

Didaktisen fysiikan kokeellisuus I ja II

Kurssien suoritus, kevät 2025

Kursseista käytetään lyhenteitä DFK I ja DFK II.

DFK-kurssit poikkeavat toteutukseltaan ja työtavoiltaan useista muista laboratoriokursseista. Saadaksesi kokonaiskuvan, lue ensimmäiseksi kurssien esittelyt ja tutustu aikatauluihin.

[DFK I esittely](#) [DFK I aikataulu](#)

[DFK II esittely](#) [DFK II aikataulu](#)

Seuraavassa kuvataan yksityiskohtaisemmin kurssien osa-alueita ja ominaispiirteitä.

Viikkotehtävät

Viikkotehtävät ilmoitetaan viimeistään palautusviikon maanantaina. Tehtävät sisältävät muun muassa tuleviin luentoaiheisiin tutustumista sekä kokeiden suunnittelua, suppeiden käsitekarttojen laatimista, sekä yksinkertaisten kokeiden suorittamista ja dokumentointia.

Viikkotehtäviä voi tehdä yhteistyössä, mutta kukin kurssilainen palauttaa vastaukset omilla nimissään. Vastaukset palautetaan viimeistään **perjantaina klo 9:00** sähköpostitse. Palautusmuodoksi kelpaa mikä tahansa yleinen tiedostomuoto tai pilvipalvelu.

Kurssin suoritus edellyttää 75% viikkotehtäviin vastaamista.

Aihekokonaisuudet ja aihetehtävät

Aihekokonaisuus on kurssin sisällöllinen, tiettyä fysiikan aihepiiriä käsittelevä kokonaisuus.

Aihetehtävä on aihekokonaisuuden piiristä laadittava harjoitustyö. Se sisältää aihekokonaisuuden kokeellista opettamista kuvaavan käsitekartan, opetukseen sisältyvät tärkeimmät kokeet, sekä käsitteenmuodostuksen etenemisen ja kokeiden suorituksen ja tulokset dokumentoivan raportin. Raportin rakenne kuvataan tarkemmin [täällä](#).

Laboratorio Physicum A208 on avoinna pääsääntöisesti keskiviikkoisin klo 12 - 16. Myös muina aikoina työskentely on mahdollista erikseen sovittaessa.

Empiirisesti perusteltuun fysiikan opetukseen soveltuvat aihetehtävät toteutetaan pienryhmissä.

Didaktisen fysiikan kokeellisuus I:llä tehdään **kaksi** aihetehtävää, joista 1.1 (dynamiikan peruskäsitteet) on pakollinen.

Didaktisen fysiikan kokeellisuus II:llä tehdään **kolme** aihetehtävää, joista 2.2 (sähkövirta, jännite, varaus, magneettimomentti) on pakollinen.

Kurssin DFK I aihekokonaisuudet:

- 1.1 Dynamiikan perusteet (pakollinen)
- 1.2 Dynamiikan peruslaki
- 1.3 Lämpötila, lämpöenergia
- 1.4 Työ, mekaaninen energia
- 1.5 Värähdysliike, aaltoliike
- 1.6 Ääni

Kurssin DFK II aihekokonaisuudet:

- 2.1 Sähkömagnetismi I: kolme ilmiömaailmaa, kvalitatiiviset yhteydet
- 2.2 Sähkömagnetismi II: sähkövirta, jännite, varaus, magneettimomentti (pakollinen)
- 2.3 Sähkömagnetismi III: resistanssi, sähköteho, varauksen ja sähkövirran kvantitatiivinen yhteys, kondensaattori, kapasitanssi
- 2.4 Sähkömagnetismi IV: induktio vuorovaikutuksena, Faradayn induktiolaki, itseinduktio, induktanssi.
- 2.5 Valo ja sähkömagneettinen aaltoliike
- 2.6 Moderni fysiikka

Kokeista: yleisiä periaatteita

Seuraavaa ei ole tarkoitettu yksityiskohtaiseksi suunnitteluohjeeksi, vaan mikemminkin valaisemaan kurssin taustalla olevaa ajattelua.

Kokeiden suunnittelu ja toteutus

Suunnittelun lähtökohdaksi otetaan kokonaisuuden käsitteelliset tavoitteet sellaisina kuin ne on esitelty kunkin kokonaisuuden kuvauksessa. Tarkoitus on rakentaa kokonaisuus, joka etenee hahmottavan lähestymistavan periaatteiden mukaisesti havaintoja ja kokeita hyväksi käyttämällä kohti käsitteellisiä tavoitteita.

Toteutuksessa voidaan luonnollisesti käyttää hyväksi kurssilla käsiteltyjä kokeita. Täydentäviä ja uusia kokeita voi löytää oppikirjoista, demonstraatio-ohjekirjoista, laitevalmistajien ohjekirjoista, fysiikan didaktiikan kirjoista ja lehdistä, sekä netistä mm. oppilaitosten demonstraatiosivuilta. *Kuitenkin on tärkeää myös itse suunnitella kokonaisuuteen soveltuvia kokeita saatavissa olevalla välineistöllä.*

Kokeen merkitys

Kokeita suunniteltaessa on tärkeää miettiä, mitä opetustarkoitusta kyseinen koe palvelee; mihin käsitteenmuodostuksen askeleeseen koe liittyy. Kokonaisuutta suunniteltaessa kokeelle on annettava tätä tarkoitusta vastaava merkitys, jonka pitää näkyä myös kokeen toteutustavassa. Erityisesti, kun tarkoituksena on hahmottaa kokeen avulla uuden käsitteen merkitystä, kokeen suorituksen ja sen tulosten käsittelyn lähtökohdaksi ei pidä ottaa käsitteen valmista teoreettista merkitystä sellaisena kuin se ilmenee opettajan tuntemissa teoreettisissa käsittelyissä.

Kokeen merkitys kiinnittää sen hahmottavan lähestymistavan mukaiseen etenemiseen, kts. K. ja R. Kurki-Suonio: Fysiikan merkitykset ja rakenteet, Limes ry. 1995, erityisesti luvut 3.2. ja 3.3. sekä Galilei 1. Opettajan opas, WEILIN+GÖÖS/WSOY, 1994, luku 3. Tähän

kuuluu

- perushahmottava, ilmiöalueen olioita, ilmiöitä ja ominaisuuksia tunnistava ja luokitteleva empiria,
- esikvantifioiva ja mallintava empiria, joka liittää ominaisuuksiin komparatiivisia hahmoja ja luo niiden kautta mielikuvia vaikutuksista ja syy-yhteyksistä sekä
- kvantifioiva ja strukturoiva empiria, joka luo ominaisuuksista suureita, ilmiöistä lakeja ja mentaalimalleista kausaalisuhteita esittäviä peruslakeja sekä
- valmiita käsitteitä ja lakeja soveltava empiria.

Tämän ohella kussakin vaiheessa kiinnitetään huomiota siihen, millainen on kokeen suhde teoriaan, onko se

1. primaarinen, empiirisiä merkityksiä luova vai
2. sekundaarinen, ennusteita testaava koe.

Perushahmottava kokeellisuus on kvalitatiivista. Se merkitsee mielikuvien luomista ja testaamista varten tehtyjä havaintoja ja kokeita. Siksi sen on oltava riittävän laaja-alaista. Esikvantifioivissa kokeissa kiinnitetään huomiota ilmiössä säilyviin ja muuttuviin ominaisuuksiin, mistä ne riippuvat ja miten, miten yhden muuttaminen vaikuttaa toiseen, millaisia riippuvuuksia havaitaan, jne.

Kvantifioiva koe luo ominaisuudesta suureen. Nämä kokeet muodostavat tärkeän osan fysiikan opetuksesta ja siksi niihin pitää kiinnittää erityistä huomiota kokonaisuuksissa.

Kvantitatiivisella tasolla mitataan luonnonilmiöiden ominaisuuksia kuvaavia suureita ja testataan lakeja. Kvantitatiivisissa kokeissa tarvitaan vähintään viisi mittausta, jotta riippuvuuden luonne kävisi ilmi ja kuvaajan piirtäminen olisi mahdollista. Niissä kiinnitetään huomiota systemaattiseen ja tavoitteelliseen muuttujien vakiointiin ja variointiin. Varsinkin kvantifioivissa kokeissa on kiinnitettävä erityistä huomiota kokeen vaatimiin *idealisoointeihin ja pelkistyksiin* sekä niiden toteuttamisen mahdollisuuksiin.

Perinteistä mittausepävarmuuden arviointia tärkeämpää on kiinnittää jo koetta tehtäessä huomiota kokeen onnistumiseen ja onnistumisen edellytyksiin. Tämä tarkoittaa ensi sijassa sitä, että kokeessa tapahtuu juuri se ilmiö, jota halutaan tutkia, ilmiötä häiritsevät tekijät eivät ole liian voimakkaita, ja tulokset ovat uskottavia ja ymmärrettäviä. Vasta toissijaisesti on kysymys mittauksen tarkkuudesta. Raportissakaan ei edellytetä varsinaista "virhearviointia", vaan selvitystä kokeen onnistumiseen ja tarkkuuteen vaikuttavista tekijöistä ja siitä, miten ne on kokeen yhteydessä otettu huomioon.

Pelkkä keittokirjamainen kokeiden suorittaminen ei ole innostavaa. Siksi onkin tärkeää, että kokeen suunnittelussa ja toteutuksessa pyritään *tutkimukselliseen otteeseen*, ts. tutkitaan, miten eri seikat vaikuttavat kokeen onnistumiseen ja tuloksiin, esimerkiksi millainen vaikutus on koeolosuhteilla, eri laitteilla jne. Tehdyt kokeilut, myös epäonnistuneet, kirjataan raporttiin johtopäätöksineen. Tarkoitus ei niinkään ole harjoitella demonstraatiota tai oppilastyötä tiettyä luokka-astetta varten, vaan paremminkin tutkia kokeen tarjoamia erilaisia mahdollisuuksia opetuksessa. Näitä mahdollisuuksia on hyvä kokeilla omaan opetukseen soveltuvassa muodossa, opettajan yksin tai yhdessä oppilaiden kanssa suorittamana kokeena tai oppilastyönä.

Työpäiväkirja

Työpäiväkirjan pitäminen on tarpeellista. Kokeen suoritus ja siihen liittyneet huomionarvoiset näkökohdat kannattaa kirjata välittömästi. Raportin kirjoittaminen lopulliseen muotoon helpottuu näin huomattavasti. Perinteinen muistivihko kelpaa työpäiväkirjaksi edelleen, mutta yhtä hyvin voi käyttää muita mieleisiään

dokumentointimenetelmiä, kuten tietokonetekstiä, kännykkään sanelua, tavallista tai videokameraa, jne.

Työn raportointi

Kustakin kokonaisuudesta kirjoitetaan raportti, jossa esitellään seikkaperäisesti *tehdyt kokeet* ja niiden *tarkoitus* suunnitellussa opetuskokonaisuudessa. Kokeisiin liittyvät *laitteistot* havainnollistetaan kuvilla tai kaavioilla. *Mittaustulokset* kirjataan selkeästi esimerkiksi *taulukon* muodossa. Lyhyet taulukot voi sijoittaa tekstin joukkoon, laajemmat liitteiksi. Tulokset esitetään myös *graafisesti* ja johtopäätökset ja tulkinnot perustetaan kuvaajiin, eikä "kaavalla laskettuihin" taulukkoarvoihin.

Oman ideoinnin osuus, itsesuunnitellut kokeet, omaperäinen laitteiston käyttötapa, tulosten havainnollistaminen jne. mainitaan raportissa. Oma ideointi nostaa aina työn arvoa!

Raportissa pitää selkeästi erottaa käsitteenmuodostusta kuvaava osuus muusta sisällöstä, kuten teknisistä huomautuksista. Käsitteenmuodostuksen kuvaus etenee samassa järjestyksessä kuin oppiminen, joten siinä ei esimerkiksi voi käyttää suuria joita ei ole vielä kvantifioitu.

Muu osuus voi kuvata muun muassa kokeiden toteutuksen yksityiskohtia tasolla jonka opettaja ymmärtää, ja tällöin ei tarvitse noudattaa käsittehierarkiaa. Tällainen sisältö pitää erottaa käsitteenmuodostuksesta, jotta ohjaaja näkee millainen kuva käsitteenmuodostuksesta tekijöillä on. Suositeltavaa on käyttää eri väristä fonttia.

Lähdeluettelo liitetään raportin loppuun.

Raporttiin liitetään myös käsitekartta.

Raportti laaditaan tekstinkäsittely-, julkaisu- tms. ohjelmalla, joko perinteiseksi paperitulostukseen sopivaksi versioksi, tai elektroniseksi julkaisuksi, kuten verkkosivuksi. Tekstissä käytetään täydellisiä lauseita ja hyvää asiakieltä. Väliotsikot jäsentävät testiä. *Lähestymistavan tulee näkyä raportista*. Kokeita ei pidä esitellä ohjekirjoissa valitettavan yleiseen tapaan välineitten, kaavojen ja toimenpiteitten ajatuksettomina luetteloina, vaan esityksen tulee välittää lukijalle ensin kokeen tarkoitus ja vasta sitten tarkoitukseen nojautuen työn toteutus.

Raporttiin voi tarpeen mukaan sisällyttää liitteitä, esimerkiksi alkuperäiset mittaustulokset taulukkona. Liitteisiin ei kuitenkaan pidä laittaa sisällön kannalta oleellisia tietoja, niin että lukija joutuisi hyppimään edestakaisin leipätekstin ja liitteiden välillä. Erityisesti koejärjestelyjä havainnollistavat kuvat ja käsitteenmuodostuksen kannalta oleelliset kuvaajat pitää sijoittaa tekstin joukkoon. Raportin oleellinen sisältö pitää välittyä ilman liitteitäkin.

On myös hyvä laatia raportit yleisten luonnontieteellisen tekstin standardien mukaan, koska viimeistään opinnäytetöitä tehdessä tämä tyyli täytyy kuitenkin opetella. Sivut, kappaleet, taulukot, ja kuvat numeroidaan, että niihin olisi kätevämpi viitata. Suureiden tunnukset kirjoitetaan *kursiivilla (italics)*, vektorisuureiden tunnukset joko **lihavoidaan (bold)** tai käytetään nuoli- tai viivamerkintää. Lausekkeet ladotaan kaavaeditorilla. Wordin ja LibreOfficen editorit ovat OK, mutta LaTeX-pohjainen editori on vielä suositeltavampi siksi, että sellainen sisältyy YO-kokeissa käytettävään Abitti-järjestelmään. On hyvin toivottavaa, että opettaja osaa neuvoa oppilaita LaTeXin käytössä.

On hyvä yrittää lukea raporttiaan sivullisen silmin kuvitellen, että koe pitäisi toistaa tai että sitä pitäisi soveltaa omassa työssä pelkästään raportissa esitetyn kuvauksen perusteella.

Raportti päätetään lyhyellä työryhmän oman prosessin kuvauksella. Tämän laatimista helpottamaan on joukko [apukysymyksiä](#).

Raportti toimitetaan ohjaajalle tiedostona sähköpostitse tai pilvipalvelun kautta.

Palautteet, arviointi

Raporttien palautteet lähetetään kurssilaisille sähköpostitse PDF-tiedostoina.

Kurssin suorituksen arviointi perustuu kokonaisuuksien raportteihin. Ne arvioidaan kiinnittäen huomiota seuraaviin seikkoihin:

- käsitteet: kattavuus, empiirisen käsitteenmuodostuksen toteutuminen, käsitekartta
- kokeet: kattavuus, kuvaukset, toteutus ja tulosten käsittely
- muotoseikat: raportin rakenne, ulkoasu, fysikaalinen oikeellisuus, työprosessin kuvaus

Kukin kohta arvioidaan asteikolla 0 - 5. Kurssin arvosana on kaikkien raporttien kaikkien kohtien pyöristetty keskiarvo.