :

**<https://connect.funet.fi/p1k08k0ms57/>**

**Excelillä kertalukumuunnos** ja edellistä vastaava laskuesimerkki (eri lukuarvoin tosin) liittyen Excelin peruskäyttöön fysiikassa.

jaakko.kaski@oamk.fi

**<https://connect.funet.fi/p8zmqo6lqfq/>**

Tehtävä 3: Tee Oivan Materiaalit-välilehdellä olevan tehtävätiedoston "KertalukuHarjoitus.docx" tehtävät 1 – 9.

**TÄHÄN MENNESSÄ TUOTETUT TEHTÄVÄRATKAISUT TODETAAN TEHDYIKSI 1. MÄÄRÄAIKAAN MENNESSÄ!** Tämä siksi, että voidaan todeta oman tekemisen edistyminen ja osataan tarvittaessa käyttää enemmän aikaa tähän.

## 2) Kuvaajan tuottaminen

Tämän päivän älykännykät ja muut tekniset laitteet tuottavat valtavasti dataa, jonka havainnollistus on oleellinen osa fysiikan soveltamisessa nykypäivänä. Esimerkissä piirretään Excelillä havainnollistusta opiskelijan juoksusuorituksesta Iinatin kuntopolulla. Data on Oivassa tarjolla harjoittelua varten nimellä "IinatinLenkki".

**<https://connect.funet.fi/p6vrwiwg657/>**

Tehtävä 4: Piirrä "Karttanäkymä" datan perusteella Excelillä, eli piirrä pohjois-eteläsuunta itä-länsisuunnan funktiona. Voit tarkastaa tuloksen vertaamalla saamaasi reittinäkymää osoitteeseen (jos se vielä on tarjolla; jos ei, etsi lenkkikartta Googlella): Lisätty video akselien kääntämisestä:

**<https://connect.funet.fi/p7t3fkhg4rv/>**

<http://www.vastavallo.fi/kuntopolku-signpost-guidance-reitin-opaste-435884.html>

jaakko.kaski@oamk.fi



### 3) Excelin käyttö käytännön tilanteen simuloimiseksi: Auton nopeuden ja matkakertymän laskentaa ja havainnollistusta

Sisältää näytteistysperiaatteita ja paikka-nopeus-kiihtyvyys –laskentaa. Katso esimerkkivideo ja tee harjoitustehtävä.

a) Ajetaan vakionopeudella, sisältää myös kuvaajan dokumentoinnin:

**<https://connect.funet.fi/p6pe7for1li/>**

b) Sallitaan kiihdytys, eli työstetään edellisestä eteenpäin:

**<https://connect.funet.fi/p9rmuv2z175/>**

Tehtävä 5: Moottoripyöräilijä lähtee paikaltaan kiihdyttämään Kuusamontien liikennevaloista Kiiminkiä kohti.

Maksimaalista kiihdytystä kestää 3 sekuntia suuruudella  $7,4\text{m/s}^2$  ja tämän jälkeen matka jatkuu tasaisella vauhdilla. Tee Excel-simulaatio aikavälillä 0 – 10 sekuntia ja piirrä kuvaajat: Kiihtyvyys ajan funktiona; Nopeus ajan funktiona ja Matka ajan funktiona. Muista dokumentoida sekä kuvaajat, että tekemisesi. HUOMAA ETTÄ NÄYTTEISTYS KANNATTAA TEHDÄ TIHEÄLLÄ AIKA-ASKELLUKSELLA; JOS KÄYTÄT LIIAN HARVAA OTOSTA, TULOS ON EPÄTARKKA. JOS KÄYTÄT LIIAN TIHEÄÄ OTOSTA, KONE LASKEE HITAASTI. Voit kokeilla eri otoksia niin huomaat rajoitukset.

#### 4) Arduinon käyttöönotto ja etäisyyden mittaaminen ultraäänianturilla

Arduinon pitäisi olla kaikille tuttu aiemmista opintojaksoista. Jos näin ei kuitenkaan ole, voit katsoa käyttöönotto-ohjeita ”Videokooste”-tiedostosta, joka on Oivassa jaettuna... ja jossa on paljon muitakin kuin tähän kurssiin liittyviä linkkejä. Arduinon osalta esimerkkivideoissa on käytetty kiihtyvyyssanturia, mutta samoilla periaatteilla muitakin antureita käytetään. Helppo tapa päästä alkuun on se, että Googlessa etsii mallikoodin, jolla saa otettua laitteen käyttöön. Tämän jälkeen mallikoodin pohjalta voi ohjelmoida omia toteutuksia jos on tarvis.

Tähän kohtaan laitan videon ultraäänitutkan käyttöönottilanteesta. Se saattaa olla kaikkine räpellyksineen hyödyllinen aloittelijoille 😊

**<https://connect.funet.fi/p3pmvrmb038/>**

Kun laite on saatu mittaamaan etäisyyttä, muokataan malliohjelmaa omien tavoitteiden mukaisesti, eli tarvitsemme aikaleiman etäisyydelle, jotta voimme havainnollistaa tilanteen Excelissä. Muokkaus on selitettynä videolla. Esimerkissä tehdään myös mittaus ja havainnollistetaan se.

**<https://connect.funet.fi/p6gj6lireqh/>**

Tehtävä 6: Hanki käyttöösi ultraääni-etäisyyssanturi HC-SR04. Mieti sopiva mittauksen kohde. Mittaa sitä, havainnollista tapahtuma Excelissä ja selitä mitä kuvaajasta nähdään. Kerro myös, mitä mittaustilanteessa tapahtui ja tehtiin, jotta kuvaajan näkymän ja itse tapahtuman yhtenevyyden voi lukija todentaa. Selitteet voi laittaa Excel-tiedostoon, jossa datakin on.

jaakko.kaski@oamk.fi

## 5) ”Perinteisempi” laskutoimitus Excelin avustuksella ja virheraja-laskelma

Yläasteella ja lukiossa ja varmaan ammattikoulussakin on totuttu siihen, että fysiikan laskut ovat sanallisia tehtäviä ja ne lasketaan kynällä ja paperilla. Toki näin on, mutta niissäkin tapauksissa Excel on oiva apuväline ja kaupan päälle saadaan suhteellisen helposti tulosten virherajat laskettua.

Olkoon esimerkkilaskuna seuraava tehtävä: ”Auto kulkee 2/5 matkasta keskivauhdilla 80km/h. Kuinka suuri pitäisi keskivauhdin olla loppumatkalla, jotta koko matkan keskivauhti olisi 97km/h?”

Ratkaisu on videoituna. Huomaa, että laskut kannattaa aina linkittää ja tässäkin se on jatkotehtävien onnistumisen edellytyksenä!

**<https://connect.funet.fi/p2alb2wbib7/>**

Ratkaistun tehtävän pohjalta voidaan määrittää virherajat lähtöarvoja ”huojuttamalla”. Tästä video:

**<https://connect.funet.fi/p9c1djnp8ii/>**

Ja vielä virherajoihin liittyen toinen esimerkki, jossa laatikon tilavuudelle lasketaan virherajat ”huojuttamalla lähtöarvoja”:

**<https://connect.funet.fi/p8rh8pp8dxe/>**

Tehtävä 7: Tee Oivan Materiaalit-välilehdellä olevan tehtävätiedoston ”KertalukuHarjoitus.docx” tehtävät 10 – 15.

Lisäselite tehtävään 7: **<https://connect.funet.fi/p6takshe6jw/>**

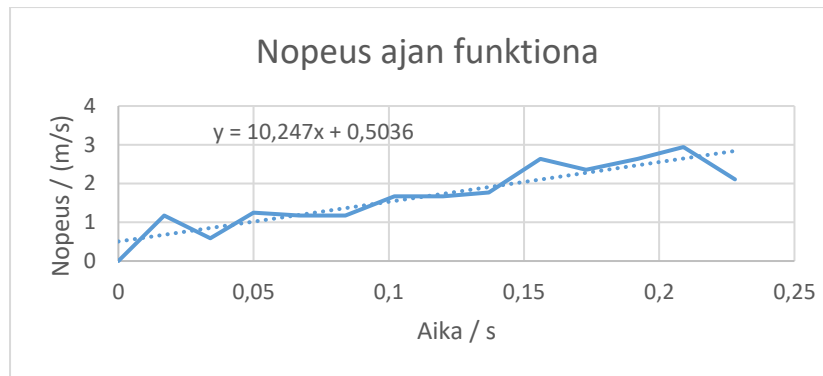
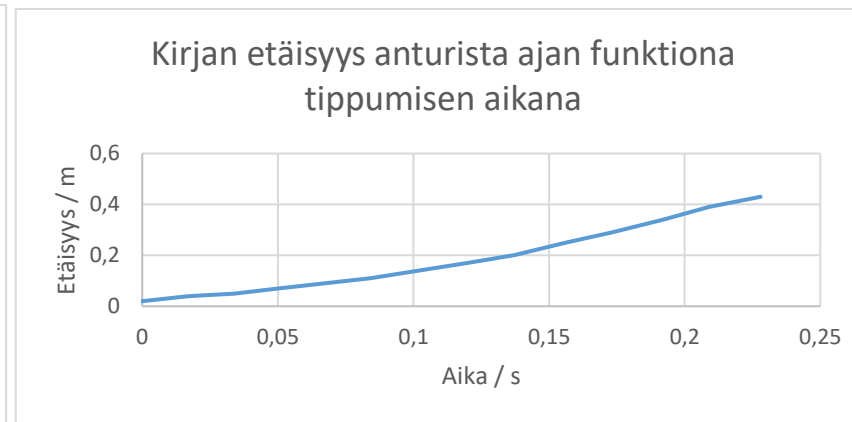
jaakko.kaski@oamk.fi

## 6) Paikka -> Nopeus -> Kiihtyvyys

Ultraäänianturilla on jo aiemmin mitattu etäisyyttä ajan funktiona. Tarkastellaan tässä esimerkissä tilannetta, jossa kappale tiputetaan pöydän korkeudelta lattialle ja mitataan tapahtumaa ylhäältä päin. Datankäsittelyn kannalta olisi hyvä saada mahdollisimman tiheä näytteistys, koska tippuminen tapahtuu nopeasti. Tavoitteena on havainnollistaa etäisyysmittauksen perusteella myös nopeus ja kiihtyvyys-näkymät Excelissä.

- 1) Varmistetaan ultraäänisensorin antaman etäisyyslukeman laatu: Video sisältää kameranäkymää mittauksesta.  
**<https://connect.funet.fi/p2ehoesjlfe/>**
- 2) Laitetaan ultraäänianturi pöydän reunalle mittaamaan alaspäin ja suunnitellaan mittaus. Tehdään ensimmäinen testi:  
**<https://connect.funet.fi/p1dmjgxr9j0/>**
- 3) Muokataan Arduinon koodi nopeammaksi, jotta saadaan enemmän mittapisteitä tiputuksesta:  
**<https://connect.funet.fi/p6s8al7lqdq/>**
- 4) Suoritetaan mittaus ja havainnollistetaan data Excelillä:  
**<https://connect.funet.fi/pzg3q34ni2/>**

- 5) Todetaan, että saatiin kohtuulliset kuvaajat etäisyydelle ja nopeudelle ajan funktiona, mutta putoamiskiihtyvyydestä ei kannattanut kuvaajaa laskea raakadatasta. Sen sijaan suoran sovituksella saatiin kohtuullinen tulos aikaiseksi.



Nopeudelle sovitettiin trendiviiva:

$$y = 10,247x + 0,5036$$

josta saadaan kiihtyvyydelle tulos:

$$a = dv/dt = 10,247\text{m/s}^2$$

Tehtävä 8: Tee vastaava tiputusmittaus ja tuota vastaavat tulokset itse mittaamiesi datojen pohjalta. Tälle ei virherajoja nyt selvitetä.

**TÄHÄN MENESSÄ TEHDYT TEHTÄVÄRATKAISUT TODENNETAAN 2. MÄÄRÄAIKAAN MENESSÄ!**



## 7) Kiihtyvyys -> Nopeus -> Paikka

Kiihtyvyyden perusteella voidaan laskea nopeus matemaattisesti integroimalla. Näytteistetyssä tilanteessa laskutoimitus on kuitenkin hyvin helppo, sillä se voidaan tehdä numeroilla seuraavin periaattein:

- 1) Täytyy tietää alkunopeus.
- 2) Tähän kertyy kahden mittapisteen välissä uutta nopeutta kiihtyvyyden aiheuttamana:

$$\Delta v = a * \Delta t$$

- 3) Käytetään tätä laskukaavaa Excelissä ja nopeus on saatu.

Sama periaate pätee myös paikan suhteen. Tarvitaan siis kiihtyvyydataa.

## 8) Kiihtyvyyden mittaaminen

Kiihtyvyyden mittaamiseksi otan tähän lainauksen videokooste-tiedostosta:

[Arduinon](#) käyttöönotto-video:

<https://connect.funet.fi/p5ch6ymmijc/>

Arduinon esimerkkiohjelman muokkaaminen analogisella syötöllä 0-5V:

<https://connect.funet.fi/p5hfu15qsp/>

Analogisen kiihtyvyyssanturin Kalibrointi... ensiksi valmisteleva ohjelma:

<https://connect.funet.fi/p2ufwz0qdgr/>

ja sitten kalibrointiyhtälön tuottaminen ja koodaaminen Arduinoon:

<https://connect.funet.fi/p7d56ntq8s0/>

Valmiilla 3D-kiihtyvyyssanturiohjelmalla tuotetaan mittausdataa ja luetaan data Exceliin. Datan voi toki leikata SerialMonitorista, mutta nyt tehdään datalogger-toteutus PuTTY-ohjelmalla.

<https://connect.funet.fi/p2sbclzonhk/>

Videossa oleva data on jaettuna Oivassa nimellä "KiihtyvyyssTesti".

jaakko.kaski@oamk.fi

Tehtävä 9: Hanki käyttöösi analoginen kiihtyvyysanturi. Kalibroi se. Suunnittele testimittaus ja toteuta se. Ota dokumentteja toteutuksesta ja kirjoita muistiin miten toteutit mittauksen. Laske datan perusteella myös nopeus ajan funktiona ja tuota siitä Excelillä kuvaaja. Selitä saatu näkymä kuvaajasta.

## 9) Voima, energia ja teho

Edellisen tehtävän myötä saatiin jo toinenkin anturi käyttöön. Nyt meillä on siis sekä paikkatietoa, että kiihtyvyystietoa saatavilla. Paras olisi, jos näillä molemmilla mitattaisiin samaa kohdetta samanaikaisesti. Tällöin mittauskin kannattaa käynnistää painonapin avulla. Jotta mittausdata olisi mahdollisimman nopeasti näytteistettyä, paras olisi tehdä mittaus jopa kahdella eri Arduinolla, joita yhdistää yhteinen käynnistys-painonappi saman aikaleiman saamiseksi molemmille laitteille.

Tehtävä 10: Tutustu tämän dokumentin lopussa oleviin perusyhtälöihin ja etsi lisätietoa ja opasvideoita aiheista Newtonin toinen laki, työ, energia ja teho. Suunnittele ja toteuta sellainen mittaus, jossa tunnettua massaa liikutetaan ja liikkeestä mitatun tiedon perusteella tuotetaan kuvaajat:

- 1) Paikka ajan funktiona
- 2) Nopeus ajan funktiona
- 3) Kiihtyvyys ajan funktiona
- 4) Kappaleeseen kohdistunut voima ajan funktiona
- 5) Kappaleeseen tehty hetkellinen työ ajan funktiona
- 6) Kappaleeseen tehdyn työn teho ajan funktiona.

Mikäli käytössäsi ei ole kaveria/kahta Arduinoa, voit tehdä erillismittaukset, mutta kuitenkin samasta kohteesta. Tee suorituskkin samalla tavalla molemmissa mittauksissa. Oivassa on vielä tiedosto ”Mittauksen suunnittelu”, jossa on nostettu esille mittaukseen liittyen tärkeimpiä seikkoja jotta ei kovin montaa kertaa tarvitsisi uusia sitä.

Erästä mittaus-näkymää on vielä malliksi pohdittu linkissä: <https://connect.funet.fi/p2lxo0jqcxd/>

**TÄHÄN MENNESSÄ TEHDYT TEHTÄVÄRATKAISUT TODETAN 3. MÄÄRÄAIKAAN MENNESSÄ!**

## 10) Perusyhtälöitä ja määritelmiä mekaniikkaan liittyen

### Liikkeeseen liittyvät suureet:

**S = kuljettu matka (m)**

$\Delta S$  = matkan muutos =  $S_2 - S_1$ , joka on selkeästi havaittavissa olevan suuruinen.

$dS$  = matkan (tai paikan) hyvin pieni muutos, joka on niin pieni, että sitä ei voi mitata.  $dS$  on siis matematiikasta tuttu ”infinidesimaalisen” pieni muutos.

**t = aika (s)**

$\Delta t$  = ajan muutos =  $t_2 - t_1$ , missä  $t_2$  on loppuaika ja  $t_1$  on alkuaika tarkasteluvälillä.

$dt$  = hyvin pieni ajan muutos. Matematiikassa derivoidaan usein y x:n suhteen ja merkitään derivaattaa:  $dy/dx$ . Fysiikassa usein tarvitaan ajan suhteen derivointi, joten matematiikan merkinnöillä y:n derivaatta ajan suhteen on  $dy/dt$ .

**v = nopeus (m/s)**

**a = kiihtyvyys (m/s<sup>2</sup>)**

jaakko.kaski@oamk.fi

$\Delta$  = havaittavan kokoinen muutos suureessa, jonka eteen merkki laitetaan.

$$S = S_0 + v \cdot \Delta t$$

eli matka = alkutilanne + nopeus \* käytetty aika. Tämä esitetään usein muodossa  $S = v \cdot t$  ja tarkoitetaan ihan samaa.

Rajoitus: Nopeus pysyy vakiona tarkasteluajan!

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2$$

eli matkakertymä ajassa  $t$  = matkakertymä alkuhetkellä + alkunopeus \* aika +  $\frac{1}{2}$  \* kiihtyvyys \* aika<sup>2</sup>

$$v = v_0 + a \cdot \Delta t$$

eli nopeus = alkunopeus + kiihtyvyys \* ajan muutos. Rajoitus: Kiihtyvyys pysyy samana tarkasteluajan! Huomaa, että mitatulla kiihtyvyydatalla laskettaessa **näyteväliä  $\Delta t$**  voidaan käyttää aikavälinä  $\Delta t$  tässä yhtälössä. Näin ollen kahden mittapisteen välissä nopeus muuttuu aina hieman ja muutos summautuu edellisen nopeuden päälle. Rajoitus: Data täytyy mitata niin tiheällä otoksella, että kiihtyvyysskäyttäytyminen tulee havaituksi totuuden mukaisesti. Tyypillisesti iskut (varsinkin metalli – metalli) ovat niin nopeita, että tavallisilla kiihtyvyyssantureilla ja Arduinolla ilmiöstä ei ehdiä mittaamaan riittävästi dataa.

$$v = dS / dt$$

eli hetkellinen nopeus joka on voimassa ”vain silmänräpäyksen ajan” saadaan paikan derivaatasta ajan suhteen.

$$v = \Delta S / \Delta t$$

eli tässä nopeus lasketaan mitattavissa olevien muutosten perusteella. Kyseessä on siis keskinopeus aikavälillä  $\Delta t$ .

jaakko.kaski@oamk.fi

$$\mathbf{a} = d\mathbf{v}/dt$$

eli hetkellinen kiihtyvyys = nopeuden muutos / ajan muutos

$\mathbf{a} = \Delta\mathbf{v} / \Delta t$  = nopeuden muutos / ajan muutos kuten edellinenkin, mutta nyt havaittavissa olevilla muutoksilla. Kyseessä on siis keskimääräinen kiihtyvyys aikavälillä  $\Delta t$ .

**MUISTETAAN MYÖS HUOMIOIDA SUUNNAT! 2-ulotteisessa tilanteessa x ja y –suunnat voi tarkastella erikseen ja 3-ulotteisessa tilanteessa myös z-suunta otetaan mukaan.**

**Voimaan ja energiaan liittyvät suureet:**

**m = massa (kg)**

**g = maan putoamiskiihtyvyys (Oulussa 9,81 m/s<sup>2</sup>)**

**F = voima (N)**

**W = työ (J)**

**E = energia (J)**

**P = teho (W)**

**$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$  (Newtonin II laki)**

jaakko.kaski@oamk.fi

eli voima = massa \* kiihtyvyys. Toisin sanoen kappaleeseen kohdistuva nettovoima aiheuttaa sille kiihtyvyyden. Newtonin lait voit tsekata esim. osoitteesta [https://fi.wikipedia.org/wiki/Mekaniikan\\_peruslait](https://fi.wikipedia.org/wiki/Mekaniikan_peruslait)

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h,$$

eli potentiaalienergia = massa \* putoamiskiihtyvyys \* korkeus. Lisätietoja on tarjolla esimerkiksi osoitteessa <https://fi.wikipedia.org/wiki/Energia>

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2,$$

eli liike-energia =  $\frac{1}{2}$  \* massa \* nopeuden neliö. Lisätietoja em. linkissä.

$$P = dW/dt = dE/dt$$

eli hetkellinen teho on työn tai energian aikaderivaatta. Lisätietoja: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Teho>

$$P = \Delta W / \Delta t = \Delta E / \Delta t$$

on keskimääräinen teho tarkasteluvälillä  $\Delta t$ .

Hei,

Fysiikka 1 -opintojaksolle on ilmoittautunut 49 opiskelijaa. Tästä syystä opintojakso toteutetaan perinteisestä luokkaopetuksesta poiketen seuraavasti:

jaakko.kaski@oamk.fi

- 1) Kurssin tehtävänanto on Oivan "Materiaalit"-välilehdellä olevassa tiedostossa, jossa on myös videoituna ohjeistuksia tehtäviä varten.
- 2) Läsnaölo ei ole pakollinen, eikä kaikki edes mahdu samaan aikaan tilaan joka meille on varattu: fyslab2. Tarvittaessa katsotaan lähistöltä toinen tila tehtävien tekemistä varten.
- 3) Tehtävät on tehtävissä omatoimisesti, mutta niitä on syytä käydä esittelemässä vähintään 3 kertaa opintojakson aikana lukujärjestyksen mukaisena aikana tilassa fyslab2.
- 4) Materiaalissa on kalenteri, jossa on annettu määraajat tehtävien esittämiselle.
- 5) Lopussa on koe, jossa tehtävät tehdään omalla tietokoneella Excelillä tai vastaavalla ohelmalla.
- 6) Lukujärjestyksessä näkyvät ajat Jaakko Kaski antaa yksilöllistä opastusta ja katselmoi tehtäviä. Kukin saapuu paikalle tarpeen mukaan.
- 7) SAAVUTAAN KUITENKIN KAIKKI PAIKALLE 1. VUOROLLE 9.1. PAIKAN PÄÄLLE NIIN KÄYDÄÄN YHDESSÄ LÄPI TOIMINTAPERIAATTEET. PYSTYMME KYLLÄ HETKEN OLEMAAN AHTAASTI FYSLAB2-TILASSA.

Aloitusvuoron aiheet:

- Ryhmäjako
- Arviointi
- Toimintatavat
- Laitteistot
- Määraajat
- Koe

jaakko.kaski@oamk.fi



Terveisin -Jaakko Kaski-

PS. Kurssin suorituksen voi aloittaa vaikka heti. Määraajat on näyttöjen "takarajoja". Vain koeaika on kiinteä.

jaakko.kaski@oamk.fi