

# Opasraportti

## LuTK - Fysikaalisten tieteiden maisteriohjelma (2018 - 2019)

### Fysikaalisten tieteiden maisteriohjelma

Tutkinto-ohjelmassa on valittavana viisi suuntautumisvaihtoehtoa:

- Molekyyli- ja materiaalfysiikka
- Tähtitiede
- Avaruusfysiikka
- Biolääketieteen fysiikka
- Matemaattisten aineiden opettaja

Pääaineeksi tulee tähtitiede (tähtitieteen suuntautumisvaihtoehto) tai fysiikka (muut suuntautumisvaihtoehdot).

Maisteriohjelmassa opiskelija voi perehtyä ja syventyä esimerkiksi siihen, miten satelliittien avulla tutkitaan Auringon aktiivisuuden vaihteluita ja niiden vaikutusta Maahan, mallinnetaan ionosfääriä ja revontulia tai pureudutaan aineen rakenteeseen, tutkitaan nestekiteitä tai lasereita tai kehitetään kiihdytinpohjaisia valolähteitä, selvitetään hermosolujen toiminnan lainalaisuuksia, mitä suprajohtavuus on, tutkitaan galakseja ja maailmankaikkeutta tai opitaan opettamaan ja havainnollistamaan fysiikkaa. Tutkinto-ohjelmassa voi erikoistua myös aineenopettajaksi.

Myös muiden suuntautumisvaihtoehtojen opiskelijat voivat pätevoityä aineenopettajaksi suorittamalla täydentävinä opintoina opettajan pedagogiset opinnot ja tarvittaessa täydentämällä toisen opetettava aineen opinnot 60 op:ksi.

### Tutkinto-ohjelman tavoitteet

Tutkinto-ohjelman tavoitteena on antaa monipuoliset tiedot fysiikasta ja laajat tiedot luonnontieteistä yleensäkin sekä valmiudet kehittää itseään työelämän vaatimusten mukaan. Koulutuksella pyritään antamaan sekä tiedolliset että taidolliset valmiudet selviytyä teknistyvän yhteiskunnan tarjoamista tehtävistä.

Tutkinto-ohjelmasta valmistunut maisteri tuntee fysikaalisten tieteiden oppirakenteet, ilmiöt, historian, niiden merkityksen yhteiskunnalle ja taloudelle. Lisäksi hän pystyy ottamaan huomioon myös elinympäristölle mahdollisesti aiheutuvat haittavaikutukset. Toisaalta fyysikko hallitsee alansa mittaus- ja tutkimusmenetelmät, osaa käyttää hyväkseen erilaisia laskumenetelmiä ja pystyy seuraamaan uusinta kehitystä eri informaatiokanavista.

Opiskelija vaikuttaa omilla valinnoillaan tutkinto-ohjelman asettamissa rajoissa osaamisprofiilinsa muodostumiseen. Hänestä kehittyä alastaan kiinnostunut asiantuntija, joka osaa suhtautua kriittisesti ja ennakkoluulottomasti oman alansa uudistumiseen ja kehittämiseen.

### Osaamistavoitteet

Suoritettuaan FM-tutkinnon opiskelija osaa suuntautumisvaihtoehdonsa alalta

- soveltaa olemassa olevaa ja tuottaa uutta tietoa pääaineestaan
- suunnitella ja suorittaa pienimuotoista pääaineen tieteellistä tutkimusta
- analysoida pääaineen ilmiöitä käyttäen matemaattisia ja laskennallisia menetelmiä
- viestiä kirjallisesti ja suullisesti osaamisestaan ja työnsä tuloksista käyttäen

pääaineensa tieteellistä käsitteistöä.

## LuK-tutkinnosta maisteriopintoihin

LuK-opintojen erikoistumisopinnot suuntaavat maisterivaiheen opintoja ja suuntautumisvaihtoehdon valintaa. Jos maisterivaiheen suuntautumisvaihtoehto poikkeaa suoritetuista LuK-vaiheen erikoistumisopinnoista, tulee maisterivaihetta vastaavan suuntautumisvaihtoehdon LuK-vaiheen erikoistumisopinnot suorittaa maisteriopintojen alkuvaiheessa. Ne voi sisällyttää maisteritutkintoon. Nämä vaadittavat täydentävät erikoistumisopinnot on hyvä tarkistaa suuntautumisvaihtoehdon vastuuhenkilöltä.

**Maisteriohjelman opinto-opas (pdf)** löytyy täältä: <https://wiki oulu.fi/display/fysiikka/Opetus>

Oppaassa hieman laajemmin opintoihin ja tutkintovaatimuksiin liittyviä asioita.

Yliopiston fysiikan alan tutkimuksesta lisää ja yhteystiedot: <http://www oulu.fi/fysiikka/tutkimus>

## Henkilökuntaa

Maisteriohjelman vastuuhenkilö: Seppo Alanko, dos FT, puh. 0294 481313

Suuntautumisvaihtoehtojen vastuuhenkilöt:

Aineenopettaja: Saana-Maija Huttula, puh. 0294 481328

Avaruusfysiikka: Kalevi Mursula, puh. 0294 481366

Tähtitiede: Jürgen Schmidt, puh. 0294 481317

Molekyyl- ja materiaalfysiikka: Minna Patanen, puh. 0294 481326

Biolääketieteen fysiikka: Kyösti Heimonen, puh. 0294 481117

Koulutussuunnittelija (yleinen opintoneuvonta): Elina Koskinen, puh. 0294 483596

# Tutkintorakenteet

Filosofian maisterin tutkinnon laajuus on 120 op ja sen ohjeellinen suoritus aika on kaksi vuotta.

Tutkinto koostuu

- pääaineen syventävistä opinnoista, väh. 60 op tai 80 op riippuen suuntautumisvaihtoehdosta (sisältäen pro gradu-tutkielman)
- Muista vapaavalintaisista opinnoista väh. 40 op (perus-, aine- ja syventävän tason opinnoista, jotka eivät sisällöllisesti ole päällekkäin alemman tutkinnon opintojen kanssa)
- lisäksi aineenopettajilla ped. opinnoista (30-60 op) ja pakollisen toisen ja mahdollisesti kolmannen opetettavan aineen opinnoista.

Ped. opinnot voi sisältyä opiskelijan suorittamiin kandidaatin ja/tai maisterin tutkintoihin. Aineenopettajan kelpoisuus saavutetaan suorittamalla filosofian maisterin tutkinto, johon sisältyvät vähintään kahden opettavan aineen opinnot. Ensimmäinen opetettava aine on fysiikka, josta vaaditaan perus-, aine- ja syventävät opinnot (LuK- ja FM-tutkintojen pääaineen opinnot) mukaan lukien pro gradu -tutkielma siten kuin opetussuunnitelmassa määrätään ja muissa opettavissa aineissa 60 op:n kokonaisuus.

## Filosofian maisteri, pääaine Fysiikka tai Tähtitiede (tutkija)

Tutkintorakenteen tila: julkaistu

Lukuvuosi: 2018-19

Lukuvuoden alkamispäivämäärä: 01.08.2018

### Pakolliset fysiikan pääaineopinnot (vähintään 41 op)

**Maisteriohjelman opinto-oppaassa on esitettyä tutkintovaatimukset. Pehdy siihen ennen opintosuunnitelman laatimista.**

Jos pääaine on fysiikka, valitse pääaine fysiikka, kaikille pakolliset.

Jos pääaine on tähtitiede, valitse pääaine tähtitiede, pakolliset.

#### Pääaine fysiikka, kaikille pakolliset

766676S: Fysiikan tutkimusprojekti, 5 op

761686S: Kypsyysnäyte, 0 op

761683S: Pro gradu -tutkielma, 35 op

#### Pääaine tähtitiede, pakolliset

765657S: Kypsyysnäyte, 0 op

765624S: Pro gradu -tutkielma, 35 op

### Fysiikan syventävät opinnot (vähintään 40 op)

Fysiikan syventävät opinnot koostuvat valitun suuntautumisvaihtoehdon pakollisista, suositeltavista ja ns. muista suositeltavista opinnoista. Syventäviä opintoja valitaan sen verran että pääaineen laajuus on väh. 80 op (sisältäen pääaineen mukaiset pakolliset opinnot).

Suuntautumisvaihtoehtojen kurssilistauksiin ei ole listattu kaikkia suositeltavia opintoja. Ne tulee tarkistaa opinto-oppaasta (pdf).

### Molekyyli- ja materiaalfysiikan suuntautumisvaihtoehto

H325138: Molekyyli- ja materiaalfysiikan syventävät opinnot, 40 op

*Pakolliset opinnot, 23 op*

761673S: Elektroni- ja ionispektroskopia, 8 op

761618S: Molekyylien kvanttimekaniikka, 5 op

766666S: NMR-spektroskopia, 10 op

*Valinnaiset fysiikan opinnot, valitse alla olevista niin että pääaineen vähimmäislaajuus 80 op täyttyy.*

*Työharjoittelut voivat sisältyä pääaineen vähimmäislaajuteen yht. 5 op:n verran. Loput S-tason työharjoittelut sisältyvät pääaineen vähimmäislaajuuden ylimeneviin opintoihin. Työharjoittelun koodit: 766681S on fysiikan koodi, 763650S on teoreettisen fysiikan koodi.*

766679S: Aerosols and Cluster Thermodynamics, 5 op

766665S: Atomifysiikka 2, 5 op

766645S: Cluster Physics, 5 op

766664S: Dynaamisten prosessien NMR, 10 op

766678S: Introduction to Atmospheric Processes and Climate Change, 5 op

761688S: Kiinteän aineen NMR-spektroskopia, 5 op

763613S: Kvanttimekaniikka II, 10 op

761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op

766667S: Modern characterization methods in material science, 5 op

766663S: Laskennallinen fysiikka ja kemia, 5 op

761685S: Optiikka, 5 op

761620S: Molekyylien ominaisuudet, 5 op

- 761652S: NMR-kuvaus, 10 op
- 761617S: Numeerinen ohjelmointi, 5 op
- 761687S: Sähkömagneettiset aallot, 5 op
- 763695S: Yleinen suhteellisuusteoria, 6 op
- 763620S: Statistinen fysiikka, 10 op
- 763622S: Kvanttimekaniikan jatkokurssi, 10 op
- 763629S: Klassinen kenttäteoria, 6 op
- 763628S: Kondensoidun materian fysiikka, 10 op
- 763654S: Hydrodynamiikka, 6 op
- 763693S: Kvanttioptiikka sähköisissä piireissä, 6 op
- 766682S: Synkrotronisäteilymenetelmät ja -sovellukset, 10 op
- 766680S: Aerosols and Clusters in Climate, Space and Materials, 5 op
- 761669S: NMR-spektroskopian sovellukset, 6 op
- 766669S: Ydinmagneettinen relaksaatio, 6 op
- 766681S: Työharjoittelu, 3 - 10 op
- 763650S: Työharjoittelu, 3 - 5 op

### Tähtitieteen suuntautumisvaihtoehto

A325703: Tähtitieteen syventävät opinnot, 70 op

*Vähintään 45 op seuraavista:*

- 765642S: Astrophysics of Interacting Binary Stars, 5 op
- 765635S: Taivaanmekaniikka I, 5 op
- 765639S: Taivaanmekaniikka II, 10 op
- 765634S: Galactic astronomy, 5 op
- 765633S: Galactic dynamics, 10 op
- 765686S: Tähtienvälinen aine, 5 op
- 765658S: Cosmology, 5 op
- 765601S: Johdatus epälineaariseen dynamiikkaan, 5 op
- 767603S: Observational Astronomy I, 5 op
- 767600S: Observational astronomy II, 5 op
- 767602S: Physics of the solar system II, 5 op
- 765629S: Stellar atmospheres, 10 op
- 765626S: Stellar structure and evolution, 10 op
- 767601S: Time Series Analysis in Astronomy, 5 op
- 765656S: Topics of Modern Astrophysics, 5 op
- 765641S: Tähtitieteen tutkimusprojekti II, 5 op
- 765692S: Tähtitieteen erikoiskurssi, 4 - 6 op
- 765655S: Tutkimusprojekti 2 / Työharjoittelu, 6 op

### Avaruusfysiikan suuntautumisvaihtoehto

H325111: Avaruusfysiikan syventävät opinnot, 29 - 69 op

*Valitse vähintään kolme seuraavista, 24 op:*

- 761653S: Plasmafysiikka, 8 op
- 761658S: Ionosfäarifysiikka, 8 op
- 761657S: Magnetosfäarifysiikka, 8 op
- 766656S: Heliosfäarifysiikka, 8 op
- 766655S: Kosmiset säteet, 8 op
- 766657S: Radioaallot ionosfäärissä, 8 op

*Valinnaisia kursseja avaruusfysiikassa (täydennetään vähintään 40 opintopisteeseen). Valitse vähintään 16 op seuraavista tai loppuista edellä olevista.*

- 761649S: Revontulifysiikka, 6 op
- 761687S: Sähkömagneettiset aallot, 5 op
- 766654S: Aurinkofysiikka, 8 op
- 763654S: Hydrodynamiikka, 6 op
- 766659S: Auringon ilmastovaikutukset, 6 op
- 761648S: Epäkoherentin sirontatutkan perusteet, 8 op

### Biolääketieteen fysiikan suuntautumisvaihtoehto

H326005: Biolääketieteen fysiikan syventävät opinnot, 40 - 80 op

*Pakolliset opinnot, 40 op*

- 761652S: NMR-kuvaus, 10 op  
 766667S: Modern characterization methods in material science, 5 op  
 090820S: Diagnostic Imaging, 5 op  
 080923S: Physics in Radiation Therapy, 5 op  
 080921S: Biomedical Ultrasound, 5 op

*Suosittelavia valinnaisia opintoja. Solukalvojen biofysiikka 764622S ja Neurotieteen perusteet 764638S ovat pakollisia, elleivät ole suoritettu LuK-tutkintoon.*

- 080922S: Microscopy and Spectroscopic Imaging, 5 op  
 764680S: Hermoston tiedonkäsittely, 5 op  
 761615S: Fysiikan laboratoriotyöt 3, 5 op  
 764625S: Biofysiikan laboratoriprojektit, 3 - 6 op  
 761673S: Elektroni- ja ionispektroskopia, 8 op  
 766666S: NMR-spektroskopia, 10 op  
 764622S: Solukalvojen biofysiikka, 10 op  
 764638S: Neurotieteen perusteet, 5 op  
 766682S: Synkrotronisäteilymenetelmät ja -sovellukset, 10 op

*Muita soveltuvia fysiikan syventäviä kursseja. Työharjoittelua voi sisältyä S-tasoisena pääaineen minimilaaajuuteen enintään 5 op:n verran. Loput mahdolliset S-tason työharjoitteluopintopisteet sisällytetään myös pääaineeseen.*

- 764632S: Sähköfysiologiset mittaukset, 6 op  
 761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op  
 761617S: Numeerinen ohjelmointi, 5 op  
 761645S: Tutkimustyön perusteet, 6 op  
 765601S: Johdatus epälineaariseen dynamiikkaan, 5 op  
 766664S: Dynaamisten prosessien NMR, 10 op  
 761665S: Optiikka, 6 op  
 764637S: Työharjoittelu, 3 - 9 op

## Sivuaineopinnot

Sivuaineopinnot voivat sisältää yleis-, perus-, aine- tai syventäviä opintoja.

Biolääketieteen fysiikan suuntautumisvaihtoehtoon soveltuu valinnaisena sivuaineena Lääketieteen tekniikka.

Tähtitieteen suuntautumisvaihtoehdon opiskelijoiden suositellaan opiskelevan teoreettisen fysiikan ja avaruusfysiikan opintoja.

Avaruusfysiikan suuntautumisvaihtoehdossa on suositeltavia A- ja S-tason kursseja (ellei suoritettuna jo LuK-tutkintoon):

- Aikasarja-analyysi 805679S
- Tilastotieteen perusteet 806113P
- Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi 801396A
- Johdatus regressio- ja varianssianalyysiin 805305A
- Lineaarinen regressio 805351A
- Numeerinen ohjelmointi 766668S
- Kvanttimekaniikka I 763612S
- Kvanttimekaniikka II 763613S
- Tähtienvälinen aine 765686S
- Physics of the Solar System I 765684S
- Physics of the Solar System II 767602S
- Stellar structure and evolution 765626S
- Time Series Analysis in Astronomy 767601S
- Johdatus monimuuttujamenetelmiin 805306A

Tähän voi sisällyttää myös esim. pedagogisia opintoja tai toisen opetettavan aineen opintoja.

A300006: Lääketieteen tekniikka, 15 - 25 op

*Vaihtoehtoisia opintoja, mikäli eivät sisälly jo muihin kokonaisuuksiin.*

- 031022P: Numeeriset menetelmät, 5 op  
 031077P: Kompleksianalyysi, 5 op

080925A: Anatomy and Physiology for Biomedical Engineering, 5 op

764327A: Virtuaaliset mittausympäristöt, 5 op

080901A: Johdatus kliiniseen lääketieteen tekniikkaan, 5 op

521242A: Johdatus lääketieteen tekniikkaan, 5 op

031080A: Signaalianalyysi, 5 op

080926A: Introduction to Biomedical Imaging Methods, 1 - 3 op

*Vapaavalintaisia opintoja, mikäli eivät sisälly jo muihin kokonaisuuksiin ja LuK-tutkintoon. Alla listatut kurssit on tarkoitettu FM-vaiheen opiskelijoille. Kursseille otetaan LuK-vaiheen opiskelijoita resurssien sallimissa rajoissa, mikäli pohjatiedot ovat riittävät. LUK-vaiheen opiskelijan tulee tarkistaa syventävien kurssien osalta osallistumismahdollisuus kurssin vastuuhenkilöltä. Suurin osa kursseista luennoidaan yleensä englanniksi.*

521273S: Biosignaalien käsittely I, 5 op

521282S: Biosignaalien käsittely II, 5 op

521093S: Lääketieteellinen instrumentointi, 5 op

521124S: Anturit ja mittausmenetelmät, 5 op

521240S: Biofotoniikka ja biolääketieteellinen optiikka, 5 op

080915S: Tissue Biomechanics, 5 op

080916S: Biomechanics of Human Movement, 5 op

## Vapaasti valittavat opinnot

*Mikäli tutkinnon minimilaaajuus ei täyty pää- ja sivuaineopinnoilla, valitaan vaihtoehtoisia opintoja niin paljon, että 120 op tulee täyteen. Opintoja voi suorittaa enemmän kuin mitä tutkintoon vaaditaan, mutta filosofian maisterin tutkinto suositetaan suoritettavaksi 120 opintopisteen laajuusena. Tutkintoon sisällytettyjä ylimääräisiä opintoja ei voi enää käyttää muihin tutkintoihin.*

*Huomioi, että maisteritutkintoon ei voi sisällyttää sellaisia opintojaksoja, joiden sisällöt vastaavat kandiditutkintoon sisällytettyjä tai maisteritutkintoon sisältyviä opintoja toisella koodilla tai nimellä. Näitä ovat esim. kauppatieteilijöille tarkoitetut matematiikan kurssit sekä osa TST:n matematiikan jaoksen opintojaksoista. Tarkista sopivuus tarvittaessa koulutussuunnittelijalta.*

## Filosofian maisteri, pääaine Fysiikka, aineenopettaja

Tutkintorakenteen tila: julkaistu

Lukuvuosi: 2018-19

Lukuvuoden alkamispäivämäärä: 01.08.2018

### Fysiikan syventävät opinnot, pakolliset ja valinnaiset (vähintään 35 op)

Pääainetta tulee olla vähintään 60 op. Se koostuu pakollisista opinnoista 40 op (sisältäen Kvanttimekaniikka I 763612S) sekä vapaavalintaisista syventävistä fysiikan alan kursseista.

(Avaruusfysiikan kursseille suositellaan pohjatiedoiksi Avaruusfysiikan perusteet).

S-tason työharjoittelua voi sisältyä pääaineen minimilaaajuuteen enintään 5 op:n verran. Loput mahdolliset opintopisteet sisällytetään pääaineen vähimmäisvaatimuksen päälle.

H325117: Fysiikan aineenopettajan syventäviä opintoja, 25 - 60 op

*Valinnaiset fysiikan syventävät opinnot (Kvanttimekaniikka I 763612S on pakollinen, ellei A-tason kurssi ole suoritettu LuK-tutkintoon). Valitse fysikaalisten tieteiden syventäviä kursseja siten, että pääaineen laajuus on vähintään 60 op gradu ja tutkimusprojekti mukaan laskien. Esim. seuraavista:*

763612S: Kvanttimekaniikka I, 10 op

761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op

761658S: Ionosfäärifysiikka, 8 op

761687S: Sähkömagneettiset aallot, 5 op

766654S: Aurinkofysiikka, 8 op

761654S: Hydrodynamiikka, 6 op

761673S: Elektroni- ja ionispektroskopia, 8 op

761652S: NMR-kuvaus, 10 op  
 766675S: Laser- ja synkrotronisäteilyfysiikka, 10 op  
 761685S: Optiikka, 5 op  
 766666S: NMR-spektroskopia, 10 op  
 761688S: Kiinteän aineen NMR-spektroskopia, 5 op  
 766667S: Modern characterization methods in material science, 5 op  
 766678S: Introduction to Atmospheric Processes and Climate Change, 5 op  
 766645S: Cluster Physics, 5 op  
 766650S: SR-fysiikan sovellutukset, 5 op  
 761653S: Plasmafysiikka, 8 op  
 761617S: Numeerinen ohjelmointi, 5 op  
 761618S: Molekyylien kvanttimekaniikka, 5 op  
 766664S: Dynaamisten prosessien NMR, 10 op  
 766663S: Laskennallinen fysiikka ja kemia, 5 op  
 761657S: Magnetosfäärifysiikka, 8 op  
 766656S: Heliosfäärifysiikka, 8 op  
 761649S: Revontulifysiikka, 6 op  
 766655S: Kosmiset säteet, 8 op  
 761620S: Molekyylien ominaisuudet, 5 op  
 766665S: Atomifysiikka 2, 5 op  
 761615S: Fysiikan laboratoriotyöt 3, 5 op  
 766681S: Työharjoittelu, 3 - 10 op  
 766676S: Fysiikan tutkimusprojekti, 5 op  
 761686S: Kypsyysnäyte, 0 op  
 761684S: Pro gradu -tutkielma, 20 op

## Matematiikan opinnot

Fysiikan aineenopettajan tutkinnossa 2. opetettava aine on matematiikka, jonka laajuus on 60 op. Matematiikka opetettavana aineena 60 op -kokonaisuuden sisältö on seuraava:

- Johdatus matemaattiseen päättelyyn 802151P
- Funktiot ja raja-arvo 800119P
- Jatkuvuus ja derivaatta 800317A
- Integraali 800318A
- Matriisilaskenta 802120P
- Tilastotieteen perusteet 806113P
- Lineaarialgebra 802320A
- Algebran perusteet 802354A
- Todennäköisyyslaskenta 801195P
- Toinen seuraavista: Euklidiset avaruudet 802357A tai Differentiaali- ja integraalilaskenta 800328A
- Valinnaisia matematiikan ja tilastotieteen opintoja 10 op (sisällöllisesti eivät päällekkäin edellä mainittujen kanssa). Niitä listattu Ohjuriin: <https://wiki.oulu.fi/display/OHJURI/Matematiikan+ja+tilastotieteen+valinnaisia+kursseja>

LuK-tutkinnon matematiikan opintoja täydentäen siten että kokonaisuusvaatimus täyttyy.

## Aineenopettajan pedagogiset opinnot

Opettajan pedagogisia opintoja siten että LuK- ja FM-tutkinnot sisältävät yhteensä opettajan pedagogiset opinnot 60 op.

Tarkista kokonaisuuden kurssivaatimukset KTK:n opinto-oppaasta.

## Suosittelavat aineopintotason fysiikan opinnot

Suosittelavat seuraavat opinnot, mikäli ei sisältynyt kanditutkintoon:

766116P Säteilyfysiikka, -biologia ja -turvallisuus

Toinen seuraavista:

766355A Avaruusfysiikan perusteet

761359A Spektroskooppiset menetelmät

## Kolmannen opetettavan aineen opintoja

Kolmannen opetettavan aineen opintoja (esim. kemia, tietojenkäsittelytiede).

## Vapaasti valittavat opinnot

Vapaasti valittavia opintoja siten, että tutkinnon minimilaaajuus 120 op täyttyy.

*Huomioi, että maisteritutkintoon ei voi sisällyttää sellaisia opintojaksoja, joiden sisällöt vastaavat kandiditutkintoon sisällytettyjä tai maisteritutkintoon sisältyviä opintoja toisella koodilla ja nimellä. Näitä ovat esim. kauppatieteilijöille tarkoitettut matematiikan kurssit sekä osa TST:n matematiikan jaoksen opintojaksoista. Tarkista sopivuus tarvittaessa koulutussuunnittelijalta.*

# Opintojaksojen kuvaukset

## Tutkintorakenteisiin kuuluvien opintokohteiden kuvaukset

### 766676S: Fysiikan tutkimusprojekti, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija on kartuttanut kokemustaan osallistumalla tieteelliseen tutkimustyöhön ja hänellä on sen ansiosta syvällisempi näkemys ko. fysiikan osa-alueesta.

**Sisältö:**

Projekti perehdyttää opiskelijan kokeelliseen ja/tai teoreettiseen tutkimustoimintaan sekä tulosten raportointiin.

**Järjestämistapa:**

130 h itsenäistä opiskelua

**Toteutustavat:**

Pohjana ovat yhden syventävän opintojakson luennot ja laskuharjoitukset (6-10 op). Tämän opintojakson alalta suoritetaan mittauksia ja/tai mittaustulosten käsittelyä sekä laaditaan kirjallinen yhteenveto.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan FM-tutkinnossa.



**Esitietovaatimukset:**

Sen syventävän opintojakson, johon tutkimusprojekti pohjautuu, olisi hyvä olla hyväksytysti suoritettuna.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja.

**Oppimateriaali:**

Ei oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Raportin kirjoittaminen

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Projektin pohjana olevan syventävän opintojakson luennoitsija

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

Sekä projekti (6 op) että pohjana oleva kurssi kirjataan opintosuoritusrekisteriin erikseen.

**761686S: Kypsyysnäyte, 0 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kirjoittaa pro gradu -tutkielmastaan selkeän tiivistelmän.

**Sisältö:**

Opiskelija esittelee ja analysoi pro gradu -tutkielmansa aineistoa, tutkimusmenetelmiä ja tuloksia. Tiivistelmän tulee mahtua yhdelle sivulle.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Itsenäinen työskentely

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena FM-tutkintoon fysiikassa.

**Esitietovaatimukset:**

Tehdään pro gradu -tutkielman valmistumisen jälkeen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Ei oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kypsyysnäytteen kirjoittaminen

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**Työelämäyhteistyö:**

Ei

**761683S: Pro gradu -tutkielma, 35 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on saada valmiudet tieteelliseen ajatteluun, ohjattuun tieteelliseen tutkimukseen sekä tieteellisen tutkielman kirjoittamiseen, tiedonhankintaan ja viestintään.

**Sisältö:**

Joltakin fysiikan erikoisalalta laadittava kirjallisuuden käyttöön ja omaan tutkimukseen perustuva kirjallinen tutkielma, jonka laajuus on vähintään 50 sivua. Tutkielman aiheita saa laitoksen tutkimusryhmien vanhemmilta tutkijoilta.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Kirjoitettu noin 50 sivun tutkielma, 933 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Pakollinen avaruusfysiikan ja atomi-, molekyyli- ja materiaalfysiikan opiskelijoille FM-tutkinnossa

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Ei oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tutkielman kirjoittaminen

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki.oulu.fi/display/761683S/>

## 765657S: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kirjoittaa pro gradu -tutkielmastaan selkeän tiivistelmän.

**Sisältö:**

Opiskelija esittelee ja analysoi pro gradu -tutkielmaansa aineistoa, tutkimusmenetelmiä ja tuloksia. Tiivistelmän tulee mahtua yhdelle sivulle.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Itsenäinen työskentely

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena FM-tutkintoon tähtitieteessä.

**Esitietovaatimukset:**

Tehdään pro gradu -tutkielman valmistumisen jälkeen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Ei oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kypsyysnäytteen kirjoittaminen

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksyty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**Työelämäyhteistyö:**

Ei

## 765624S: Pro gradu -tutkielma, 35 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on saada valmiudet tieteelliseen ajatteluun, ohjattuun tieteelliseen tutkimukseen sekä tieteellisen tutkielman kirjoittamiseen, tiedonhankintaan ja viestintään.

**Sisältö:**

Ohjattua tutkimustyötä tähtitieteen alalta, tutkielman kirjoittaminen ja seminaarin pitäminen.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Opiskelija perehtyy itsenäisesti ja ohjattuna johonkin tähtitieteen osa-alueeseen ja laatii oman tutkimustyönsä perusteella tutkielman, jonka laajuus on n. 50 sivua. 933h itsenäistä opiskelua.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen FM-tutkinnossa tähtitieteen opiskelijoille.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Ei oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tutkielman kirjoittaminen

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki.oulu.fi/display/765624S/>

## **H325138: Molekyyli- ja materiaalfysiikan syventävät opinnot, 40 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Pakolliset opinnot, 23 op*

### **761673S: Elektroni- ja ionispektroskopia, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

3. vuosi tai syventävien opintojen alussa

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija pystyy selittämään keskeisimmät elektroni- ja ionispektroskopiaan liittyvät käsitteet. Opiskelija osaa kuvailla synkrotronisäteilyn erityispiirteet ja selittää elektroni- ja ionispektrien mittaamisen perusteet. Opiskelija osaa antaa esimerkin jostain laskennallisesta menetelmästä, jonka avulla hän pystyy tulkitsemaan kokeellisia elektroni- ja ionispektrejä.

**Sisältö:**

Tavoitteena on perehdyttää elektroni- ja ionispektroskopian tutkimuksen perusteisiin. Opintojakso liittyy läheisesti laitoksen elektronispektroskopian tutkimukseen, jossa elektroni- ja ionispektroskopian menetelmin pyritään kartoittamaan atomien ja molekyylien elektronirakennetta ja sen dynamiikkaa sähkömagneettisen tai hiukkassäteilyn vuorovaikutuksen alaisena. Kurssilla esitellään kokeellisissa mittauksissa käytettävien laitteiden toimintaa, synkrotronisäteilyn erityispiirteitä ja säteilylinjojen rakennetta. Kurssilla opitaan perusteet mitattujen spektrien käsittelystä sekä tutustutaan lyhyesti spektrien tulkitsemisessa käytettäviin laskennallisiin menetelmiin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 16 h harjoituksia, 8 h laboratorioharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Liittyy muihin elektronispektroskopian ryhmän kursseihin, joille tämä kurssi antaa hyvän pohjan, mutta on suoritettavissa yksinkin.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoe tai loppukoe

Lue lisää [opintasuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Marko Huttula

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761673S/>

**761618S: Molekyylien kvanttimekaniikka, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Perttu Lantto

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parillinen vuosi) kevätlukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa monipuolisesti soveltaa kvanttimekaniikan ja ryhmäteorian formalismia molekyyliongelmiin, ymmärtää atomien ja molekyylien elektronirakenteen peruspiirteet, sekä tuntee elektronirakennelaskujen menetelmiä.

**Sisältö:**

Kurssi antaa välttämättömät pohjatiedot molekyyli-spektroskopian eri lajien ja/tai molekyylien, materiaalien ja nanorakenteiden elektronirakennelaskujen hyödyntämisestä kiinnostuneille opiskelijoille. Käsiteltävät asiat: pyörimisliike ja vedynkaltaiset atomit, impulssimomentti, ryhmäteoria, häiriöteoria, variaatioteoreema, molekyylien elektronirakenne, molekyylien elektronirakenteen laskeminen (kvanttikemia).

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 14 h demonstraatioita, 91 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Fysiikan, kemian ja materiaalitieteiden edistyneet perustutkinto-opiskelijat sekä aloittavat jatko-opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat. Aineenopettajaopiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Atomifysiikka 1 ja Kvanttimekaniikka 1 tai vastaavat tiedot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

P.W. Atkins and R.S. Friedman, "Molecular Quantum Mechanics", 5. painos, luvut 3 - 9, Oxford University Press, 2011.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoee tai loppukoe. Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 - 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Perttu Lantto

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**766666S: NMR-spektroskopia, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Ville-Veikko Telkki

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parillinen vuosi) syyslukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin hyväksytysti suoritettuaan opiskelija ymmärtää NMR-ilmiöön liittyvän fysiikan ja oivaltaa, mitä mahdollisuuksia NMR-spektroskopia tarjoaa molekyylien ja materiaalien fysikaalisten ominaisuuksien tutkimuksessa.

**Sisältö:**

NMR (Nuclear Magnetic Resonance) -spektroskopia on erittäin monipuolinen menetelmä aineen kaikkien olomuotojen fysikaalisten ominaisuuksien tutkimiseen. Sen avulla voidaan määrittää molekyylien, jopa biologisten makromolekyylien, rakenteita ja tutkia niiden dynamiikkaa. NMR-spektroskopian tunnetuin sovellus on lääketieteessä laajasti hyödynnettävä magneettikuvaus.

Opintojaksossa perehdytään NMR-spektroskopian perusteisiin, spektrien rakenteeseen vaikuttaviin vuorovaikutuksiin sekä spektrometrien toimintaperiaatteisiin. Moderni NMR tekee mahdolliseksi ydinspinien manipuloinnin käyttäen erilaisia pulssisarjoja, ja kurssilla tutustutaan mm. polarisaation siirtoon liittyvien pulssisarjojen toimintaperiaatteisiin sekä monidimensionaalisen NMR-spektroskopiaan.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

52 h luentoja, 24 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, 190 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Kvanttimekaniikan ja atomifysiikan perustiedot helpottavat aiheeseen perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole edellytyksenä opintojaksoon osallistumiseen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali jaetaan opintojakson edistyessä. Kurssi pohjautuu pääasiassa kirjaan J. Keeler, Understanding NMR Spectroscopy (John Wiley & Sons, Chichester, 2010).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Ville-Veikko Telkki

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

*Valinnaiset fysiikan opinnot, valitse alla olevista niin että pääaineen vähimmäislaajuus 80 op täyttyy. Työharjoittelut voivat sisältyä pääaineen vähimmäislaajuteen yht. 5 op:n verran. Loput S-tason työharjoittelut sisältyvät pääaineen vähimmäislaajuuden ylimeneviin opintoihin. Työharjoittelun koodit: 766681S on fysiikan koodi, 763650S on teoreettisen fysiikan koodi.*

**766679S: Aerosols and Cluster Thermodynamics, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Nonne Prisle

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**766665S: Atomifysiikka 2, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson jälkeen opiskelija osaa kuvailla modernin atomien laskennallisen tutkimuksen periaatteet, erityisesti Hartree-Fock -tyyppisten menetelmien käytön ja pystyy tulkitsemaan atomien spektrien yleispiirteet käytettyjen fysikaalisten periaatteiden avulla. Opiskelija osaa periaatteet olemassa olevien koodien käytöstä yksinkertaisten atomirakennelaskujen tekemistä varten.

**Sisältö:**

Tavoitteena on muodostaa opiskelijoille 766326A Atomifysiikan opintojaksoa selkeästi syvällisempi näkemys monielektronisten atomien rakenteesta, elektronien välisistä vuorovaikutuksista sekä dynamiikasta. Kvanttimekaniikan formalismeja sovelletaan monielektronisten atomien kvantttilojen ja elektronisten siirtymien kuvaamiseen, sekä tutustutaan ohjelmistoihin, joilla käytännön laskuja voidaan toteuttaa. Kurssilla suoritetaan mallilaskuja, ja verrataan tuloksia kokeellisiin arvoihin. Näin halutaan tutustuttaa opiskelija siihen, miten tutkimus etenee: tietoa atomin rakenteesta tarkennetaan käyttäen laskennallisia ja kokeellisia menetelmiä rinnakkain.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 20 h harjoituksia, 134 h itsenäistä opiskelua.

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

766326A Atomifysiikka 1 ja 763312A Kvanttimekaniikka I

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: B.H. Bransden, C.J. Joachain: "Physics of atoms and molecules", luennoilla jaetaan lisämateriaalia.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa tästä linkistä.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti, joka on toteutettu (sopimuksen mukaan) suullisena.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu : <https://noppa.oulu.fi/noppa/kurssi/761671s/esite>

**766645S: Cluster Physics, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2011 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 credits

**Opetuskieli:**



English

**Ajoitus:**

Lectures not given every year.

**Osaamistavoitteet:**

After the course students can explain what is a cluster and are able to describe various formation mechanisms of clusters. Students can explain principles of spectroscopic methods studying the structure and properties of clusters, and are able to present information obtained from the specific details of the experimental spectra. Students are also able to provide examples of experimental methods on producing various type of clusters. Students will learn also to present principles of the data handling and information evaluation of the experiments.

**Sisältö:**

The course serves as an introduction to the materials research of nanostructures using electron spectroscopy. The scope of the course is in experimental methods of studying the properties of clusters. The course starts by short introductory part to clusters and then extends to the formation mechanisms of clusters. Few specific cluster sources will be reviewed. The course continues on focusing to the spectroscopy of clusters through example cases of present research. The studies of the development of metallicity and size dependent phase transformations in addition to methods resolving the surface and bulk structures of clusters will be overviewed. The course includes demonstrations where the students are familiarized with the spectroscopic equipment as well as the data handling of the measurements.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures, exercises, groupworks, self-study

**Kohderyhmä:**

Recommended for all students attending to the *SR master's degree programme*. The course is suitable for project works and provides a good base for the bachelor and master thesis at ELSP-lab.

**Esitietovaatimukset:**

Recommend course for background is 761673S Electron and Ion Spectroscopy.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

Lecture notes

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Vastuhenkilö:**

Kari Jänkälä

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**76664S: Dynaamisten prosessien NMR, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Anu Kantola

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

## 766678S: Introduction to Atmospheric Processes and Climate Change, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Syventävät opinnot tai aineopintojen 3. vuosi; ei luennoida joka vuonna.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija tuntee ilmastosysteemin ja erityisesti Maan ilmakehän pääpiirteet ja osaa kuvailla säteilynsiirtoon ilmakehässä vaikuttavat prosessit - erityisesti kasvihuonekaasujen, aerosolihiukkasten ja pilvien vaikutuksen - sekä niiden vaikutuksen Maan energiatasapainoon.

**Sisältö:**

Opintojakso johdattaa ilmakehätieteisiin ja ilmastotutkimukseen, pääpainon ollessa molekyyliklustereihin ja pienhiukkasiin liittyvissä prosesseissa: mustan kappaleen säteilyn, kaasujen kineettisen teorian ja ilmakehän kannalta merkittävien olomuodon muutosten kertaus; sähkömagneettisen säteilyn absorptio ja sironta kaasumolekyyleistä, aerosolihiukkasista ja pilvipisaroista; Maapallon energiatasapaino, säteilypakote, palautteet ja ilmaston herkkyys; aerosolihiukkasten ja kasvihuonekaasujen lähteet ja nielut, aerosoli-pilvi-sadantavuorovaikutukset; ilmakehän rakenne ja termodynamiikka, energian kulkeutuminen ilmastosysteemissä; havaitut ja ennustetut ilmastomuutokset.

**Järjestämistapa:**

Lähi- ja/tai monimuoto-opetus

**Toteutustavat:**

Luennot, laskuharjoitukset, esseet, seminaarit ja omatoiminen opiskelu

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Termofysiikka ja Atomifysiikka I

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso 766659S Auringon ilmastovaikutukset käsittelee Auringon vaikutusta ilmastosysteemin toimintaan tarkemmin, ja 766662S Molekyylien ominaisuudet valoittaa yleistä teoriaa kasvihuonekaasujen ja infrapunasäteilyn vuorovaikutuksen takana.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste, lisäksi D. J. Jacob: Introduction to Atmospheric Chemistry, PUP, 1999; saatavilla osoitteesta <http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/> sekä R. T. Pierrehumbert: Principles of Planetary Climate, CUP, 2010.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe; lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua.

## 761688S: Kiinteän aineen NMR-spektroskopia, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Anu Kantola

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

### Laajuus:

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

### Opetuskieli:

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

### Ajoitus:

Ei luennoita joka vuosi

### Osaamistavoitteet:

Opiskelija osaa selittää kiinteässä olomuodossa olevan näytteen tutkimiseen käytettävän ydinmagneettisen resonanssispektroskopian (NMR-spektroskopian) perusperiaatteet ja -menetelmät sekä pystyy johtamaan niistä seuraavat tulokset siinä laajuudessa ja sillä tasolla kuin ne on luennoissa esitetty (kts. Sisältö). Lisäksi hän osaa ratkaista sellaisia ongelmia, jotka edellyttävät esitetyn asian oleellisen sisällön syvällistä ymmärtämistä.

### Sisältö:

Aiheita ovat mm. kiinteän aineen NMR-spektroskopian peruskäsitteet (ydinmagnetisaatio, ydinvarjostus, dipolilytkentä, kvadrupolilytkentä, maagisen kulman pyörityskokeet, relaksaatio, ristipolarisaatio), spin-1/2-ydinten kiinteän aineen mittaamenetelmät ja -parametrit, kiinteän aineen NMR:n kvanttimekaaninen käsittely.

### Järjestämistapa:

Lähiopetus

### Toteutustavat:

28 h luentoja, 14 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, 91 h itsenäistä opiskelua

### Kohderyhmä:

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

### Esitietovaatimukset:

Kvanttimekaniikka 1. Opintojaksoissa NMR-spektroskopia ja Spektroskooppiset menetelmät annettavat NMR:n perustiedot helpottavat aiheeseen perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole välttämättömiä.

### Yhteydet muihin opintojaksoihin:

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

### Oppimateriaali:

Apperley, Harris and Hodgkinson, "Solid-state NMR, Basic principles & practice" Momentum Press, 2012 (osittain). Materiaalia myös luennoilta ja/tai opintojakson verkkosivuilta.

### Suoritustavat ja arviointikriteerit:

Päätekoee tai loppukoe

### Arviointiasteikko:

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

### Vastuhenkilö:

Anu Kantola

### Työelämäyhteistyö:

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu: <https://wiki.oulu.fi/pages/viewpage.action?pageId=71894264>

**763613S: Kvanttimekaniikka II, 10 op**

**Opiskelumuuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763313A Kvanttimekaniikka II 10.0 op

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssilla jatketaan kvanttimekaanisen ajattelutavan kehittämistä. Kurssin jälkeen opiskelija osaa ratkaista erilaisia fysikaalisia ominaisarvoprobleemoja käyttäen matriisilaskennan välineitä, osaa laskea systeemin kvanttiluvut ja pystyy arvioimaan häiriöiden vaikutusta lopputulokseen sekä kykenee ratkaisemaan matalaenergiasironnassa vastaantulevia ongelmia.

**Sisältö:**

Kahden ja useamman kappaleen kvanttimekaniikkaa käsitellään esimerkiksi alkuaineiden jaksollisen järjestelmän ja kiinteän aineen vyörakenteen yhteydessä. Atomi-, molekyyli- ja ydinfysiikan kannalta keskeinen suure on kulmaliikemäärä, jota käytetään myös kvanttilojen luokittelussa. Kulmaliikemäärän kvanttimekaaninen käsittely käydään läpi yksityiskohtaisesti. Heikkojen häiriöiden vaikutusta käsitellään sekä ajasta riippumattoman että ajasta riippuvan häiriöteorian avulla. Esimerkkeinä lasketaan mm. vetyatomin hienorakenteen aiheuttavat korjaustermit, Zeeman-efekti, H<sub>2</sub>- ja He-molekyylien sidosenergia. Kvanttilojen välisten siirrostojen laskemiseksi johdetaan Fermi kultainen sääntö ja sitä käytetään sähkömagneettisen kentän aiheuttamien dipolisiirrostojen laskemisessa. Lopuksi mikromaailman hiukkasten välisiä vuorovaikutuksia tutkitaan sirontakokeiden keinoilla. Kurssilla perehdytään myös vaikutusalan, sironta-amplitudin, vaihesiirron ja Greenin funktion käsitteisiin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 12 kpl harjoituksia (á 3 h), 184 h itsenäistä opiskelua ja loppukoe

**Kohderyhmä:**

Kurssi on teoreettisen fysiikan opiskelijoille pakollinen ja soveltuu spektroskopiaan, kiinteän aineen fysiikkaan tai statistiseen mekaniikkaan syventyville opiskelijoille samoin kuin muillekin aineen mikroskooppisesta rakenteesta kiinnostuneille.

**Esitietovaatimukset:**

Esitietoina tarvitaan 763312A Kvanttimekaniikka I -kurssi.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja.

**Oppimateriaali:**

J. Tuorila: Kvanttimekaniikka II (2014). D. Griffiths: Introduction to Quantum Mechanics (2005).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

2 välikoe tai loppukoe

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Matti Alatalo

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija osaa selittää tyhjiöolosuhteiden ylläpitämisen fysikaaliset perusteet sekä erityyppisten tyhjiöpumppujen ja painemittareiden toimintaperiaatteet. Opiskelija myös osaa antaa esimerkkejä atomi- ja molekyyllifysiikan kokeellisen tutkimuksen menetelmistä ja pystyy nimeämään niiden erityispiirteitä.

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään atomi- ja molekyyllifysiikan alan kokeellisessa työskentelyssä esiintyviin menetelmiin ja erityisongelmiin. Luennoilla ja demonstraatioissa käydään erityisesti läpi perusasiat tyhjiön luomisesta, ylläpitämisestä ja tyhjiössä suoritettavista mittauksista. Opiskelijat tutustuvat tyhjiölaitteiston suunnitteluun ja tyhjiön diagnosointiin virtauslaskennan ja jäännöskaasuanalyysiin avulla.

Lisäksi kurssilla esitellään erilaisia laboratoriomittauksissa käytettäviä säteilylähteitä sekä säteily- ja hiukkasdetektoreita. Kurssin tarkempi sisältö riippuu kulloisenkin luennoitsijan omasta erikoisalasta.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 10 h laskuharjoituksia, 6 h laboratoriotöitä, 116 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Fontell, Maula, Nieminen..., Insinööritieto OY: "Tyhjiötekniikka"

Luentomateriaali

Lisäksi: Moore, Davis & Coplan, Building Scientific Apparatus, Cambridge Press (chapters 3, 5, 7)

Hablanian; High Vacuum Technology, A Practical guide, Marcel Dekker Inc (1997)

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoe tai loppukoe

Lue lisää [opintasuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Marko Huttula

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761644S/>

**76667S: Modern characterization methods in material science, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Wei Cao

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year

**Osaamistavoitteet:**

This course is aiming to give an overview of advances in materials characterization methods. Through the course, students are expected to master basic characterization methods, and correlate observed phenomena to materials properties. Techniques are dedicated to determinations of morphologies and electronic structures of bulk, nano-films as well as free and deposited clusters.

**Sisältö:**

The course will be focused on methods and special requirements on experimental researches in the field of materials science. The lessons and demonstration include principles related to conventional characterization methods, microscopic detections, and the latest synchrotron-radiation-based techniques. Students will be guided to practice laboratory works of the vapor deposit sample growth system, morphological, and electronic structure measurements through SEM and the XPS. The course will also cover introduction to inorganic material growth methods, requirements to select different techniques, and physical insights within materials functionalities.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 24 h, exercises 10 h, 2 laboratory exercises, self-study 118 h

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the master program degree in physics. Also for the other students of the University of Oulu.

**Esitietovaatimukset:**

No specific prerequisites

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

Material Characterization techniques, by Sam Zhang, Lin Li, and Ashok Kumar, CRC press (2009); X-ray characterization of materials edited by Eric Lifshin, Wiley-VCH, (1999).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination.

Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Wei Cao

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

[Course website](#)

**76663S: Laskennallinen fysiikka ja kemia, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Perttu Lantto

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (pariton vuosi) kevätlukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on perustiedot fysiikassa, kemiassa, bio- ja materiaalitieteissä käytettävistä mikroskooppisten systeemien tietokonesimulointimenetelmistä, hän ymmärtää niiden sovellusmahdollisuudet rajoituksineen ja osaa käyttää niitä monipuolisesti erilaisten ongelmien ratkaisemiseen.

**Sisältö:**

Kurssi rakentaa perustukset laskennallisen fysiikan ja kemian menetelmien jatko-opiskelulle ja niiden käyttämiselle tutkimuksessa. Käsiteltäviä asioita: äärellisten systeemien elektronirakenne, kiinteän aineen elektronirakenne, Monte Carlo - ja molekyyliidynamiikkasimulaatiot, kvanttisimulaatiot.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 4 tietokoneharjoitustyötä, 103 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Fysiikan, kemian ja materiaalitieteiden edistyneet perustutkinto-opiskelijat sekä aloittavat jatko-opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Opintojaksot Atomifysiikka 1, Termofysiikka ja Molekyylien kvanttimekaniikka tai vastaavat tiedot. Tietokoneiden käytön ja ohjelmoinnin perusteet.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja.

**Oppimateriaali:**

Luentomuistiinpanot lähteinään: Leach: Molecular Modelling: Principles and Applications, 2nd ed. (Prentice Hall, 2001). Jensen: Introduction to Computational Chemistry (Wiley, 1999). Allen and Tildesley: Computer Simulation of Liquids (Oxford, 1987). Atkins and Friedman: Molecular Quantum Mechanics, 4th ed. (Oxford, 2005). Thijssen: Computational Physics (Cambridge, 1999). Giordano and Nakanishi: Computational Physics, 2nd ed. (Pearson, 2006). Pang: An Introduction to Computational Physics, 2nd ed. (Cambridge, 2006). Hill, Subramanian, and Maiti: Molecular Modeling Techniques in Material Sciences, (CRC, Taylor&Francis, 2005).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoe tai loppukoe.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 - 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Perttu Lantto

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761668S/>

**761685S: Optiikka, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Seppo Alanko

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761665S Optiikka 6.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

Fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat 2. vsk - 5 vsk. Maisteriopintoihin sisällytettävä opintojakso.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson jälkeen opiskelija pystyy pureutumaan modernin optiikan alaan liittyviin kysymyksiin ja osaa soveltaa tietämystään optiikan alan tutkimuksessa ja teollisuudessa.

**Sisältö:**

Sähkömagneettiset aallot, dispersio, sähkömagneettinen spektri, valon eteneminen, heijastuminen, taittuminen, kokonaisheijastus, metallien optisia ominaisuuksia, polarisaatio, polarisaattorit, optiset modulaattorit, nestekiteet, interferenssi, interferometrian sovellutuksia, monikerrospinnoitteet, Fraunhoferin diffraktio, Fresnelin diffraktio, Kirchhoffin diffraktioteoria, koherenssiteorian perusteet ja sovellutuksia, Fourier-optiikkaa ja sovellutuksia.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**



28 h luentoja, 14 h laskuharjoituksia, 91 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Pohjatiedot: Aineopintotason Aaltoliike ja optiikka tai vastaava

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

E. Hecht: Optics.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**761620S: Molekyylien ominaisuudet, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Vaara, Juha Tapani

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parittomat vuodet) kevätlukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija ymmärtää kokeellisten (spektroskooppisten) ja laskennallisten (elektronirakenteeseen perustuvien) tutkimusmenetelmien kvanttimekaaniset perusteet, sovellettuna molekyyliin kaasu-, neste- ja kiinteässä olomuodossa.

**Sisältö:**

Molekyylien pyöriminen ja värähtely, elektroniset siirtymät, sähköiset, optiset ja magneettiset molekyyliominaisuudet.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 14 h demonstraatioita, kaksi tietokoneharjoitusta, 109 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Fysiikan, kemian ja materiaalitieteiden edistyneet perustutkinto-opiskelijat sekä aloittavat jatko-opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Pohjatiedot: Atomifysiikan ja Termofysiikan aineopintojaksot, 761679S Molekyylisen kvanttimekaniikka, tai vastaavat tiedot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

P.W. Atkins and R.S. Friedman, "Molecular Quantum Mechanics", 5. painos, luvut 10 - 13, Oxford University Press, 2011. Luentomuistiinpanot.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoe tai loppukoe.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 - 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Juha Vaara

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766660S>

Luennoidaan ensimmäisen kerran keväällä 2019

**761652S: NMR-kuvaus, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Ville-Veikko Telkki

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

10 op / 266 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (pariton vuosi) syyslukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää ydinmagneettiseen resonanssiin perustuvien kuvausmenetelmien perusteet sekä sen, miten NMR-kuvausta käytetään erilaisten materiaalien fysikaalisten ominaisuuksien karakterisointiin.

**Sisältö:**

Yksidimensionaalinen Fourier-kuvaus, k-avaruus ja gradienttikaiut. Monidimensionaalinen Fourier-kuvaus. Jatkuva ja diskreetti Fourier-muunnos. Näytepisteiden keräys ja kuvan peilautuminen. Suodatus ja resoluutio. Kontrasti.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Kurssin 761663S NMR-spektroskopia antamat perustiedot helpottavat kuvausmenetelmiin perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole edellytys kurssille osallistumiselle.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

E.M. Haake, R.W. Brown, M.R. Thompson and R. Venkatesan, Magnetic Resonance Imaging. Physical Principles and Sequence Design. (John Wiley & Sons, Inc., 1999) (osittain), B. Blümich, NMR Imaging of Materials (Clarendon Press, 2000) (osittain).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Ville-Veikko Telkki

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**761617S: Numeerinen ohjelmointi, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tietää tavallisimmat numeeriset menetelmät funktioiden interpolointiin, integrointiin, derivointiin ja lineaaristen yhtälöryhmien ratkaisemiseen. Opiskelija osaa ratkaista symmetrisen matriisin ominaisarvot ja ominaisvektorit numeerisesti. Differentiaaliyhtälöiden tapauksessa opiskelija tietää erot alkuarvo- ja reunaehto-ongelmien välillä ja osaa valita sopivat menetelmät näiden ratkomiseen. Opiskelija osaa kirjoittaa tietokoneohjelmia numeeristen ongelmien ratkomiseen ja tietää yleisimmät matemaattiset kirjastot kuten Lapack ja GSL, ja osaa käyttää näitä apuna kirjoittaessaan ohjelmia.

**Sisältö:**

Funktioiden sarjakehitelmät, erikoisfunktiot, palautuskaavat, ortogonaalisten polynomien käyttö interpoloinnissa, numeerinen derivointi, funktion nollakohtien etsiminen, numeerinen integrointi, lineaariset yhtälöryhmät, matriisien numeerinen käsittely, ominaisarvot ja -vektorit, differentiaaliyhtälöiden ratkaiseminen ja Fourier muunnos. Kurssi sisältää viikoittaisia kotitehtäviä sekä kolme laajempaa projektityötä, joista tehdään työselostus. Selostuksissa esitetään annetun ongelman ratkaiseva algoritmi ja sitä käyttävän ohjelman lähdekoodi lopputuloksineen. Käytettävän ohjelmointikielen voi valita vapaasti, luennoilla käydään läpi esimerkkejä Fortran- ja Mathematica-kielillä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 26 h, 11 harjoitusta, 3 projektityötä

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Suositteluaan kurssien Fysiikan matematiikkaa, Differentiaaliyhtälöt, Lineaarialgebra I ja II ja vähintään Ohjelmoinnin perusteet suorittamista sekä kvanttimekaniikkaan tutustumista.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky and W. T. Vetterling: Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Kari Jänkälä

**761687S: Sähkömagneettiset aallot, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Vaara, Juha Tapani

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parilliset vuodet) kevätlukukaudella

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa johtaa sähkömagneettisten aaltojen teorian perustulokset Maxwellin yhtälöistä lähtien. Hän osaa analysoida erilaisia aaltojen käyttäytymiseen liittyviä tilanteita ja soveltaa teoriaa syntyvien ongelmien kvantitatiiviseen ratkaisuun. Soveltuu aineenopettajille.

**Sisältö:**

Maxwellin yhtälöt, sähkömagneettiset aallot, aaltoputket, sähkömagneettisten aaltojen synnyttäminen, sähkömagnetismi ja suppea suhteellisuusteoria, sähkömagneettisten aaltojen sironta ja absorptio.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 105 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat. Aineenopettajaopiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

761312A Sähkömagnetismi 2 tai vastaavat tiedot

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

I.S. Grant and W.R. Phillips, Electromagnetism, Second edition (toinen painos, Wiley & Sons, luvut 10-14);  
F. H. Read, Electromagnetic radiation (kappaleet 3,4,8).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti. Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Juha Vaara

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766632S/>

**763695S: Yleinen suhteellisuusteoria, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

2. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tunnistaa yleisen suhteellisuusteorian perusoletukset, pystyy toistamaan miten niistä johdetaan teorian yhtälöt sekä niiden ratkaisu massiivisen kappaleen ympärillä, sekä osaa soveltaa näitä yksinkertaisiin tapauksiin.

**Sisältö:**

Yleinen suhteellisuusteoria on yksi fysiikan hienoimmista teorioista. Kurssi alkaa tarkastelemalla tensorilaskentaa ja differentiaali geometriaa niiltä osin kun se on tarpeen aiheen kannalta. Sitten siirrytään tarkastelemaan yleisen suhteellisuusteorian aika-avaruutta ja geodeettista liikettä, ja verrataan tuloksia Newtonin teoriaan. Kun kenttäyhtälöt on saatu lyhyesti käsiteltyä, tarkastellaan fysiikkaa massiivisen kohteen lähistössä mukaan lukien johdannon mustiin aukkoihin. Erytystä huomiota kiinnitetään teorian kokeellisesti havaittaviin ennustuksiin. Johdanto kosmologiaan päättää kurssin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 12 harjoituskertaa (24 h), 110 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Esitietoina 763105P Johdatus suhteellisuusteoriaan 1 ja 763306A Johdatus suhteellisuusteoriaan 2. Opiskeltavaa asiaa tukevat myös kurssit Analyttinen mekaniikka (763310A), Klassinen kenttäteoria (763629S) ja Hydrodynamiikka (763654S).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Kurssi seuraa tarkasti kirjaa J. Foster and J.D. Nightingale: "A short course in general relativity". Osallistujia kehoitetaan hankkimaan kirja, sillä luentomonistetta ei tehdä.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**763620S: Statistinen fysiikka, 10 op**

**Opiskelumuuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

3. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tunnistaa tilastollisen fysiikan perusteet ja osaa soveltaa niitä termodynamiikkaan, vuorovaikuttamattomaan klassiseen, Bose- ja Fermi-kaasuun, häiriöteoreettisesti vuorovaikuttaviin järjestelmiin sekä faasimuutoksiin.

**Sisältö:**

Kurssilla selvitetään, miten hiukkasten mikroskooppiset ominaisuudet liittyvät aineen makroskooppisiin ominaisuuksiin. Lyhyen, statistisen mekaniikan kannalta klassisen termodynamiikan oleellisia piirteitä käsittelevän kertauksen jälkeen kerrotaan miten avaruuden topologia vaikuttaa identtisten hiukkasten käyttäytymiseen. Kun kvanttistatistiikan keskeiset käsitteet, kuten tiheysoperaattori, tilasumma jne., on esitelty, katsotaan ideaalisia, vuorovaikuttamattomia systeemejä. Todellisten, vuorovaikuttavien systeemien käsittelyyn soveltuvien menetelmien jälkeen tutkitaan faasimuutosten teoriaa. Kurssi päätetään esittelemällä kriittisiä ilmiöitä kuvaavia teorioita.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 30 h harjoituksia, 187 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Kohdistettu teoreettisen fysiikan opiskelijoille ja kaikille materian makroskooppisista ominaisuuksista kiinnostuneille opiskelijoille (vapaasti valittava). Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävänä opintona kurssit Kvanttimekaniikka II (763313A) ja Termofysiikka (766328A), suositeltavana myös Kvanttimekaniikan jatkokurssi (763622S).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Arponen: Statistinen fysiikka  
L.E. Reichl: A Modern Course in Statistical Mechanics  
Luentomoniste  
Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti  
Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Matti Alatalo

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**763622S: Kvanttimekaniikan jatkokurssi, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

3. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija osaa muodostaa systeemin erilaisiin symmetrioihin liittyvät kvanttimekaniikan operaattorit ja laskea esimerkiksi elektronien ominaistiloja atomeissa sellaisissa tapauksissa, kun suljettujen kuorien ulkopuolella on useampi kuin yksi elektroni. Hän osaa myös muodostaa dynaamisen systeemin vuorovaikutuskuvat ja ratkaista ne tapauksissa, joissa vuorovaikutukset ovat heikkoja. Edelleen opiskelija osaa johtaa relativistiset Diracin ja Klein-Gordon yhtälöt, muodostaa niiden kehittämät ei-relativistisella rajalla ja ratkaista ne vuorovaikuttamattomille hiukkasille.

**Sisältö:**

Kvanttimekaanisen systeemin symmetrian tarkastelu on oleellinen osa ongelmien ratkaisemisessa. Kurssilla esitetään translaatiosymmetrian ja liikemäärän, rotaatiosymmetrian ja kulmaliikemäärän välinen yhteys. Lisäksi käsitellään pariteetti- ja ajankääntösymmetriat. Atomi-, molekyyli- ja ydinfysiikan sovelluksille tärkeä kulmaliikemäärien kytkentä useille hiukkasille esitetään yksityiskohtaisesti. Ajasta riippuvan häiriölaskun menetelmä johdetaan heikolle häiriölle ja tuloksena saadaan Fermi kultainen sääntö. Samalla johdetaan dynaamisten systeemien erilaiset vuorovaikutuskuvat. Sovelluksena käsitellään

säteilyn ja materian vuorovaikutus. Esimerkkinä esitetään syy, miksi taivas on sininen ja auringon lasku punainen. Kurssin lopuksi johdetaan relativistiset Klein-Gordon ja Dirac yhtälöt.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 30 h harjoituksia, 187 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävänä opintona kurssi Kvanttimekaniikka II (763313A)

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

G. Baym: Lectures on Quantum Mechanics (1969), J.J. Sakurai: Modern Quantum Mechanics (1985), J.J. Sakurai: Advanced Quantum Mechanics.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Matti Alatalo

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://noppa.oulu.fi/noppa/kurssi/763622s/etusivu>

**763629S: Klassinen kenttäteoria, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

2. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa soveltaa kentän käsitettä klassisessa sähkömagnetismin teoriassa ja tunnistaa sähkömagnetismin teorian johdon käyttäen yleistä kenttäteoriaa ja suhteellisuusperiaatetta.

**Sisältö:**

Kenttä on keskeinen käsite fysikaalisissa teorioissa. Tässä kurssissa tutustutaan yleiseen klassiseen kenttäteoriaan Lagrangen mekaniikasta lähtien ja osoitetaan, että sähkömagnetismin teoria voidaan johtaa varsin yleisistä periaatteista lähtien. Aluksi yleistetään Analyttisen mekaniikan kurssissa opittua Lagrangen formalismia jatkuvaan materiaan. Tämän pohjalta muotoillaan yleinen klassinen kenttäteoria.



Lisäksi Lagrangen formalismi yleistetään koskemaan lähellä valon nopeutta liikkuvia hiukkasia. Näitä käyttäen perustellaan sähkömagneettisen kentän Lagrangen funktio. Siitä johdetaan sähkömagnetismin peruslait (Maxwellin yhtälöt ja Lorentzin voima). Näitä käyttäen tutkitaan eri sähkömagnetismin osa-alueita kuten säilymlakeja, ajasta riippumatonta kenttää sekä kiihtyvän varauksen synnyttämää kenttää.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 12 laskuharjoitusta (24 h), 110 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Esitietoina 766319A Sähkömagnetismi, 763105P Johdatus suhteellisuusteoriaan 1 ja 763306A Johdatus suhteellisuusteoriaan 2, 763310A Analyttinen mekaniikka.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Mm. L. Landau ja E. Lifshitz, The classical theory of fields; A. Fetter ja J. Walecka: Theoretical mechanics of particles and continua; E. Thuneberg: Klassinen kenttäteoria (luentomoniste).  
Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg ja Jürgen Schmidt

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**763628S: Kondensoidun materian fysiikka, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763636S Kondensoidun materian fysiikka 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

3. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa soveltaa kvanttimekaniikkaa ja tilastollista fysiikkaa kiinteän aineen rakenteeseen, erityisesti kiderakenteeseen ja sirontaan siitä, elektronirakenteeseen ja kuljetusilmiöihin vuorovaikuttamattomien elektronien mallissa, vuorovaikuttavaan elektronikaasuun ja hilavärähtelyihin.

**Sisältö:**

Tekniikan nopea kehitys perustuu olennaiselta osalta kondensoidun aineen ominaisuuksien ymmärtämiseen. Sen lisäksi kondensoidussa materiassa esiintyy monia mielenkiintoisia fysikaalisia ilmiöitä, jotka ovat seurausta suuresta määrästä hiukkasia ja niiden välisistä vuorovaikutuksista. Kiinteiden aineiden atomirakenteessa tutustutaan ensin kiderakenteeseen ja sen määrittämiseen sirontakokeilla. Pintoja ja monimutkaisempia rakenteita kuten seoksia käsitellään lyhyesti. Materian elektronirakennetta tarkastellaan ensin vapaiden elektronien kuvassa. Kidehilan vaikutusta tutkitaan sekä pienenä häiriönä että lähtien täysin lokalisoituista tiloista. Elektronien välistä Coulombin vuorovaikutusta tutkitaan erityisesti Hartree-Fock-yhtälöiden avulla. Hilavärähtelyjä tutkitaan yksinkertaisilla malleilla ja lasketaan hilavärähtelyistä aiheutuva ominaislämpö. Elektronien dynamiikkaa tarkastellaan puoliklassisilla yhtälöillä. Sähkön- ja lämmönjohtumista tutkitaan ratkaisemalla Boltzmannin yhtälöä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 12 laskuharjoitusta (24 h), 193 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Syvennetty versio kurssista Kiinteän aineen fysiikka (763333A). Edeltävinä opintoina Kvanttimekaniikka I (763312A) ja Termofysiikka (766328A).

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Michael P. Marder: Condensed Matter Physics. Apuna lisäksi seuraavat, mutta ne eivät kata koko kurssia: N.W. Ashcroft & N.D. Mermin: Solid state Physics, Pekka Pietiläinen: luentomoniste. Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Matti Alatalo

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**763654S: Hydrodynamiikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

2. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tunnistaa hydrodynaamisten ilmiöiden perusteet ja osaa soveltaa niitä kvantitatiivisesti yksikertaisiin virtausongelmiin.

**Sisältö:**

Aineen nestemäinen ja kaasumainen olomuoto muodostavat merkittävän osan arkipäivän elämäämme, ja siihen liittyvää fysiikkaa tarvitsevat kaikki fyysikot, esim. biofyysikot, geofyysikot, avaruusfyysikot, teoreettiset fyysikot ja tähtitieteilijät. Jatkumo-oletus, nopeuskenttä, jatkuvuusyhtälö, muutostensori, jännitystensori, hydrostatiikka, Navier-Stokes-yhtälön johto, Navier-Stokes-yhtälön ratkaisuja, viskoositon virtaus, ääniaallot, turbulenssi ja nesteen pinta-aallot.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 12 harjoituskertaa (24 h), 110 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Esitietoina tarvitaan kursseja 763101P Fysiikan matematiikkaa ja 766323A Mekaniikka vastaavat tiedot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

A. R. Paterson: A first course in fluid dynamics, E. Thuneberg, Hydrodynamiikka (luentomoniste).

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**763693S: Kvanttioptiikkaa sähköisissä piireissä, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763634S Kvanttilaitteet 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

3. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa ratkaista ajasta riippuvia kvanttimekaanisia tehtäviä harmonisella värähtelijällä, kaksitilasysteemillä ja vapailla elektroneilla, joissa on mukana vaimennus ja kohina.

**Sisältö:**

Moderneilla valmistusmenetelmillä voidaan tehdä pienikokoisia sähköisiä piirejä, joissa kvanttimekaaniset ilmiöt ovat olennaisia. Nämä piirit toimivat kuin keinotekoiset atomit ja niiden kuvaamiseen käytetään menetelmiä, jotka ovat tutumpia kvanttioptiikassa ja ydinmagneettisessa resonanssissa kuin sähköopissa. Yksi pääaihe on kuinka liittää häviölliset ilmiöt kvanttimekaniikkaan. Tämä tehdään johtamalla master-yhtälö, ja sitä sovelletaan harmoniseen oskillaattoriin ja kaksitasosysteemiin. Kaksitasosysteemin toteuttaminen edellyttää epälineaarista elementtiä, jona käytetään suprajohtavaa Josephson-liitosta. Toinen pääteema on erityyppiset kohinat kuten lämpö-, isku- ja kvanttikohina. Nämä voidaan johtaa käyttäen sirontaformalismia, missä elektroneja johteessa kuvataan kuin aaltoja aaltoputkessa. Tarkoitus on vastata mm. onko nollalämpötilassa kohinaa, kohiseeko supravirta ja voidaanko nollapistevärähtelyjä mitata.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 11 harjoituskertaa, 112 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Kaikille ajasta riippuvasta kvanttimekaniikasta kiinnostuneille.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävinä opintoina suositellaan kvanttimekaniikan kursseja, esim. Kvanttimekaniikka I ja II ja Analyttinen mekaniikka.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Ei seuraa erityisesti mitään kirjaa, E. Thuneberg: Quantum optics in electric circuits (luentomoniste)

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**766682S: Synkrotronisäteilymenetelmät ja -sovellukset, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2018 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Lauri Hautala

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

10 ECTS credits

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

During masters or PhD degree studies. Not lectured every year.

**Osaamistavoitteet:**

- Student can name the principal working components of a modern synchrotron radiation facility and can explain briefly their function.
- Student understands the basic properties of synchrotron radiation and how it possibly differs from radiation generated with other means.
- Student can explain the basic mechanisms behind scattering, spectroscopic and imaging techniques on a qualitative level used at synchrotrons.
- Student can name an application of a specific synchrotron radiation technique.

**Sisältö:**

The course consists of two parts. In the first and somewhat shorter part of the course a brief introduction to synchrotron light sources, light matter interaction, synchrotron radiation generation and its properties is given. After this background information, several experimental techniques benefitting from synchrotron radiation are presented. The techniques are loosely classified as scattering, spectroscopic or imaging methods. Application examples of the presented techniques are provided ranging for example from biomedicine, archeology and petrochemical industry to materials science, biology and computer technology.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching.

**Toteutustavat:**

50 h of lectures, 24 h of exercises, 193 h of self-study

**Kohderyhmä:**

Students/researchers in various fields of science (e.g. physics, chemistry, biomedicine, biology, materials science) interested in learning about what possibilities synchrotron radiation has to offer.

**Esitietovaatimukset:**

None, although a good grasp of basic physics helps.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously.

**Oppimateriaali:**

The course is based on the following book which is used as the only reading material:  
An introduction to synchrotron radiation physics: Techniques and applications, Philip Willmott, John Wiley & Sons, (2011).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Two written intermediate examinations or one final examination.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 - 5, where 0 = fail.

**Vastuhenkilö:**

Lauri Hautala

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period.

**Lisätiedot:**

Course wiki page: <https://wiki oulu.fi/display/SRTA/>

**766680S: Aerosols and Clusters in Climate, Space and Materials, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

### 761669S: NMR-spektroskopian sovellukset, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Anu Kantola

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa selittää tarkasteltavan aiheen peruseriaatteet ja pystyy johtamaan niistä seuraavat tulokset siinä laajuudessa ja sillä tasolla kuin ne on luennoissa esitetty. Lisäksi hän osaa ratkaista sellaisia ongelmia, jotka edellyttävät esitetyn asian oleellisen sisällön syvällistä ymmärtämistä.

**Sisältö:**

Opintojaksossa tarkastellaan jotakin ydinmagneettiseen resonanssispektroskopiaan (NMR-spektroskopiaan) liittyvää ajankohtaista, vuosittain vaihtuvaa aihetta, kuten esimerkiksi NMR-spektroskopian spintiheysmatriisimenetelmiä tai nestekiteiden NMR-spektroskopiaa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h harjoituksia, 105 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Opintojaksossa 761663S NMR-spektroskopia annettavat NMR:n perustiedot helpottavat aiheeseen perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole välttämättömiä.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Materiaali saatavissa luennoilta ja/tai opintojakson verkkosivuilta.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**76669S: Ydinmagneettinen relaksaatio, 6 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2011 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa selittää ydinmagneettisen relaksaation teorian peruseräkkeet ja pystyy johtamaan niistä seuraavat kokeellisesti havaittavia relaksaatioilmiöitä koskevat tulokset siinä laajuudessa ja sillä tasolla kuin ne on luennoissa esitetty (kts. Sisältö). Lisäksi hän osaa ratkaista sellaisia ongelmia, jotka edellyttävät esitetyn asian oleellisen sisällön syvällistä ymmärtämistä.

**Sisältö:**

Opintojaksossa tarkastellaan magneettikentässä olevan materian (erityisesti nesteen) atomien ydinten spinien käyttäytymistä systeemin lähestyessä jonkin siihen kohdistetun häiriön (esimerkiksi radiotaajuuspulssien sarjan) jälkeen tasapainotilaansa. Tämä prosessi, ydinmagneettinen relaksaatio, on tärkeä erilaisissa ydinmagneettisen resonanssin (NMR) sovelluksissa, esimerkiksi NMR-spektroskopiassa. Se on otettava huomioon NMR-kokeita suunniteltaessa, ja lisäksi sitä kuvaavat kokeelliset relaksaatioparametrit sisältävät arvokasta tietoa tutkittavan materian ominaisuuksista (esimerkiksi molekyylien geometrioista ja liiketiloista). Tämän opintojakson pääasiällisenä tavoitteena on selvittää, miten NMR-kokeissa havaittavat relaksaatioilmiöt voidaan johtaa ydinspinsysteemin perusominaisuuksista. Tähän päästään käyttämällä Redfieldin teoriaa, jossa ydinspinsysteemiä kuvataan kvanttimekaniikkaan perustuvalla tiheysoperaattorilla, mutta spinien ympäristöä kuvataan klassisesti.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 105 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Opintojaksossa 761663S NMR-spektroskopia annettavat NMR:n perustiedot helpottavat aiheeseen perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole välttämättömiä.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Materiaali saatavissa luennoilta ja/tai opintojakson verkkosivuilta.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Juhani Lounila

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**76681S: Työharjoittelu, 3 - 10 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2018 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Työharjoittelu

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Vastuhenkilö:**

Aineenopettajan suuntautumisvaihtoehdon harjoittelut: Saana-Maija Huttula

Muut suuntautumisvaihtoehdot: Lauri Hautala

**Lisätiedot:**

FM-tutkinto voi sisältää useita työharjoitteluja, eikä niiden määrää tutkinnossa ole rajoitettu. Työharjoittelun voi sisällyttää FM-tutkinnon pääaineen opintoihin, pääaineen vapaavalintaisista syventävistä kursseista se voi korvata max. 5 op:n verran.

Yhden päätoimisen harjoittelukuukauden opintopistevastaavuus on pääsääntöisesti 1,5 op (Yksi harjoitteluk = 1,5 op). Työharjoittelusta saatavaa opintopistemäärää voi perustellusta syystä opintojakson vastuhenkilö lisätä muulla lisätyöllä, esim. laajennetulla harjoitteluraportilla. Mikäli opiskelija suorittaa useita harjoitteluja, niiden opintopisteytys arvioidaan sen mukaan kuinka paljon ne antavat opiskelijalle uutta osaamista. Samoin pitkäkestoisen harjoittelun opintopisteytys katsotaan tapauskohtaisesti arvioiden työssä opittujen taitojen määrää, ei harjoittelun ajallista pituutta.

Työharjoittelusta **tulisi sopia etukäteen** Työharjoittelu –opintojakson vastuhenkilön kanssa, jolloin voidaan alustavasti sopia harjoittelusta saatavien opintopisteiden määrä. Lopullinen opintopistemäärä arvioidaan työtodistuksen sekä opiskelijan tuottaman harjoitteluraportin perusteella.

**763650S: Työharjoittelu, 3 - 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Työharjoittelu

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 - 5 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

2. - 4. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Kokea työntekoa käytännössä.

**Sisältö:**

Harjoittelu, joka ei suoraan liity muihin opinnäytteisiin.



**Järjestämistapa:**

Esim. kesätyö

**Toteutustavat:**

Opiskelija laatii harjoittelukertomuksen.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Ei erityistä oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Harjoitteluselostus

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Asteikko hyväksytty/hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Lauri Hautala

**Työelämäyhteistyö:**

Sisältää työharjoittelua

**Lisätiedot:**

FM-tutkinto voi sisältää useita työharjoitteluja, eikä niiden määrää tutkinnossa ole rajoitettu. Työharjoittelun voi sisällyttää FM-tutkinnon pääaineen opintoihin, pääaineen vapaavalintaisista syventävistä kursseista se voi korvata max. 5 op:n verran.

Yhden päätoimisen harjoittelukuukauden opintopistemäärä on pääsääntöisesti 1,5 op (Yksi harjoittelukokous = 1,5 op). Työharjoittelusta saatavaa opintopistemäärää voi perustellusta syystä opintojakson vastuuhenkilö lisätä muulla lisätyöllä, esim. laajennetulla harjoitteluraportilla. Mikäli opiskelija suorittaa useita harjoitteluja, niiden opintopisteytys arvioidaan sen mukaan kuinka paljon ne antavat opiskelijalle uutta osaamista. Samoin pitkäkestoisen harjoittelun opintopisteytys katsotaan tapauskohtaisesti arvioiden työssä opittujen taitojen määrää, ei harjoittelun ajallista pituutta.

Työharjoittelusta **tulisi sopia etukäteen** Työharjoittelu –opintojakson vastuuhenkilön kanssa, jolloin voidaan alustavasti sopia harjoittelusta saatavien opintopisteiden määrä. Lopullinen opintopistemäärä arvioidaan työtodistuksen sekä opiskelijan tuottaman harjoitteluraportin perusteella.

**A325703: Tähtitieteen syventävät opinnot, 70 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

*Vähintään 45 op seuraavista:*

**765642S: Astrophysics of Interacting Binary Stars, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Vitaly Neustroev

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

### 765635S: Taivaanmekaniikka I, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jürgen Schmidt

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

5 - 8 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tai englanti, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää taivaanmekaniikan perusperiaatteet ja pystyy soveltamaan niitä yksinkertaisten häiriöprobleemojen ratkaisuun numeeristen integrointien avulla.

**Sisältö:**

Kurssi käsittelee planeettojen rataliikettä, sisältäen runsaasti IDL-harjoituksia. Aiheita ovat mm. planeetan paikan laskeminen ja rataelementtien määrääminen havainnoista, yleinen kahden kappaleen probleeman käsittely. Lisäksi käsitellään vektoriaalisen häiriöteorian sovellutuksia ja monenkappaleen probleeman erikoistapauksia, kuten rajoitettua kolmen kappaleen liikettä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 24 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, kaksi harjoitustyötä, 81 h itse

**Kohderyhmä:**

Toisen ja ylemmän vuosikurssin fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

IDL-opas + esimerkkimateriaali

Fitzpatrick, R.: An Introduction to Celestial Mechanics

Karttunen H.: Johdatus taivaanmekaniikkaan

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Jürgen Schmidt

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765304A/>

**765639S: Taivaanmekaniikka II, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jürgen Schmidt

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

After completing the course the student can explain elements of perturbation theory, as they occur in problems of solar system dynamics, like tidal interactions, resonances, and spin orbit coupling.

**Sisältö:**

In extension of the course 'Celestial Mechanics' this course addresses special topics like the gravitational field of non-spherical bodies, perturbation theory, resonances and planetary rotation.

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the degree programme in physics. Also for the other students of the University of Oulu. The course can be taken at an intermediate and at an advanced level.

**Vastuhenkilö:**

Juergen Schmidt

**765634S: Galactic astronomy, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Heikki Salo

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

### **765633S: Galactic dynamics, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Heikki Salo

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

### **765686S: Tähtienvälinen aine, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Sébastien Comerón Limbourg

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 ECTS credits / 133 hours of work

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

2nd, 3rd, or 4th year of study (intermediate course), master (advanced course).

**Osaamistavoitteet:**

In this course we will study some of the most important processes that take place in the interstellar medium.

**Sisältö:**

The interstellar medium is a vacuum that is more perfect than any vacuum that could be created on Earth. And yet, it is a complex multiphase medium. The interstellar medium is the home of many astronomical phenomena. For example, this almost vacuum space integrated along long lines of sight is sufficient to cause the absorption of the light from distant objects. Parts of the interstellar medium are ionized and the galactic magnetic field is frozen within it. When the gas is perturbed by supernova explosions the magnetic field accelerates charged particles which are in turn detected on Earth as cosmic rays. Hidden in the core of the densest molecular gas clouds, new stars are being born.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

32 hours of lectures and exercises, 101 hours of self-study.

**Kohderyhmä:**

Astronomy and physics students

**Esitietovaatimukset:**

Basic knowledge in physics and mathematics

**Yhteydet muihin opintoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously.

**Oppimateriaali:**

'Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium', B. Draine, Princeton University Press  
The Physics of the Interstellar Medium, Second Edition '

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Final examination (intermediate and advanced). For the advanced course students, 20% of the mark will come from an extra assignment. Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 - 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Sébastien Comerón

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**765658S: Cosmology, 5 op**

**Voimassaolo:** 29.10.2013 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Leikkaavuudet:**

765358A Introduction to Cosmology 5.0 op

**Laajuus:**

5 credits

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

2nd, 3rd, or 4th year of study (intermediate course), master (advanced course).

**Osaamistavoitteet:**

The student will learn to derive the basic properties of an isotropic and homogeneous Universe from the Friedmann equations. The consequences of these equations will be compared to the observed Universe in order to study the properties of the different components of the Universe (baryonic matter, non-baryonic dark matter, dark energy...)

**Sisältö:**

The course will introduce the Friedmann-Lemaître-Robertson-Metric and the Friedmann equations and will introduce some predictions. Then, observed properties of the Universe will be presented. Fitting the parameters of the theoretical model with observed data leads to the Standard Model which is the present-day paradigm to explain the Universe.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

32 hours of lectures and exercises, 101 hours of self-study.

**Kohderyhmä:**

Astronomy and physics students

**Esitietovaatimukset:**

Basic knowledge in physics and mathematics

**Yhteydet muihin opintoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously.

**Oppimateriaali:**

Introduction to Cosmology by Barbara Ryden. Addusson-Wesley, 1st edition, 2002. The lecturer will provide some notes with essential points. Course material availability can be checked here.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Final examination (intermediate and advanced). For the advanced course students, 20% of the mark will come from an extra assignment. Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grades from 0 to 5, where 0=fail

**Vastuuhenkilö:**

Sébastien Comerón

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**765601S: Johdatus epälineaariseen dynamiikkaan, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jürgen Schmidt

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Leikkaavuudet:**

765301A Johdatus epälineaariseen dynamiikkaan 5.0 op

**Laajuus:**

5 ECTS cr

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year

**Osaamistavoitteet:**

After the course the student is able to apply basic concepts and methods of Nonlinear Dynamics to modeling approaches in physics, astronomy, biology, and chemistry.

**Sisältö:**

The course introduces the methods of the Nonlinear Dynamics approach to the analysis of dynamical systems, such as the concepts of fixed points, stability, bifurcations, as well as synchronization and chaos. Applications to various scientific problems are outlined as worked out examples and in the exercises.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 24 h and exercises (10-12 times), self-study 128 h

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the degree programme in physics. Also for the other students of the University of Oulu. The course can be taken at an intermediate and at an advanced level.

**Esitietovaatimukset:**

No specific prerequisites

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

'Nonlinear Dynamics And Chaos' by Steven Strogatz

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination and points from worked exercise problems Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 - 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Jürgen Schmidt

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

<https://noppa.oulu.fi/noppa/kurssi/765354a/etusivu>

**767603S: Observational Astronomy I, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Vitaly Neustroev

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 ECTS credits /133 hours of work

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year

**Osaamistavoitteet:**

After the finished course the student is expected to understand the role of observations in the formation of astronomical knowledge and to know the main observing techniques and instruments.

**Sisältö:**

The course gives an introduction to the modern ground- and space-based telescopes and detectors and observational methods. The primary detector in the visual wavelengths, the CCD camera, and basic image reduction techniques are introduced. Observational methods such as direct imaging, astrometry, photometry, spectroscopy, polarimetry and interferometry are described. Finally, the instruments and detectors of other electromagnetic wavelengths are also introduced.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 24 h, exercises 8 h, self-study 101 h

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the degree programme in physics. Also for the other students of the University of Oulu.

**Esitietovaatimukset:**

Fundamentals of astronomy (recommended)

**Yhteydet muihin opintoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

Recommended reading: Kitchin, C.R.: Astrophysical Techniques. Romanishin, W.: An Introduction to Astronomical Photometry Using CCDs - <http://observatory.ou.edu/wrccd22oct06.pdf> Birney, D. S., Gonzalez, G. & Oesper, D.: Observational Astronomy (2nd Edition - 2006) Course material availability can be checked here

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Vitaly Neustroev

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period.

**Lisätiedot:**

<https://wiki.oulu.fi/display/765336A/>

**767600S: Observational astronomy II, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Vitaly Neustroev

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Leikkaavuudet:**

767300A Observational astronomy II 5.0 op

**Laajuus:**

5 op /133 tuntia opiskelijan työtä

**Osaamistavoitteet:**

This is a follow up course to 767303A/767603S, designed to give additional practice utilizing the skills learned in Part I. Students must have taken Part I of the series prior to enrolling in this class.

**Sisältö:**

A more detailed and practical course (part two) which covers the theory and practice of obtaining meaningful data. Topics covered include different detector/telescope configurations, the atmosphere and its effects on observations, observational experiments, calibrations and data reductions, both on a theoretical level and experimentally with data. It also introduces some analysis tools and statistical techniques (signal detection, signal-to-noise estimate fitting, and goodness-of-fit estimation, etc.) that are commonly used in astronomical research.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 12 h, exercises 24 h, self-study 97 h



**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the degree programme in physics. Also for the other students of the University of Oulu.

**Esitietovaatimukset:**

Observational astronomy Part I (767303A /767603S)

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

Recommended reading: Kitchin, C.R.: Astrophysical Techniques. Romanishin, W.: An Introduction to Astronomical Photometry Using CCDs - <http://observatory.ou.edu/wrccd22oct06.pdf> Birney, D. S., Gonzalez, G. & Oesper, D.: Observational Astronomy (2nd Edition - 2006) Course material availability can be checked here

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where  
0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Vitaly Neustroev

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

The course is lectured next time Spring 2019.

**767602S: Physics of the solar system II, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jürgen Schmidt

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Leikkaavuudet:**

767302A Physics of the solar system II 5.0 op

**Laajuus:**

5 ECTS cr

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year

**Osaamistavoitteet:**

The student learns concepts and methods of solar system science and their application to current problems in the field.

**Sisältö:**

In extension of Physics of the Solar System I, this course addresses in greater depth special topics like planetary magnetospheres, tidal interaction, planetary interiors, and the origin and evolution of the Solar System.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

26 hours lecture, 26 hours exercises, 135 hours self-study

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the degree programme in physics. Also for the other students of the University of Oulu. The course can be taken at an intermediate and at an advanced level.

**Esitietovaatimukset:**

No specific prerequisites

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

`Planetary Sciences', I. de Pater, J.J. Lissauer (Cambridge University Press), `Physics of the Solar System', B. Bertotti, P. Farinella, D. Vokrouhlicky (Kluwer Academic Publishers), `Solar System Dynamics', C.D. Murray, S.F. Dermott (Cambridge University Press) Course material availability can be checked [here](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination and points from worked exercise problems Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Jürgen Schmidt

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

The course is lectured next time Spring 2019.

**765629S: Stellar atmospheres, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Vitaly Neustroev

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

10 ECTS cr

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year

**Osaamistavoitteet:**

The student should understand in the end of the course basics of radiation transport, physics of formation of stellar spectra, know the main opacity sources in various types of stars, understand theory of line formation and be able to determine chemical composition from stellar spectra.

**Sisältö:**

Stellar types, spectra, temperatures. Radiative transfer. Continuous and line spectra. Spectral analysis. Theory of line formation. The course can also be incorporated into advanced studies with some supplementary work.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching. Not lectured every year.

**Toteutustavat:**

Lectures 32 h and exercises, self-study 155 h

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the degree programme in physics. Also for the other students of the University of Oulu.

**Esitietovaatimukset:**

Fundamentals of astronomy (recommended)

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

E. Böhm-Vitense: Stellar astrophysics, vol. 2, Cambridge Univ. Press, 1989. Course material availability can be checked here.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Vitaly Neustroev

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765373A/>

**765626S: Stellar structure and evolution, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Sébastien Comerón Limbourg

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Leikkaavuudet:**

765311A Stellar structure and evolution 10.0 op

**Laajuus:**

10 ECTS cr

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Lectured every 2nd year

**Osaamistavoitteet:**

Students understand basic equations that describe the physics of stellar structure and evolution and know how to use them in practice.

**Sisältö:**

Stellar equilibrium. Theory of polytropes. Radiation transport. Convection. Nuclear reaction. Stellar pulsations. White dwarfs, degenerate gas. Supernovae. Neutron stars and black holes. The can be also incorporated into advanced studies with some supplementary work.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 40 h, exercises, self-study 147 h

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the degree programme in physics

**Esitietovaatimukset:**

Fundamentals of astronomy (recommended)

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

D. Prialnik: An introduction to the theory of stellar structure and evolution; R. Bowers, T. Deeming: Astrophysics I. Stars; R. Kippenhahn, A. Weigert: Stellar structure and evolution. Course material availability can be checked here.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Sébastien Comerón

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**767601S: Time Series Analysis in Astronomy, 5 op****Voimassaolo:** 01.08.2017 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Vitaly Neustroev**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi**Leikkaavuudet:**

767301A	Time Series Analysis in Astronomy	5.0 op
765368A	Time Series Analysis in Astronomy	6.0 op
765668S	Time Series Analysis in Astronomy	6.0 op

**Laajuus:**

5 ECTS credits / 133 hours of work

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year, Period 4

**Osaamistavoitteet:**

After taking the course the student is expected to understand basic time series concepts and terminology, to be able to select time series methods appropriate to goals and summarize results of time series analysis in writing. The main objective of this course is to develop the skills needed to do empirical research in fields operating with time series data sets.

**Sisältö:**

This is an introductory course, with particular emphasis on practical aspects of the typical time series encountered in astronomy and in related field of sciences: search for periodicities hidden in noise. Topics include detrending, filtering, autoregressive modeling, spectral analysis, regression, and wavelet analysis. Methods that can be applied to evenly and unevenly spaced time series are considered.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 24 h, exercises 24 h. The theoretical part of lectures concentrates on both parametric and nonparametric time series analysis methods. The practical part involves programming, application and interpretation of the results. Self-study 85 h.

**Kohderyhmä:**

Student of the intermediate and advanced level.

**Esitietovaatimukset:**

No pre-knowledge is required in the time series analysis field. A rough knowledge of Fourier transforms and related functions as well as some basic knowledge in Statistics would be an advantage.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

Numerical Recipes, papers.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 - 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Vitaly Neustroev

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765368A/>

**765656S: Topics of Modern Astrophysics, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Eija Laurikainen

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**765641S: Tähtitieteen tutkimusprojekti II, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Heikki Salo

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**765692S: Tähtitieteen erikoiskurssi, 4 - 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Heikki Salo

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

5 op / 133 tutnia opiskelijan työtä

**Ajoitus:**

The course is lectured next time autumn 2018, periods 1-2

**Sisältö:**

Vaihtuva aihe

**Toteutustavat:**

Tentti

**Vastuuhenkilö:**



Heikki Salo

## 765655S: Tutkimusprojekti 2 / Työharjoittelu, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

3. -5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on tutustuttaa opiskelija työelämään omalla opiskelualallaan.

**Sisältö:**

Johdettua tähtitieteellistä tutkimustyötä, itsenäistä opiskelua 160 h. Työharjoittelun voi sisällyttää FM-tutkinnon pääaineen opintoihin, pääaineen minimilaaajuudesta se voi korvata max. 5 op.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Raportti

**Kohderyhmä:**

Tähtitieteen opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Uusimmat julkaisut ja artikkelit

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Työselostus

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Asteikko hyväksytty/hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**Työelämäyhteistyö:**

Voi sisältyä työharjoittelua.

**Lisätiedot:**

FM-tutkinto voi sisältää useita työharjoitteluja, eikä niiden määrää tutkinnossa ole rajoitettu. Työharjoittelun voi sisällyttää FM-tutkinnon pääaineen opintoihin, pääaineen vapaavalintaisista syventävistä kursseista se voi korvata max. 5 op:n verran.

Yhden päätoimisen harjoittelukuukauden opintopistevastaavuus on pääsääntöisesti 1,5 op (Yksi harjoitteluk = 1,5 op). Työharjoittelusta saatavaa opintopistemäärää voi perustellusta syystä opintojakson vastuuhenkilö lisätä muulla lisätyöllä, esim. laajennetulla harjoitteluraportilla. Mikäli opiskelija suorittaa useita harjoitteluja, niiden opintopisteytys arvioidaan sen mukaan kuinka paljon ne antavat opiskelijalle uutta osaamista. Samoin pitkäkestoisen harjoittelun opintopisteytys katsotaan tapauskohtaisesti arvioiden työssä opittujen taitojen määrää, ei harjoittelun ajallista pituutta.

Työharjoittelusta **tulisi sopia etukäteen** Työharjoittelu –opintojakson vastuuhenkilön kanssa, jolloin voidaan alustavasti sopia harjoittelusta saatavien opintopisteiden määrä. Lopullinen opintopistemäärä arvioidaan työtodistuksen sekä opiskelijan tuottaman harjoitteluraportin perusteella.

## H325111: Avaruusfysiikan syventävät opinnot, 29 - 69 op

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Valitse vähintään kolme seuraavista, 24 op:*

### 761653S: Plasmafysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssilla esitellään aluksi plasman kuvailuun käytetyt perusteoriat, kineettinen teoria ja magnetohydrodynamiikka. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää näiden teorioiden fysikaalisen sisällön ja osaa soveltaa teorioita yksinkertaisiin plasmaongelmiin. Näihin teorioihin liittyen opiskelija osaa linearisoida osittaisdifferentiaaliyhtälöitä, mikä mahdollistaa monimutkaisten differentiaaliyhtälöiden pelkistämisen ratkaistavaan muotoon. Opiskelija osaa soveltaa näitä menetelmiä tutkittaessa plasmassa eteneviä perusaaltomodeja sekä tärkeimpiä plasman epästabiilisuuksia.

**Sisältö:**

Suurin osa universumin normaalista materiaasta on plasmaolomuodossa eli koostuu varatuista hiukkasista, jotka vaikuttavat toisiinsa sähkömagneettisella vuorovaikutuksella. Plasmafysiikka tutkii millaisia ilmiöitä tällaisessa systeemissä esiintyy. Plasmafysiikka on avaruusfysiikan tärkein teoria, jota sovelletaan mm. ionosfääriin, magnetosfääriin, Auringon ja heliosfääriin ilmiöiden kuvauksessa. Tällä kurssilla perehdytään syvällisesti plasmaa kuvaaviin teorioihin ja plasmaolomuodossa tapahtuviin ilmiöihin, erityisesti erilaisiin plasma-aaltoihin.

Sisältö lyhyesti: Plasman kineettinen teoria, magnetohydrodynamiikka, differentiaaliyhtälöiden linearisointi, MHD-aallot, kylmän plasman aallot, aaltojen kineettinen teoria, Landaun vaimennus, instabiliteetit.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Suositteluaan avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille. Tukee muita avaruusfysiikan syventäviä kursseja.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävinä opintoina suositellaan aineopintotason sähkömagnetismin tietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste: T. Asikainen: Plasmafysiikka. Osia kirjoista: Baumjohann-Treumann: Basic Space Plasma Physics, Imperial College Press, 1997; Treumann- Baumjohann: Advanced Space Plasma Physics, Imperial College Press, 1997; H. Koskinen, Johdatus plasmafysiikkaan ja sen avaruussovellutuksiin. Limes, 2001; F.F. Chen: Plasma Physics and Controlled Fusion, 2nd ed., Vol. 1, Plasma Physics, Plenum Press; J. A. Bittencourt: Fundamentals of plasma physics, Pergamon Press, 1986.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoe

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Timo Asikainen

**761658S: Ionosfäarifysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kuvata kurssin jälkeen ionosfäärin muodostumisen yläilmakehään sekä analysoida ionosfäärissä tapahtuvat tärkeimmät prosessit. Opiskelija osaa laskea mm. ionisaation tuoton ja häviön, ionosfäärin epäisotrooppisen johtavuuden ja sähkövirrat sekä ambipolaarisen diffuusion.

**Sisältö:**

Kurssi käsittelee Maan ylempää, osittain ionisoitunutta ilmakehää eli ionosfääriä. Ionosfääri syntyy pääasiassa Auringon EUV-säteilyn seurauksena. Korkeiden leveyspiirien ionosfääri on paljon dynaamisempi kuin matalammilla leveysasteilla. Tämä johtuu siitä, että korkeiden leveyspiirien ionosfääri on suoraan kytkeytynyt magneettisten kenttäviivojen välityksellä Maan magnetosfääriin, joka taas kytkeytyy aurinkotuulen kanssa. Korkeiden leveyspiirien ionosfäärissä kulkee voimakkaita sähkövirtoja ja esiintyy revontulia (aurora borealis). Ionosfääri löydettiin aikoinaan, koska se vaikutti radioaaltojen etenemiseen ilmakehässä (pitkän matkan radioyhteydet ilman satelliitteja eivät olisi mahdollisia ilman ionosfääriä). Toisaalta tehokkain tapa tutkia ionosfääriä on radioaaltoihin perustuvien mittausten avulla. Tämän vuoksi ionosfäarifysiikalla on myös käytännön merkitystä ja sovelluskohteita.

*Sisältö lyhyesti:* Auringon säteily, ylempi ilmakehä ja sen dynamiikka, ionosfäärin synty ja ionikemia, varattujen hiukkasten liike ja diffuusio, ionosfäärin sähkökentät ja sähkövirrat sekä joitakin ionosfäärin ilmiöitä kuten ekvaattorin ja revontulialueen suihkuvirtaukset, sporadinen E-kerros ja napatuuli.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 20 h harjoituksia, 153 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

766355A Avaruusfysiikan perusteet tarjoaa hyödyllisiä esitietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

A. Aikio ja T. Nygrén: Physics of the Ionosphere of the Earth, jakelussa fysiikan laitoksen verkkosivuilla. Luentomateriaali perustuu osin kirjaan: A. Brekke, Physics of the Upper Atmosphere, John Wiley & Sons, 1997.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätökoe, mahdollisesti myös opiskelijoiden tekemä projektityö, joka arvostellaan.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Anita Aikio

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761658S/>

**761657S: Magnetosfäärifysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata magnetosfäärin syntymisen aurinkotuulen ja planeetan magneettikentän vuorovaikutuksena, selittää perustellusti magnetosfäärin rakenteen ja dynamiikan oleelliset ilmiöt ja tekijät, vertailla erilaisten magnetosfäärien välisiä eroja sekä soveltaa avaruusplasmojen perusmenetelmiä magnetosfäärin ilmiöiden kuvaamiseen.

**Sisältö:**

Magnetosfääri syntyy planeetan sisäisen magneettikentän vuorovaikutuksessa aurinkotuulen ja sen mukana kulkevan interplanetaarisen magneettikentän kanssa. Tämä vuorovaikutus tekee magnetosfääristä komeetan pyrstön muotoisen magneettisen kuplan, jonka koko, muoto ja rakenne vaihtelevat jatkuvasti riippuen aurinkotuulen ja interplanetaarisen magneettikentän olosuhteista.

*Sisältö lyhyesti:* Magnetosfäärin muodostuminen, Chapman-Ferraro-malli, magnetosfäärin ulkoreuna, pyrstö ja nielu, magnetosfäärin plasma-alueet ja virtasysteemit, magneettikenttien rekonnektio, magnetosfääri-ionosfääri-kytkentä, magnetosfäärin dynamiikka (magneettinen aktiviteetti, revontulet, alimyrskyprosessi, magneettiset myrskyt), muut planeettakunnan magnetosfäärit.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Suositteluaan avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävinä opintoina suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet tai 761353A Plasmafysiikan perusteet tai vastaavia tietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Osia kirjoista: H. Koskinen, Johdatus plasmafysiikkaan ja sen avaruussovellutuksiin. Limes, 2001; Pröls, Physics of the Earth's space environment, Springer, 2004; G. Parks, Physics of space plasmas. An introduction, Addison-Wesley, 1991; Kivelson-Russell, Introduction to space physics, Cambridge Univ. Press, 1995.

Luentomoniste: K. Mursula: Magnetosfäärifysiikka

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätökoe tai loppukoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Timo Asikainen

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761657S/>

**766656S: Heliosfäärifysiikka, 8 op**

**Opiskelumoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata perustellusti Auringon koronan rakenteen, aurinkotuulen ja heliosfäärin magneettikentän synnyn, ominaisuudet ja ajallisen vaihtelun sekä heliosfäärin globaalinen rakenteen. Opiskelija osaa soveltaa aurinkotuulen kiihdytystä ja heliosfäärin magneettikentän rakennetta kuvaavia fysikaalisia teorioita heliosfäärin ilmiöiden selittämiseen.

**Sisältö:**

Auringon magneettikentän hallitsemaa avaruutta kutsutaan heliosfääriksi, joka ulottuu planeettakunnan ulkopuolelle. Auringon magneettikenttää kuljettaa avaruuteen koronasta lähtevä hiukkasvuo, ns. aurinkotuuli. Aurinkotuulen ja magneettikentän ominaisuudet muuttuvat Auringon toiminnan mukaan ja vaikuttavat planeettojen magneettikenttiin ja ilmakehiin aiheuttaen mm. magneettisia myrskyjä. Sisältö lyhyesti: Aurinkotuulen ominaisuudet, Parkerin aurinkotuuliteoria, aurinkotuulen kiihdytys,

heliosfäärin 3-dimensioinen rakenne, heliosfäärin virtalevy, korotoivat shokit, koronan massapurkaukset ja magneettiset pilvet, yhtyneet vuorovaikutusalueet, terminaatio-shokki, heliopausi, Auringon magneettinen sykli ja sen vaikutus heliosfäärissä, Auringon pohjois-eteläinen epäsymmetria, avaruussää, avaruusilmasto. Kurssi on avaruusfysiikan yhden tärkeän tieteenalan peruskurssi.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Suositteluaan avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävänä opintona suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet tai 761353A Plasmafysiikan perusteet tai vastaavia tietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Osia kirjoista: Kivelson-Russell, Introduction to Space Physics, Cambridge Univ. Press, 1995; J.R. Jokipii et al, Cosmic winds and the heliosphere, Univ. Arizona, 1997; Prölss, Physics of the Earth's space environment, Springer, 2004; K. Scherer et al., The outer heliosphere: Beyond the planets, Copernicus, 2000.

Luentomoniste: K. Mursula: Heliospheric physics.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Pääteko

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

prof. Kalevi Mursula ja Dr. Alex Mishev

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

Ensimmäiset luennot keskiviikkona 5.9. ja torstaina 6.9. klo 10.15. Kaikki luennot pidetään salissa B234.

<https://wiki oulu.fi/display/766656S/>

**766655S: Kosmiset säteet, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata perustellusti kosmisten säteiden ominaisuudet, alkuperän, ajallisen vaihtelun, ilmakehävaikutukset ja kokeelliset menetelmät, sekä osaa soveltaa

kosmisten säteiden kiihdytystä ja modulaatiota kuvaavia fysikaalisia teorioita kosmisten säteiden ominaisuuksien selittämiseen.

**Sisältö:**

Kosmiset säteet ovat energeettisiä hiukkasia, jotka voivat läpäistä ilmakehän ja Maan magneettikentän suojan ja aiheuttaa hiukkassäteilyä maanpinnalla. Kosmiset säteet saavat suuren energiansa esim. supernovien shokeissa ja Auringon purkauksissa. Kosmisten hiukkasten avulla saadaan tietoa Auringosta, heliosfääristä ja kaukaisesta avaruudesta.

*Sisältö lyhyesti:* Kosmisten säteiden komponentit, galaktisten kosmisten säteiden koostumus, energiaspektri ja alkuperä, kosmisten säteiden kiihdytys, Auringon kosmiset säteet ja niitä tuottavat soihdun purkaukset ja koronan massapurkaukset, kosmisten säteiden modulaatio heliosfäärissä, Parkerin teoria, kosmisten säteiden ajallinen vaihtelu, kosmisten säteiden reaktiot ilmakehässä ja mahdollinen ilmastovaikutus, kosmisten säteiden havaitseminen Oulussa ja muualla.

Kurssi on avaruusfysiikan yhden tärkeän tieteenalan peruskurssi.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävänä opintona suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet tai 761353A Plasmafysiikan perusteet tai vastaavia tietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Osia kirjoista: T.K. Gaisser, Cosmic rays and particle physics, Cambridge Univ. Press; P.K.F. Grieder, Cosmic rays at the Earth, Elsevier, 2001.

Luentomoniste: K. Mursula ja Ilya Usoskin: Cosmic rays.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Ilya Usoskin

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki.oulu.fi/display/766655S/>

**766657S: Radioaallot ionosfäärissä, 8 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2018 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Anita Aikio

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti tai suomi (osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan 2-3 vuoden välein

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija tuntee ionosfäärin eri alueet ja osaa käsitellä radioaaltojen etenemistä ionosfäärissä teoreettisesti. Opiskelija osaa myös kuvata radioaaltoihin perustuvien tieteellisten mittalaitteiden, kuten ionosondin, riometrin ja epäkoherentin sirontatutkan, toimintaperiaatteen ja pystyy soveltamaan osaamistaan avaruusfysiikan tutkimuksessa.

**Sisältö:**

Maapallon ionosfääri ja sen ominaisuudet, radioaaltojen perusteoria, radioaaltojen eteneminen ionosfäärissä, tieteellinen toimintaperiaate ja mittauksista saatavat tieteelliset parametrit seuraaville tutkimuslaitteille: ionosondi (plasmatiheys), riometri (D-kerroksen absorptio) ja epäkoherentti sirontatutka (plasman tiheys, lämpötilat, nopeus).

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 16 h laskuharjoituksia, 157 h itsenäistä työskentelyä

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat, erikoisesti avaruusfysiikan opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat, jotka ovat kiinnostuneet aiheesta.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätetkoe.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Vastuuhenkilö:**

Anita Aikio

*Valinnaisia kursseja avaruusfysiikassa (täydennetään vähintään 40 opintopisteeseen). Valitse vähintään 16 op seuraavista tai loppuista edellä olevista.*

**761649S: Revontulifysiikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa kuvata ja analysoida niiden fysikaalisten prosessien perusteet, jotka johtavat revontulien syntyyn yläilmakehässä. Lisäksi opiskelija osaa laskea aiheeseen liittyviä laskuja. Kurssin jälkeen opiskelija osaa kertoa alaan liittyvistä uusimmista tutkimustuloksista.

**Sisältö:**

Auringosta lähtee jatkuva varattujen hiukkasten virtaus sitä ympäröivään avaruuteen, ns. aurinkotuuli. Osa aurinkotuulen hiukkasista pääsee Maan magnetosfäärin sisäpuolelle, saa siellä lisää energiaa ja syöksyy



lopulta korkeiden leveysasteiden yläilmakehään eli ionosfääriin. Kun varatut hiukkaset (etupäässä elektronit) törmäilevät ilmakehän hiukkasten kanssa ja virittävät niitä ylemmille energiatiloille, syntyy valo, joka nähdään revontulina (aurora borealis). Revontulifysiikan kurssilla tarkastellaan revontulien syntyyn liittyviä fysikaalisia prosesseja sekä ionosfäärissä että magnetosfäärissä.

*Sisältö lyhyesti:* Neutraali-ilmakehä, revontulhiukkasten aiheuttama ilmakehän atomien ja molekyylien ionisaatio, viritykset ja optiset emissiot. Revontulten morfologia. Magnetosfääri-ionosfäärikytkentä ja sähkövirrat. Revontulhiukkasten kiihdytysmekanismit ja revontulien sähködynamiikka.

Magnetohydrodynaamiset aallot, erityisesti Alfvén-aallot. Aurinkotuulen energian siirtyminen magnetosfääriin ja magnetosfäärin alimyrskyt.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

36 h luentoja, 12 h laskuharjoituksia, 112 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Pääasiassa fysiikan opiskelijat, joiden erikoisalana on avaruusfysiikka. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävinä opintoina suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet ja 761658S Ionosfäärifysiikka.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

A. Aikio: Auroral Physics, joka on saatavilla kurssin web-sivulta. Lisämateriaalia löytyy oppikirjoista: M.H. Rees: Physics and chemistry of the upper atmosphere (Cambridge, 1989), G. Paschmann, S. Haaland and R. Treumann (Eds.): Auroral Plasma Physics (Kluwer Academic Publishers 2003), Baumjohann and Treumann: Basic Space Plasma Physics (Imperial College Press, 1997).  
Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Anita Aikio

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761649S/>

**761687S: Sähkömagneettiset aallot, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Vaara, Juha Tapani

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parilliset vuodet) kevätlukukaudella

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa johtaa sähkömagneettisten aaltojen teorian perustulokset Maxwellin yhtälöistä lähtien. Hän osaa analysoida erilaisia aaltojen käyttäytymiseen liittyviä tilanteita ja soveltaa teoriaa syntyvien ongelmien kvantitatiiviseen ratkaisuun. Soveltuu aineenopettajille.

**Sisältö:**

Maxwellin yhtälöt, sähkömagneettiset aallot, aaltoputket, sähkömagneettisten aaltojen synnyttäminen, sähkömagnetismi ja suppea suhteellisuusteoria, sähkömagneettisten aaltojen sironta ja absorptio.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 105 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat. Aineenopettajaopiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

761312A Sähkömagnetismi 2 tai vastaavat tiedot

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

I.S. Grant and W.R. Phillips, Electromagnetism, Second edition (toinen painos, Wiley & Sons, luvut 10-14);  
F. H. Read, Electromagnetic radiation (kappaleet 3,4,8).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti. Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Juha Vaara

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766632S/>

**766654S: Aurinkofysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata perustellusti Auringon rakennetta, historiaa, energiantuottoa, aurinko-oskillaatioita, Auringon magneettikentän syntyä ja magneettista aktiivisuutta, sekä osaa soveltaa Aurinkoa kuvaavia fysikaalisia teorioita ja niissä käytettäviä matemaattisia menetelmiä Auringon perusilmiöiden selittämiseen.

**Sisältö:**

Aurinko on maapallon lähin tähti ja sen tärkein energialähde. Aurinko on myös tärkein maapallon ilmastoon ja muihin elinolosuhteisiin vaikuttava ja niitä muokkaava tekijä. Kurssi antaa valmiudet ymmärtää Auringon rakennetta ja muuttuvaa toimintaa.

*Sisältö lyhyesti:* Auringon rakenne, Auringon historia, aurinkomalli, Auringon energiantuotto, Auringon neutriinot, aurinko-oskillaatiot ja helioseismologia, Auringon konvektiokerros, differentiaalinen rotaatio, Auringon magnetismi ja dynamomekanismi, Auringon ilmakehä (fotosfääri, kromosfääri, korona), Auringon aktiivisuus.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

M. Stix, The Sun. An Introduction, 2. painos, Springer, 2004. Luentomoniste: K. Mursula: Solar Physics. Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätökoe tai loppukoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766654S/>

**763654S: Hydrodynamiikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

2. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tunnistaa hydrodynaamisten ilmiöiden perusteet ja osaa soveltaa niitä kvantitatiivisesti yksikertaisiin virtausongelmiin.

**Sisältö:**

Aineen nestemäinen ja kaasumainen olomuoto muodostavat merkittävän osan arkipäivän elämäämme, ja siihen liittyvää fysiikkaa tarvitsevat kaikki fyysikot, esim. biofyysikot, geofyysikot, avaruusfyysikot, teoreettiset fyysikot ja tähtitieteilijät. Jatkumo-oletus, nopeuskenttä, jatkuvuusyhtälö, muutostensori, jännitystensori, hydrostatiikka, Navier-Stokes-yhtälön johto, Navier-Stokes-yhtälön ratkaisuja, viskoositon virtaus, ääniaallot, turbulenssi ja nesteen pinta-aallot.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 12 harjoituskertaa (24 h), 110 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Esitietoina tarvitaan kursseja 763101P Fysiikan matematiikkaa ja 766323A Mekaniikka vastaavat tiedot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

A. R. Paterson: A first course in fluid dynamics, E. Thuneberg, Hydrodynamiikka (luentomoniste).  
Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**766659S: Auringon ilmastovaikutukset, 6 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2015 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

6 credits

**Opetuskieli:**

English or Finnish

**Ajoitus:**

Roughly every second year

**Osaamistavoitteet:**

After passing the course the student is able to describe the basic patterns and modes of climate and climate variability, general circulation, ocean-atmosphere coupling, and telecommunication, as well as the major influences of the Sun by the different mechanisms to the climate modes and patterns.

**Sisältö:**

This is an optional physics course at an advanced level on the solar effects on the Earth's atmosphere and climate. Climate change is well known to everyone and its importance to mankind overall can hardly be overestimated. On the other hand, while the Sun is the ultimate source of climate, the solar effects on climate change are still poorly understood. Moreover, in addition to the electromagnetic radiation (total and spectral irradiance), new solar effects have recently been found that are related to solar wind.

*Topics:* Major modes of climate variability, stratosphere-troposphere coupling, telecommunication between various modes, volcanic influences, greenhouse gas warming, NAO/NAM, ENSO, QBO, ozone depletion, total and spectral solar irradiance, top-down and bottom-up mechanisms of solar influence, solar wind effects

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 30 h, 4 exercises (8 h), seminar, essay writing, self-study

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the degree programme in physics, especially space physics. Also for other students of the University of Oulu.

**Esitietovaatimukset:**

Recommended background information: Basics of Space physics -course or equivalent information.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

Course material will be informed during the course.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Seminar, essay and one final examination.

Read more about [assessment criteria](#) at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766659S>

**761648S: Epäkoherentin sirontatutkan perusteet, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tai tarvittaessa englanti)

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija kykenee nimeämään ja tunnistamaan signaaliteorian ja sähkömagneettisen klassisen sironnan peruskäsitteet ja osaa soveltaa niitä yksinkertaisiin ongelmiin. Hän osaa yhdistää toisiinsa tutkasignaalin ja plasman autokorrelaatiofunktion käsitteet sekä osaa tulkita signaalin spektrin fysikaalisen merkityksen. Hän kykenee vertailemaan eri modulaatiomenetelmien suorituskykyä sekä selittämään niiden tuottamat edut erilaisissa mittaustilanteissa.

#### **Sisältö:**

Maan ionosfääriin tutkimiseen käytetään useita erilaisia radioaaltomenetelmiä. Yksi näistä on epäkoherentti sironta, joka perustuu radioaallon sirontaan ionosfääriin plasman termisistä fluktuatioista. Sironta on hyvin heikkoa, joten sen havaitsemiseen on käytettävä suurtehotutkaa. Tutkan tehon on oltava megawatin suuruusluokkaa ja antennikeilan on oltava hyvin kapea, leveydeltään noin asteen suuruinen. Sironneen säteilyn tehon ja spektrin avulla voidaan määrittää ionosfääriin elektronitiheys, ioni- ja elektronilämpötilat, plasman nopeus sekä joukko muita fysikaalisia parametreja. Tässä mielessä epäkoherentti sirontatutka on ionosfääriin tutkimuslaitteista tehokkain. Sirontatutkat käyttävät monimutkaisia modulaatiomenetelmiä, ja niiden mittaustulosten analysointi on muita ionosfäärimittauksia monimutkaisempaa. Tämä kurssi antaa sirontatutkamenetelmän ymmärtämiseen tarvittavat perustiedot.

*Sisältö lyhyesti:* Epäkoherentti sironta plasman termisistä fluktuatioista, mono- ja multistaattisen tutkan periaate, suurteholähetin, antennin säteilykuvio, superheterodyne-vastaanotin, signaalin sekoitus, stokastiset prosessit, signaalin spektri, näytteenotto ja digitaaliset signaalit, ambiguiteettifunktiot, klassiset modulaatiomenetelmät, alternoivat koodit.

#### **Järjestämistapa:**

Lähiopetus

#### **Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h harjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

#### **Kohderyhmä:**

Ionosfääriin tutkimukseen erikoistuvat opiskelijat, erityisesti sellaiset, jotka haluavat osallistua EISCAT-mittauksiin ja niiden analysointiin.

#### **Esitietovaatimukset:**

Ionosfäärifysiikka (761658S) sisältää hyödyllisiä perustietoja.

#### **Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

#### **Oppimateriaali:**

Luentomateriaali laitoksen verkkosivuilla.

#### **Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätetkoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

#### **Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

#### **Vastuhenkilö:**

Anita Aikio

#### **Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

#### **Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761648S/>

## **H326005: Biolääketieteen fysiikan syventävät opinnot, 40 - 80 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**761652S: NMR-kuvaus, 10 op****Voimassaolo:** 01.08.2017 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Ville-Veikko Telkki**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti**Laajuus:**

10 op / 266 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (pariton vuosi) syyslukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää ydinmagneettiseen resonanssiin perustuvien kuvausmenetelmien perusteet sekä sen, miten NMR-kuvausta käytetään erilaisten materiaalien fysikaalisten ominaisuuksien karakterisointiin.

**Sisältö:**

Yksidimensionaalinen Fourier-kuvaus, k-avaruus ja gradienttikaiut. Monidimensionaalinen Fourier-kuvaus. Jatkuva ja diskreetti Fourier-muunnos. Näytepisteiden keräys ja kuvan peilautuminen. Suodatus ja resoluutio. Kontrasti.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Kurssin 761663S NMR-spektroskopia antamat perustiedot helpottavat kuvausmenetelmiin perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole edellytys kurssille osallistumiselle.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

E.M. Haake, R.W. Brown, M.R. Thompson and R. Venkatesan, Magnetic Resonance Imaging. Physical Principles and Sequence Design. (John Wiley &amp; Sons, Inc., 1999) (osittain), B. Blümich, NMR Imaging of Materials (Clarendon Press, 2000) (osittain).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Ville-Veikko Telkki

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**[Kurssin sivu](#)

**76667S: Modern characterization methods in material science, 5 op****Voimassaolo:** 01.08.2017 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Wei Cao**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year

**Osaamistavoitteet:**

This course is aiming to give an overview of advances in materials characterization methods. Through the course, students are expected to master basic characterization methods, and correlate observed phenomena to materials properties. Techniques are dedicated to determinations of morphologies and electronic structures of bulk, nano-films as well as free and deposited clusters.

**Sisältö:**

The course will be focused on methods and special requirements on experimental researches in the field of materials science. The lessons and demonstration include principles related to conventional characterization methods, microscopic detections, and the latest synchrotron-radiation-based techniques. Students will be guided to practice laboratory works of the vapor deposit sample growth system, morphological, and electronic structure measurements through SEM and the XPS. The course will also cover introduction to inorganic material growth methods, requirements to select different techniques, and physical insights within materials functionalities.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 24 h, exercises 10 h, 2 laboratory exercises, self-study 118 h

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the master program degree in physics. Also for the other students of the University of Oulu.

**Esitietovaatimukset:**

No specific prerequisites

**Yhteydet muihin opintoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

Material Characterization techniques, by Sam Zhang, Lin Li, and Ashok Kumar, CRC press (2009); X-ray characterization of materials edited by Eric Lifshin, Wiley-VCH, (1999).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination.

Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Vastuhenkilö:**

Wei Cao

**Työelämäyhteistyö:**



No work placement period

**Lisätiedot:**

[Course website](#)

**090820S: Diagnostic Imaging, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 - 01.08.2017

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti

Ei opintojaksokuvauksia.

**080923S: Physics in Radiation Therapy, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Juha Nikkinen

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 op / 135 tuntia opiskelijan työtä.

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Opintojakso järjestetään kevätlukukaudella periodissa IV parittomina vuosina. Suositellaan suoritettavaksi maisterivaiheessa.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija:

- osaa yleisimmät sädehoitotekniikat
- osaa sädehoitosuunnitelmaan vaikuttavat fysikaaliset ja biologiset tekijät
- osaa sädehoidon dosimetriaan ja säteily suojeleluun liittyvät suuret

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää opiskelijat sairaalassa käytettävien sädehoitolaiteiden perusfysiikkaan. Käsiteltäviä aiheita ovat mm. lineaarikiihdyttimien dosimetria, säteily suojelelu, annossuunnittelu, laadunvarmistus, säteilyfysiikka ja biologia sädehoidon osalta, sekä sisäisen sädehoidon menetelmät.

**Järjestämistapa:**

Opetus toteutetaan lähiopetuksena. Opintojakso sisältää itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

Opintojakson toteutustavat vaihtelevat kurssin opiskelijamäärästä riippuen.

Arviolta lähiopetusta 16h, demonstraatioita 4-8h, kirjallinen työ ja itsenäistä opiskelua 111-115h.

Opintojakso sisältää kirjallisen työn ja loppuentin.

**Kohderyhmä:**

Lääketieteen tekniikan ja fysiikan opiskelijat sekä muut alasta kiinnostuneet maisterivaiheen opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Esitietona vaaditaan/suositellaan, että seuraava opintojakso on suoritettu tai vastaavat tiedot hankittu ennen opintojaksolle ilmoittautumista: 080920S Diagnostic Imaging 5 op.

**Oppimateriaali:**

F. M. Khan: The Physics of Radiation Therapy, 4th ed., Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins, 2010.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kurssin voi suorittaa osallistumalla luennoille ja demonstraatioihin (80% läsnäolo). Kirjallinen työ demonstraatioista. Lopputentti.

Lue lisää [opintasuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojaksolla käytetään numeerista arviointiasteikkoa 1-5. Numeerisessa asteikossa nolla merkitsee hylättyä suoritusta.

**Vastuhenkilö:**

Dosentti Juha Nikkinen

**Työelämäyhteistyö:**

Opintojaksolla vieraillaan sairaalan eri yksiköissä.

**080921S: Biomedical Ultrasound, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Heikki Nieminen

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 op / 135 tuntia opiskelijan työtä.

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Opintojakso järjestetään kevätlukukaudella periodissa III parillisina vuosina (seuraavan kerran keväällä 2020). Suositellaan suoritettavaksi maisterivaiheessa.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija:

- Osaa ultraäänifysiikan perusteet
- Tuntee tutkimuksessa ja kliinisessä työssä käytettävien menetelmien toimintaperiaatteet

**Sisältö:**

Ultraääni on mahdollistanut uusien biolääketieteellisen teknologioiden kehittämisen karakterisaatioon ja terapiaan. Tämä kurssi keskittyy ultraäänifysiikkaan näiden teknologioiden takana. Kurssilla käsitellään tätä ultraäänifysiikkaa hyödyntäviä tutkimuksessa ja kliinisessä ympäristössä käytettyjä menetelmiä: mm. elastografia, kvantitatiivinen kudoksen karakterisointi, lääkeaineen kuljetus, ultraäänikirurgia (HIFU), akustinen levitaatio, kudoksen aktuointi ja stimulaatio.

**Järjestämistapa:**

Opetus toteutetaan lähiopetuksena ja osittain verkko-opetuksena. Opintojakso sisältää itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

Luennointi 24 h. Laskuharjoitukset 8 h. Itsenäinen opiskelu 40 h. Kurssin lopussa toteutetaan itsenäinen kurssityö 30 h, josta valmistuu loppuraportti sekä suullinen esitys 33 h.

**Kohderyhmä:**

Lääketieteen tekniikan ja fysiikan opiskelijat sekä muut alasta kiinnostuneet maisterivaiheen opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Esitietona vaaditaan/suositellaan, että seuraavat opintojaksot on suoritettu tai vastaavat tiedot hankittu ennen opintojaksolle ilmoittautumista: 080920S Diagnostic Imaging 5 op.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso ja seuraavat opintojaksot tukevat toisiaan: 080926A Introduction to Biomedical Imaging Methods 1-3 op ja 080922S Microscopy and Spectroscopic Imaging 5 op.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali, luennolla esitellyt alan julkaisut

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kurssin voi suorittaa osallistumalla luennoille, suorittamalla laskuharjoitustehtäviä, valmistelemalla kurssityön ja esittämällä kurssityön.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojaksolla käytetään numeerista arviointiasteikkoa 1-5. Numeerisessa asteikossa nolla merkitsee hylättyä suoritusta.

**Vastuuhenkilö:**

Dosentti Heikki Nieminen

*Suosittelavia valinnaisia opintoja. Solukalvojen biofysiikka 764622S ja Neurotieteen perusteet 764638S ovat pakollisia, elleivät ole suoritettu LuK-tutkintoon.*

**080922S: Microscopy and Spectroscopic Imaging, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Lassi Rieppo

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 ECTS credit points /135 hours of work.

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

The course is held in the spring semester during period 3. It is recommended to complete the course during Master studies. The course is organized every second year in uneven years.

**Osaamistavoitteet:**

Upon completion of the course, the student can:

- Explain the physical and technical background of conventional optical microscopy, micro-computed tomography, atomic force microscopy, visible light imaging spectroscopy, fourier-transform infrared imaging spectroscopy and Raman imaging spectroscopy
- Understand and describe the concept and differences between grayscale image, RGB image and spectral image
- Perform microscopic and spectroscopic imaging in practice
- Perform basic quantitative analysis for microscopic images
- Perform univariate and multivariate analysis for spectral image data

**Sisältö:**

- Introduction to microscopy and spectroscopic imaging
- Quantitative imaging and basic image analysis methods
- Bright field microscopy and digital densitometry
- Polarized light microscopy
- Phase-contrast microscopy, differential interference contrast microscopy, and confocal microscopy

- Micro-computed tomography
- Atomic force microscopy
- Optical imaging spectroscopy, Fourier-transform infrared imaging spectroscopy and Raman imaging spectroscopy
- Univariate and multivariate spectral analysis methods

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 20 h / Exercises 8 h / Demonstrations 6 h, Practical microscopy assignment 15 h / Self-study 86 h. Final exam.

**Kohderyhmä:**

Master students of Biomedical Engineering (all degree programs) and Physics (biomedical physics major and other minor subject students). The course is also suitable for other interested students with adequate prerequisites.

**Esitietovaatimukset:**

Basic knowledge on physics, calculus, differential equations and matrix algebra is required. The ability to use Matlab software is recommended as it will be used in the exercises.

**Oppimateriaali:**

Material given during lectures.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Accepted exercises, assignment and written final exam. The final exam is based on lectures and other given materials, and it includes definition and explanation assignments and problems (including mathematical calculations).

Read more about [assessment criteria](#) at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

The course utilizes a numerical grading scale 1-5. In the numerical scale zero stands for a fail.

**Vastuhenkilö:**

Dr Lassi Rieppo

**764680S: Hermoston tiedonkäsittely, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Roman Frolov

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

4. - 5. syksy (järjestetään vain parillisina vuosina)

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata hermoston tiedonkäsittelyyn liittyvät perusmallit ja funktiot, esimerkiksi: hermosolujen kalvotapahtumat, synaptiset toiminnat, hermosolujen signaalit, neuraalinen informaatio. Näiden mallien ja funktioiden avulla hän osaa laskea, analysoida ja ratkaista aiheeseen liittyviä tehtäviä ja ongelmia. Lisäksi opiskelija osaa kuvata tiettyjä hermoston tiedonkäsittelyn erityiskysymyksiä, niistä tehtyjä biofysikaalisia malleja ja ratkaista niihin liittyviä laskutehtäviä.

**Sisältö:**

Kurssi antaa perusteet hallita hermoston tiedonkäsittelyyn liittyvät funktiot, esimerkiksi: hermosolujen kalvotapahtumat, synaptiset toiminnat, hermosolujen signaalit, neuraalinen informaatio. Lisäksi käsitellään eräitä hermoston tiedonkäsittelyn erityiskysymyksiä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 15 h laskuharjoituksia, kotitentti, 90 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman, erityisesti biolääketieteen fysiikan, opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Solukalvojen biofysiikka (764322A tai 764622S) suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luennot ja muu kurssin kuluessa jaettava materiaali; C. Koch: Biophysics of computation. Information processing in single neurons. Oxford University Press, 1999 (partly) ; D. Johnston, S. Wu: Foundations of Cellular Neurophysiology, MIT Press, Cambridge MA, 1995 (partly)

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppuentti.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Kyösti Heimonen, Roman Frolov

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**761615S: Fysiikan laboratoriotyöt 3, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Leikkaavuudet:**

761315A Fysiikan laboratoriotyöt 3 5.0 op

766308A Fysiikan laboratoriotyöt 3 2.0 op

Ei opintojaksokuvauksia.

**764625S: Biofysiikan laboratoriprojektit, 3 - 6 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Kyösti Heimonen

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5-9 op

**Opetuskieli:**

Kirjalliset työohjeet pääasiassa suomeksi, opetusta voidaan antaa myös englanniksi.

**Ajoitus:**

4. kevät (voi aloittaa 3. keväänä, ei välttämättä järjestetä joka vuosi)

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa ohjaajan avustuksella suunnitella ja toteuttaa koejärjestelyjä tiettyihin biofysiikalisiin perusmittauksiin, analysoida niistä saatavia tuloksia ja laatia tekemistään töistä raportin tieteellisen kirjoittamisen perusperiaatteiden mukaisesti.

**Sisältö:**

Harjoitustyöprojektien tarkoituksena on perehdyttää eräisiin biofysiikan keskeisiin kysymyksiin ja niiden ratkaisumenetelmiin ja raporttien eli työselostusten tekemisen yhteydessä harjoitella tieteellistä kirjoittamista. Projektit ovat vaativampia kuin fysiikan tai biofysiikan aiemmat harjoitustyöt ja vaativat opiskelijalta enemmän oma-aloitteista ja omatoimista työskentelyä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

4-8 harjoitustyöprojektia, yht. n. 30-65 h, työraportit, 77-175 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan maisteriohjelman opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Kaikki fysiikan LuK-tutkintoon kuuluvat harjoitustyöt olisi erittäin suositeltavaa tehdä ennen tätä kurssia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Kirjalliset työohjeet yms. kurssilla annettava materiaali.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Työraportit arvostellaan.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Kyösti Heimonen ja projektikohtaisesti myös muut biofysiikan opettajat.

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

## 761673S: Elektroni- ja ionispektroskopia, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintopakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

3. vuosi tai syventävien opintojen alussa

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija pystyy selittämään keskeisimmät elektroni- ja ionispektroskopiaan liittyvät käsitteet. Opiskelija osaa kuvailla synkrotronisäteilyn erityispiirteet ja selittää elektroni- ja ionispektrien mittaamisen perusteet. Opiskelija osaa antaa esimerkin jostain laskennallisesta menetelmästä, jonka avulla hän pystyy tulkitsemaan kokeellisia elektroni- ja ionispektrejä.

**Sisältö:**

Tavoitteena on perehdyttää elektroni- ja ionispektroskopian tutkimuksen perusteisiin. Opintojakso liittyy läheisesti laitoksen elektronispektroskopian tutkimukseen, jossa elektroni- ja ionispektroskopian menetelmin pyritään kartoittamaan atomien ja molekyylien elektronirakennetta ja sen dynamiikkaa sähkömagneettisen tai hiukkassäteilyn vuorovaikutuksen alaisena. Kurssilla esitellään kokeellisissa mittauksissa käytettävien laitteiden toimintaa, synkrotronisäteilyn erityispiirteitä ja säteilylinjojen rakennetta. Kurssilla opitaan perusteet mitattujen spektrien käsittelystä sekä tutustutaan lyhyesti spektrien tulkitsemisessa käytettäviin laskennallisiin menetelmiin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 16 h harjoituksia, 8 h laboratorioharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Liittyy muihin elektronispektroskopian ryhmän kursseihin, joille tämä kurssi antaa hyvän pohjan, mutta on suoritettavissa yksinkin.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Pääteko tai loppukoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Marko Huttula

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761673S/>

**76666S: NMR-spektroskopia, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Ville-Veikko Telkki

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parillinen vuosi) syyslukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin hyväksytysti suoritettuaan opiskelija ymmärtää NMR-ilmiöön liittyvän fysiikan ja oivaltaa, mitä mahdollisuuksia NMR-spektroskopia tarjoaa molekyylien ja materiaalien fysikaalisten ominaisuuksien tutkimuksessa.

**Sisältö:**

NMR (Nuclear Magnetic Resonance) -spektroskopia on erittäin monipuolinen menetelmä aineen kaikkien olomuotojen fysikaalisten ominaisuuksien tutkimiseen. Sen avulla voidaan määrittää molekyylien, jopa biologisten makromolekyylien, rakenteita ja tutkia niiden dynamiikkaa. NMR-spektroskopian tunnetuin sovellus on lääketieteessä laajasti hyödynnettävä magneettikuvaus.

Opintojaksossa perehdytään NMR-spektroskopian perusteisiin, spektrien rakenteeseen vaikuttaviin vuorovaikutuksiin sekä spektrometrien toimintaperiaatteisiin. Moderni NMR tekee mahdolliseksi ydinspinien manipuloinnin käyttäen erilaisia pulssisarjoja, ja kurssilla tutustutaan mm. polarisaation siirtoon liittyvien pulssisarjojen toimintaperiaatteisiin sekä monidimensionaalisen NMR-spektroskopiaan.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

52 h luentoja, 24 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, 190 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Kvanttimekaniikan ja atomifysiikan perustiedot helpottavat aiheeseen perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole edellytyksenä opintojaksoon osallistumiseen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali jaetaan opintojakson edistyessä. Kurssi pohjautuu pääasiassa kirjaan J. Keeler, Understanding NMR Spectroscopy (John Wiley & Sons, Chichester, 2010).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Ville-Veikko Telkki

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)



**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764322A Solukalvojen biofysiikka 10.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

3.- 5. syksy (riippuen siitä sisältyykö opintojakso LuK- vai FM-tutkintoon). Luennoidaan joka toinen vuosi (parittomina vuosina).

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata solukalvon rakenteen ja toiminnan perusteet, esittää solukalvon sähköistä toimintaa kuvaavat perusmallit ja ratkaista ja laskea ko. malleihin liittyviä ongelmia ja laskutehtäviä. Lisäksi opiskelija osaa tehdä lyhyen yhteenvedon alan englanninkielisten julkaisujen perusteella ja esittää sen yleistajuisesti kohdeyleisölle.

**Sisältö:**

Opintojakso perehdyttää opiskelijat keskeisimpiin solukalvojen biofysikaalisiin ilmiöihin, kuten: solukalvon fysikaalinen rakenne ja ominaisuudet, kalvolipidit ja proteiinit, permeaatio ja selektiivisyys, ionikanavat ja kanavakinetiikka. Lisäksi perehdytään solukalvojen mittauksien teoriaan, solukalvojen sähköistä toimintaa kuvaaviin malleihin ja signaalien analyysimenetelmiin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

34 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 4 h seminaaria, seminaariesitelmä, viikkotehtävät, 206 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Biolääketieteen fysiikan opiskelijat (valinnainen LuK-sivuaineessa, pakollinen FM-suuntautumisvaihtoehdossa). Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Biolääketieteen fysiikan perusteet (764163P) ja Solujen biofysiikan perusteet (764125P) suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

764680S Hermoston tiedonkäsittely suositellaan suoritettavaksi vasta tämän opintojakson jälkeen.

**Oppimateriaali:**

Luennot; D. Johnston, S. Wu: Foundations of Cellular Neurophysiology, MIT Press, Cambridge MA, 1995 (osittain); B. Hille: Ion channels of excitable membranes, Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts USA, 3. painos, 2001 (osittain).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kotitentti, loppuentti, seminaariesitelmä

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Kyösti Heimonen

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**[Kurssin kotisivu](#)**764638S: Neurotieteen perusteet, 5 op****Voimassaolo:** 01.01.2009 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

764338A Neurotieteen perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi (voidaan tenttiä myös englanninkielisen kurssikirjan perusteella)

**Ajoitus:**

3. - 5. kevät (riippuen siitä sisältykö LuK- vai FM-tutkintoon)

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa selittää keskus- ja ääreishermoston toiminnan peruseriaatteet.

**Sisältö:**

Kurssilla käydään läpi keskus- ja ääreishermoston toiminnan perusteet kurssikirjan perusteella. Kurssin tavoitteena on antaa opiskelijoille nykytietämyksen mukainen laaja kuva hermoston toiminnan peruseriaatteista.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 105 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Fysiikan, erityisesti biolääketieteen fysiikan opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luennot ja kurssikirja Dale Purves et al.: Neuroscience, 4. painos tai uudempi, Sinauer Associates Inc., MA, USA, 2008.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppuentti

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Esa-Ville Immonen, Kyösti Heimonen

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**[Kurssin sivu](#)

**76682S: Synkrotronisäteilymenetelmät ja -sovellukset, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2018 -

**Opiskelumoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Lauri Hautala

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

10 ECTS credits

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

During masters or PhD degree studies. Not lectured every year.

**Osaamistavoitteet:**

- Student can name the principal working components of a modern synchrotron radiation facility and can explain briefly their function.
- Student understands the basic properties of synchrotron radiation and how it possibly differs from radiation generated with other means.
- Student can explain the basic mechanisms behind scattering, spectroscopic and imaging techniques on a qualitative level used at synchrotrons.
- Student can name an application of a specific synchrotron radiation technique.

**Sisältö:**

The course consists of two parts. In the first and somewhat shorter part of the course a brief introduction to synchrotron light sources, light matter interaction, synchrotron radiation generation and its properties is given. After this background information, several experimental techniques benefitting from synchrotron radiation are presented. The techniques are loosely classified as scattering, spectroscopic or imaging methods. Application examples of the presented techniques are provided ranging for example from biomedicine, archeology and petrochemical industry to materials science, biology and computer technology.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching.

**Toteutustavat:**

50 h of lectures, 24 h of exercises, 193 h of self-study

**Kohderyhmä:**

Students/researchers in various fields of science (e.g. physics, chemistry, biomedicine, biology, materials science) interested in learning about what possibilities synchrotron radiation has to offer.

**Esitietovaatimukset:**

None, although a good grasp of basic physics helps.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously.

**Oppimateriaali:**

The course is based on the following book which is used as the only reading material:  
An introduction to synchrotron radiation physics: Techniques and applications, Philip Willmott, John Wiley & Sons, (2011).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Two written intermediate examinations or one final examination.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 - 5, where 0 = fail.

**Vastuuhenkilö:**

Lauri Hautala

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period.

**Lisätiedot:**Course wiki page: <https://wiki.oulu.fi/display/SRTA/>

*Muita soveltuvia fysiikan syventäviä kursseja. Työharjoittelua voi sisältyä S-tasoisena pääaineen minimilaaajuuteen enintään 5 op:n verran. Loput mahdolliset S-tason työharjoitteluopintopisteet sisällytetään myös pääaineeseen.*

**764632S: Sähköfysiologiset mittaukset, 6 op****Voimassaolo:** 01.08.2009 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Roman Frolov**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

3-6 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

4.- 5. syksy (järjestetään korkeintaan vain parittomina vuosina tai jopa harvemmin)

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata solujen sähköfysiologisten mittausmenetelmien periaatteet ja niiden soveltamiseen liittyvät edut sekä rajoitteet. Opiskelija osaa myös analysoida joitakin ko. mittauksista saatavia tuloksia. Lisäksi hän osaa ja on tehnyt onnistuneesti läpi kaikki keskeiset kyseisten menetelmien käyttöön liittyvät työvaiheet ja siten osaa itsenäisesti jatkaa niiden harjoittelua tarpeen vaatiessa.

**Sisältö:**

Kurssilla tutustutaan teoriassa ja käytännössä solutason sähköfysiologisiin mittausmenetelmiin (intrasellulaariset rekisteröinnit sekä patch-clamp tekniikka), joiden avulla voidaan rekisteröidä hermoston tuottamia sähköisiä signaaleja aina kokonaisista soluista solukalvoilla sijaitsevien yksittäisten ionikanavien tuottamiin virtoihin. Harjoitustyössä opiskelija suorittaa kaikki kyseisten menetelmien vaatimat työvaiheet ja oppii tuntemaan rekisteröinneissä tarvittavan laitteiston toiminnan perusteet. Kurssilla käydään myös läpi yleisiä analyysimenetelmiä, joiden avulla on mahdollista arvioida mittausdatan laatua ja tutkia mittakohteen toimintaa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

10-20 h laboriodemonstraatioita, 25-50 h harjoitustöitä, 45-90 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Järjestetään sopimuksen ja tarpeen mukaan vain 4. vuoden ja sitä vanhemmille biolääketieteen fysiikan FM- tai FT-opiskelijoille.

**Esitietovaatimukset:**

764322A/764622S Solukalvojen biofysiikka, 764338A/764638S Neurotieteen perusteet ja 764680S Hermoston tiedonkäsittely -kurssit ovat välttämättömiä edellytyksiä kurssille osallistumiselle.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Materiaalit sovitaan ja annetaan opiskelijoille kurssikohtaisesti.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Käytännön laboratorio-osaaminen ja työraportit arvostellaan.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Roman Frolov, Kyösti Heimonen

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija osaa selittää tyhjiöolosuhteiden ylläpitämisen fysikaaliset perusteet sekä erityyppisten tyhjiöpumppujen ja painemittareiden toimintaperiaatteet. Opiskelija myös osaa antaa esimerkkejä atomi- ja molekyyllifysiikan kokeellisen tutkimuksen menetelmistä ja pystyy nimeämään niiden erityispiirteitä.

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään atomi- ja molekyyllifysiikan alan kokeellisessa työskentelyssä esiintyviin menetelmiin ja erityisongelmiin. Luennoilla ja demonstraatioissa käydään erityisesti läpi perusasiat tyhjiön luomisesta, ylläpitämisestä ja tyhjiössä suoritettavista mittauksista. Opiskelijat tutustuvat tyhjiölaitteiston suunnitteluun ja tyhjiön diagnosointiin virtauslaskennan ja jäännöskaasuanalyysiin avulla.

Lisäksi kurssilla esitellään erilaisia laboratoriomittauksissa käytettäviä säteilylähteitä sekä säteily- ja hiukkasdetektoreita. Kurssin tarkempi sisältö riippuu kulloisenkin luennoitsijan omasta erikoisalasta.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 10 h laskuharjoituksia, 6 h laboratoriotöitä, 116 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Fontell, Maula, Nieminen..., Insinööritieto OY: "Tyhjiötekniikka"

Luentomateriaali

Lisäksi: Moore, Davis & Coplan, Building Scientific Apparatus, Cambridge Press (chapters 3, 5, 7)

Hablanian; High Vacuum Technology, A Practical guide, Marcel Dekker Inc (1997)

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoee tai loppukoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Marko Huttula

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki.oulu.fi/display/761644S/>

**761617S: Numeerinen ohjelmointi, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tietää tavallisimmat numeeriset menetelmät funktioiden interpolointiin, integrointiin, derivointiin ja lineaaristen yhtälöryhmien ratkaisemiseen. Opiskelija osaa ratkaista symmetrisen matriisin ominaisarvot ja ominaisvektorit numeerisesti. Differentiaaliyhtälöiden tapauksessa opiskelija tietää erot alkuarvo- ja reunaehto-ongelmien välillä ja osaa valita sopivat menetelmät näiden ratkomiseen. Opiskelija osaa kirjoittaa tietokoneohjelmia numeeristen ongelmien ratkomiseen ja tietää yleisimmät matemaattiset kirjastot kuten Lapack ja GSL, ja osaa käyttää näitä apuna kirjoittaessaan ohjelmia.

**Sisältö:**

Funktioiden sarjakehitelmät, erikoisfunktiot, palautuskaavat, ortogonaalisten polynomien käyttö interpoloinnissa, numeerinen derivointi, funktion nollakohtien etsiminen, numeerinen integrointi, lineaariset yhtälöryhmät, matriisien numeerinen käsittely, ominaisarvot ja -vektorit, differentiaaliyhtälöiden ratkaiseminen ja Fourier muunnos. Kurssi sisältää viikoittaisia kotitehtäviä sekä kolme laajempaa projektityötä, joista tehdään työselustus. Selostuksissa esitetään annetun ongelman ratkaiseva algoritmi ja sitä käyttävän ohjelman lähdekoodi lopputuloksineen. Käytettävän ohjelmointikielen voi valita vapaasti, luennoilla käydään läpi esimerkkejä Fortran- ja Mathematica-kielillä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 26 h, 11 harjoitusta, 3 projektityötä

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Suositteluaan kurssien Fysiikan matematiikkaa, Differentiaaliyhtälöt, Lineaarialgebra I ja II ja vähintään Ohjelmoinnin perusteet suorittamista sekä kvanttimekaniikkaan tutustumista.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky and W. T. Vetterling: Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Kari Jänkälä

**761645S: Tutkimustyön perusteet, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

4.-5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on orastava näkemys fysiikan tutkimustyön lähtökohdista, ongelmanasetteluista ja nykyaikaisen tutkimusryhmän työtaivoista.

**Sisältö:**

Opintojakson tarkoituksena on perehdyttää opiskelija tutkimusryhmien toimintaan ja niissä tapahtuvaan työskentelyyn, joka pääsääntöisesti on tiivistä ryhmätyöskentelyä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

120 t kokeellista työskentelyä jossain tutkimusryhmässä ja työskentelyä koskeva raportti.

**Kohderyhmä:**

Maan ja avaruuden fysiikan suuntautumisvaihtoehdon opiskelijoille ja Aineen rakenteen ja toiminnan fysiikan suuntautumisvaihtoehdon opiskelijoille.

**Esitietovaatimukset:**

Tutkimusalueeseen liittyvä fysiikan syventävä kurssi

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Kurssimateriaali ja uusimmat alan julkaisut

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tutkimustyöstä laadittu raportti

Lue lisää [opintasuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**Työelämäyhteistyö:**

Voi sisällä työharjoittelua

**765601S: Johdatus epälineaariseen dynamiikkaan, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jürgen Schmidt

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Leikkaavuudet:**

765301A Johdatus epälineaariseen dynamiikkaan 5.0 op

**Laajuus:**

5 ECTS cr

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year

**Osaamistavoitteet:**

After the course the student is able to apply basic concepts and methods of Nonlinear Dynamics to modeling approaches in physics, astronomy, biology, and chemistry.

**Sisältö:**

The course introduces the methods of the Nonlinear Dynamics approach to the analysis of dynamical systems, such as the concepts of fixed points, stability, bifurcations, as well as synchronization and chaos. Applications to various scientific problems are outlined as worked out examples and in the exercises.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 24 h and exercises (10-12 times), self-study 128 h

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the degree programme in physics. Also for the other students of the University of Oulu. The course can be taken at an intermediate and at an advanced level.

**Esitietovaatimukset:**

No specific prerequisites

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

'Nonlinear Dynamics And Chaos' by Steven Strogatz

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination and points from worked exercise problems Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.



**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 - 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Jürgen Schmidt

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

<https://noppa.oulu.fi/noppa/kurssi/765354a/etusivu>

**76664S: Dynaamisten prosessien NMR, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Anu Kantola

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**761665S: Optiikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761685S Optiikka 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Suomi (englanniksi kirjatentinä)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson jälkeen opiskelija pystyy pureutumaan modernin optiikan alaan liittyviin kysymyksiin ja osaa soveltaa tietämystään optiikan alan tutkimuksessa ja teollisuudessa.

**Sisältö:**

Klassillista optiikkaa (sähkömagneettiset aallot, dispersio, valon eteneminen, geometrinen optiikka, kuvausvirheet, polarisaatio, interferenssi, diffraktio, koherenssi) ja valikoituja aiheita toiveen mukaan modernin optiikan aihepiireistä (esim. Fourier-optiikka, epälineaarinen optiikka, valon modulointi, monikerrospinnoitteet, valojohteet, säteenjäljitys, Maxwellin yhtälöiden numeerinen ratkaiseminen,...).

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 105 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Pohjatiedot: 766329A Aaltoliike ja optiikka, 761319A Sähkömagnetismi

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

F. L. Pedrotti ja L. S. Pedrotti: Introduction to Optics, E. Hecht: Optics.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761665S/>

**764637S: Työharjoittelu, 3 - 9 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2013 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Työharjoittelu

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3-9 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

2. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Työharjoittelun jälkeen opiskelija ymmärtää paremmin työelämän konkreettisia tarpeita.

**Sisältö:**

Oletko löytänyt sellaista (kesä)työtä, joka tukee biofysiikan opiskelua ja jonka tutkinto-ohjelma voi hyväksyä työharjoitteluksi? Siinä tapauksessa yksi harjoittelukuukausi vastaa puoltatoista opintopistettä.

Työharjoittelun voi sisällyttää FM-tutkinnon pääaineen opintoihin, pääaineen minimilaaajuudesta se voi korvata max. 5 op.

**Järjestämistapa:**

Esimerkiksi kesätyö

**Toteutustavat:**

Harjoittelu ja raportti

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Ei erityistä oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Raportti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Asteikko hyväksyty/hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Kyösti Heimonen

**Työelämäyhteistyö:**

Sisältää työharjoittelua

**Lisätiedot:**

FM-tutkinto voi sisältää useita työharjoitteluja, eikä niiden määrää tutkinnossa ole rajoitettu. Työharjoittelun voi sisällyttää FM-tutkinnon pääaineen opintoihin, pääaineen vapaavalintaisista syventävistä kursseista se voi korvata max. 5 op:n verran.

Yhden päätoimisen harjoittelukuukauden opintopistevastaavuus on pääsääntöisesti 1,5 op (Yksi harjoitteluk = 1,5 op). Työharjoittelusta saatavaa opintopistemäärää voi perustellusta syystä opintojakson vastuuhenkilö lisätä muulla lisätyöllä, esim. laajennetulla harjoitteluraportilla. Mikäli opiskelija suorittaa useita harjoitteluja, niiden opintopisteytys arvioidaan sen mukaan kuinka paljon ne antavat opiskelijalle uutta osaamista. Samoin pitkäkestoisen harjoittelun opintopisteytys katsotaan tapauskohtaisesti arvioiden työssä opittujen taitojen määrää, ei harjoittelun ajallista pituutta.

Työharjoittelusta **tulisi sopia etukäteen** Työharjoittelu –opintojakson vastuuhenkilön kanssa, jolloin voidaan alustavasti sopia harjoittelusta saatavien opintopisteiden määrä. Lopullinen opintopistemäärä arvioidaan työtodistuksen sekä opiskelijan tuottaman harjoitteluraportin perusteella.

## **A300006: Lääketieteen tekniikka, 15 - 25 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

*Vaihtoehtoisia opintoja, mikäli eivät sisälly jo muihin kokonaisuuksiin.*

### **031022P: Numeeriset menetelmät, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Sovellettu ja laskennallinen matematiikka

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Marko Huhtanen

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op / 135 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Suomi. Opintojakson voi suorittaa englanniksi välikokeilla tai loppukokeella.

**Ajoitus:**

Kevätlukukausi, periodi 3

**Osaamistavoitteet:**

Osoo numeeriset algoritmit laskennan perustehtävien ratkaisemiseksi. Osoo numeerisen lineaarialgebran perusteet ja joitain sen sovellutuksia. Tietää kuinka epälineaarisia tehtäviä ratkaistaan ja kuinka niitä esiintyy optimoinnissa. Tietää kuinka differentiaaliyhtälöitä ratkaistaan numeerisesti.

**Sisältö:**

Numeerinen lineaarialgebra, epälineaaristen yhtälöryhmien ratkaisumenetelmät, rajoittamaton optimointi, funktioiden interpolointi ja approksimointi ja numeerinen integrointi, differentiaaliyhtälöiden numeeriset ratkaisumenetelmät.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luento-opetus 28 h / Pienryhmäopetus 22 h / Itsenäinen opiskelu 85 h.

**Kohderyhmä:**

-

**Esitietovaatimukset:**

Matematiikan peruskurssit I ja II, Differentiaaliyhtälöt, Matriisialgebra

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Materiaali, joka on löydettävissä ja ladattavissa kurssin kotisivulta.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojaksolla ka#yteta#a#n numeerista arviointiasteikkoa 0-5. Numeerisessa asteikossa nolla merkitsee hylä#t#tya# suoritusta.

**Vastuuhenkilö:**

Marko Huhtanen

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

-

**031077P: Kompleksianalyysi, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2015 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Sovellettu ja laskennallinen matematiikka

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jukka Kemppainen

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

ay031077P Kompleksianalyysi (AVOIN YO) 5.0 op

031018P Kompleksianalyysi 4.0 op

**Laajuus:**

5 op / 135 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

Syyslukukausi, periodi 1.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija

1. osaa derivoida ja integroida kompleksimuuttujan funktioita
2. ymmärtää analyytisyyden käsitteen,
3. osaa laskea kompleksisia käyräintegraaleja ja käyttää apuna residylaskentaa,
4. osaa soveltaa esitettyjä menetelmiä yksinkertaisten signaalinkäsittelyngelmien ratkaisemiseen.

**Sisältö:**

Kompleksiluvut, kompleksimuuttujan funktiot, derivaatta ja analyytisyys, kompleksiset sarjat, kompleksinen käyräintegraali, Cauchyn lause, Taylorin ja Laurentin kehitelmät, residylaskenta, sovelluksia signaalinkäsittelyyn.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus, Stack(verkko)-tehtävät.

**Toteutustavat:**

Luento-opetus 28 h/laskuharjoitukset 14 h/itsenäistä työtä 93 h.

**Kohderyhmä:**

Kurssi on suunnattu ensisijaisesti insinööritieteiden perustutkinto-opiskelijoille. Myös muut ovat tervetulleita.

**Esitietovaatimukset:**

Suositteluaan, että seuraavat kurssit on suoritettu ennen opintojaksolle ilmoittautumista: Matematiikan peruskurssi I ja II, Differentiaaliyhtälöt.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso on itsenäinen kokonaisuus eikä se edellytä muita samanaikaisesti suoritettavia opintoja.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja luentokalvot.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Käytetään numeerista arviointiasteikkoa 0-5. Numeerisessa asteikossa nolla merkitsee hylättyä suoritusta

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Kemppainen

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

-

**080925A: Anatomy and Physiology for Biomedical Engineering, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Miika Nieminen, Kyösti Heimonen

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 op / 135 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Maisteriopinnot, kevät 2019, periodi 4

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kuvata ihmisen anatomian ja fysiologiset toiminnot ja osaa kuvata kuinka näitä voidaan tutkia eri kuvantamis- ja mittausmenetelmillä

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää opiskelijat ihmisen fysiologiaan ja anatomiaan. Käsiteltäviä aiheita ovat

Solut ja kudokset

Iho, veri, elimistön nesteet

Tuki- ja liikuntaelimet

Elimistön puolustusreaktiot

Hengitys

Ruuansulatus

Virtsaneritys

Aineenvaihdunnan säätely, lämmön säätely

Lisääntyminen

Aistimustoiminnot

Hermosto

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot 28 tuntia, demonstraatiot 6 tuntia. Itsenäinen työskentely 101 tuntia. Loppukuulustelu.

**Kohderyhmä:**

Lääketieteen tekniikan ja fysiikan opiskelijat

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso on itsenäinen kokonaisuus eikä se edellytä muita samanaikaisesti suoritettavia opintoja. Kuvantamismenetelmiä käsitellään tarkemmin kurssilla Diagnostic Imaging.

**Oppimateriaali:**

Oheislukemisto ilmoitetaan opintojakson alussa.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Osallistuminen luento-opetukseen ja demonstraatioihin. Lopputentti.

Lue lisää [opintasuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojaksolla käytetään numeerista arviointiasteikkoa 1-5 tai hylätty. Arvostelu tapahtuu lopputentin arvosanan perusteella.

**Vastuuhenkilö:**

Professori Miika Nieminen

**Työelämäyhteistyö:**

Demonstraatiot järjestetään sairaalaympäristössä ja liittyvät käytännön diagnostiikkaan.

**Lisätiedot:**

Maksimiosallistujamäärä on 40 opiskelijaa.

**764327A: Virtuaaliset mittausympäristöt, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jämsä, Timo Jaakko

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764627S Virtuaaliset mittausympäristöt 5.0 op

**Laajuus:**

5 op, 135 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Suomi (tai englanti, osallistujien mukaan)

**Ajoitus:**

Kandiopinnot, syyslukukausi, 2. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa käyttää lääketieteen tekniikan ja fysiikan tutkimustyön kannalta tärkeitä mittaus- ja analyysiohjelmistoja

**Sisältö:**

Kurssilla tutustutaan eräisiin mittaus- ja analyysiohjelmistoihin, jotka ovat käytössä paitsi akateemisessa tutkimuksessa myös yritysten tuotekehityksessä, ja niiden ohjelmallisiin kehittämiin (esim. MATLAB, LabView).

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot 15 h, projektityötä 65 h, itsenäistä opiskelua 55 h

**Kohderyhmä:**

Hyvinvointitekniikan ja fysiikan kandidaattiopiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Ohjelmoinnin perusteet/alkeet tai vastaavat tiedot ja taidot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso on itsenäinen kokonaisuus eikä se edellytä muita samanaikaisesti suoritettavia opintoja.

**Oppimateriaali:**

Luennoitsijan osoittama materiaali

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Projektitöiden suorittaminen.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojaksolla käytetään numeerista arviointiasteikkoa 1–5 tai hylätty. Arvostelu tapahtuu projektitöiden perusteella.

**Vastuuhenkilö:**

Professori Timo Jämsä

**Työelämäyhteistyö:**

Ei

## 080901A: Johdatus kliiniseen lääketieteen tekniikkaan, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jämsä, Timo Jaakko

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 ECTS credit points / 135 hours of work

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

syyslukukausi 1. ja 2. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tuntee klinisen lääketieteen eri erikoisaloilla käytettäviä tekniikan menetelmiä, osaa kuvata niiden toimintaperiaatteet ja arvioida menetelmien etuja ja puutteita.

**Sisältö:**

Johdantoluennot opintojaksoon. Kliinisen lääketieteen eri erikoisalojen asiantuntijoiden luennot ja demonstraatiot, joissa johdatetaan erikoisalojen viitekehyksiin ja esitellään käytössä olevia teknisiä menetelmiä ja niiden kehittämistarpeita. Asiantuntijaluennot muista opintojaksoon liittyvistä ajankohtaisista aiheista.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Alkutentti. Luento-opetus 35h / demonstraatiot 10h / oppimistehtävä ja itsenäinen opiskelu 90 h. Loppuentti luentojen ja oheismateriaalin perusteella.

**Kohderyhmä:**

Lääketieteen tekniikasta kiinnostuneet kandidaattivaiheen opiskelijat (hyvinvointitekniikka, tietotekniikka, sähkötekniikka, konetekniikka, tuotantotalous, fysiikka, muut vastaavat tutkinto-ohjelmat).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso on itsenäinen kokonaisuus eikä se edellytä muita samanaikaisesti suoritettavia opintoja.

**Oppimateriaali:**

T. Sora, P. Antikainen, M. Laisalmi, S. Vierula: Sairaanhoidon teknologia, WSOY 2002.

P. Pölonen, T. Ala-Kokko et al.: Akuuttihoitoon laitteet, Duodecim 2013.

Saatavilla verkkojulkaisuna: <http://www.terveysportti.fi/dtk/aho/koti>

Luennoilla osoitettu materiaali.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Alkutentti, jossa on monivalintakysymyksiä. Osallistuminen luento-opetukseen ja demonstraatioihin. Oppimistehtävä. Loppuentti, jossa on esseetyyppisiä kysymyksiä. Loppuenttiin osallistuminen edellyttää, että alkutentti ja oppimistehtävä on suoritettu hyväksytysti.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojaksolla käytetään numeerista arviointiasteikkoa 1–5 tai hylätty. Arvostelu tapahtuu loppuentin arvosanan perusteella.

**Vastuhenkilö:**

Professori Timo Jämsä

**Työelämäyhteistyö:**

Kurssi toteutetaan pääosin sairaalaympäristössä ja opettajina toimivat kliinisten alojen asiantuntijat.



**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Sähkötekniikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Teemu Myllylä

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 ECTS cr

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Period 1

**Osaamistavoitteet:**

After completing the course, the student has a basic knowledge of the biomedical engineering discipline and the applications of engineering science to biomedical problems.

**Sisältö:**

Biomedical engineering is a multidisciplinary field of study that ranges from theory to applications at the interface between engineering, medicine and biology. This course will introduce the subdisciplines within biomedical engineering, including such as systems physiology, bioinstrumentation, bioimaging, biophotonics and biomedical signal analysis. General issues of the subdisciplines will be presented together with selected examples and clinical applications. A number of lectures will be given by professionals working in health tech companies, University of Oulu and Oulu University Hospital, presenting different fields of the biomedical engineering. In addition, course offerings of biomedical engineering at the University of Oulu are introduced.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching. Under some circumstances distance learning using online material is possible (please, ask the teacher).

**Toteutustavat:**

The course includes online material, lectures and a group project. Lectures 28h and laboratory exercises 4 h and self-study 100h

**Kohderyhmä:**

-

**Esitietovaatimukset:**

-

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Participation in lectures or using the online material and writing a work report. Read more about [assessment criteria](#) at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

1 - 5, pass, fail

**Vastuhenkilö:**

Teemu Myllylä

**Työelämäyhteistyö:**

Guest lecturers

**Lisätiedot:**

-

**031080A: Signaalianalyysi, 5 op****Voimassaolo:** 01.08.2015 -**Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Sovellettu ja laskennallinen matematiikka**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Kotila, Vesa lisäksi**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

031050A Signaalianalyysi 4.0 op

**Laajuus:**

5 op / 135 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Suomi.

Opintojakson voi suorittaa englanniksi päättökokeella tai uusintakokeella.

**Ajoitus:**

Opintojakso järjestetään syyslukukaudella, periodilla II. Suositeltava suoritusajankohta opintojaksolle on 2. vuoden syyslukukausi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija:

-osaa laskea energian, tehon, konvoluution ja spektrin diskreeteille ja analogisille, jaksollisille ja ei-jaksollisille deterministisille signaaleille

-osaa laskea näytteistetyin signaalin spektrin

-osaa laskea signaalin Hilbert-muunnoksen ja kompleksisen verhoikäyrän

-osaa tutkia satunnaissignaalien stationaarisuutta, keskinäistä riippuvuutta ja taajuussisältöä auto- ja ristikorrelaation sekä tehotehokäyrän avulla

-osaa tutkia LTI-systeemin vaikutusta signaaliin

**Sisältö:**

Signaalit, luokittelu, taajuus. Fourier-analyysiä, analoginen ja digitaalinen signaali, nopea Fourier-muunnos. LTI-systeemi. Hilbert-muunnos. AM- FM- ja PM-modulaatio. Satunnaismuuttuja. Kovarianssimatriisi. Satunnaissignaali. Stationaarisuus, autokorrelaatio. Tehotehokäyrä. Satunnaissignaali LTI-systeemissä. Signaalin estimointi.

**Järjestämistapa:**

Monimuoto-opetus.

**Toteutustavat:**

Luento-opetus 28 h / harjoitukset 14 h / itsenäistä opiskelua yksin tai ryhmässä 93 h. Opintojakson itsenäiseen työskentelyyn kuuluu yksilökohtaisia STACK-tehtäviä verkkotyöskentelyä.

**Kohderyhmä:**

-

**Esitietovaatimukset:**

Esitietoina suositellaan, että kurssit 031078P Matriisialgebra, 031021P Tilastomatematiikka sekä 031077P Kompleksianalyysi on suoritettu.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso on itsenäinen kokonaisuus eikä se edellytä muita samanaikaisesti suoritettavia opintoja.

**Oppimateriaali:**

Luentorunko. Oheislukemista: Proakis, J.G., Manolakis, D.K.: Introduction to Digital Signal Processing. Shanmugan, K. S., Breipohl, A.M.: Random Signals, Detection, Estimation and Data Analysis.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kurssi suoritetaan päättökokeella tai uusintakokeella. Kurssin aikana suoritettavat STACK-tehtävät kuuluvat arviointiin päättökokeen ohella. Opintojakson arviointi perustuu opintojakson osaamistavoitteisiin. Lue lisää [opintasuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojaksolla käytetään numeerista arviointiasteikkoa 1-5. Numeerisessa asteikossa nolla merkitsee hylättyä suoritusta.

**Vastuuhenkilö:**

Vesa Kotila

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

-

**080926A: Introduction to Biomedical Imaging Methods, 1 - 3 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Lassi Rieppo

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

1-3 op / 27-81 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Maisteriopinnot, kevätlukukausi 4. periodi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tuntee ja osaa kuvata biolääketieteellisessä tutkimuksessa käytettävien keskeisten kuvantamismenetelmien periaatteita ja sovellusalueita.

**Sisältö:**

In vivo-, ex vivo- ja in vitro –kuvantaminen ja niiden erot.

Valo- ja elektronimikroskopia.

Optinen projektio- ja koherenssitomografia.

Optinen in vivo –kuvantaminen.

Magneettikuvantaminen.

Kuvantava infrapuna- ja Raman-spektroskopia.

Mikro-CT-kuvantaminen.

Kuva-analyysin ja tulkinnan perusteita.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus. Pakolliset luennot.

**Toteutustavat:**

Opintojakson laajuus ja toteutustavat vaihtelevat. Kurssilla on luentoja 18h ja demonstraatioita 8h. Itsenäisen opiskelun määrä määräytyy kurssilaajuuden mukaan 8-54h. Opintojakso sisältää lopputentin.

**Kohderyhmä:**

Kaikki biolääketieteellisestä kuvantamisesta kiinnostuneet perustutkinto- ja jatko-opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali ja luennoilla erikseen sovittava kirjallisuus.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Osallistuminen luennoille ja demonstraatioihin. Tentti. Kurssin voi suorittaa 1, 2 tai 3 op:n laajuisena.

1 op # pakollinen osallistuminen luennoille

2 op # pakollinen osallistuminen luennoille ja demonstraatioihin

3 op # pakollinen osallistuminen luennoille, demonstraatioihin ja lopputenttiin

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojakso arvostellaan 1 ja 2 op:n laajuisena sanallisesti: hyväksytyt tai hylätyt. Opintojakso arvostellaan 3 op:n laajuisena numeerisesti 1-5 tai hylätyt.

**Vastuuhenkilö:**

FT Lassi Rieppo

*Vapaavalintaisia opintoja, mikäli eivät sisälly jo muihin kokonaisuuksiin ja LuK-tutkintoon. Alla listatut kurssit on tarkoitettu FM-vaiheen opiskelijoille. Kursseille otetaan LuK-vaiheen opiskelijoita resurssien sallimissa rajoissa, mikäli pohjatiedot ovat riittävät. LUK-vaiheen opiskelijan tulee tarkistaa syventävien kurssien osalta osallistumismahdollisuus kurssin vastuuhenkilöltä. Suurin osa kursseista luennoidaan yleensä englanniksi.*

**521273S: Biosignaalien käsittely I, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2005 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Tietotekniikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Tapio Seppänen

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Lähtötaaso vaatimus:****Laajuus:**

5 ECTS credits / 50 hours of work

**Opetuskieli:**

English. Examination can be taken in English or Finnish.

**Ajoitus:**

The course unit is held in the autumn semester, during period 2. It is recommended to complete the course at the end of studies.

**Osaamistavoitteet:**

After completing the course, student

1. knows special characteristics of the biosignals and typical signal processing methods
2. can solve small-scale problems related to biosignal analysis
3. implement small-scale software for signal processing algorithms

**Sisältö:**

Biomedical signals. Digital filtering. Analysis in time-domain and frequency domain. Nonstationarity. Event detection. Signal characterization.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching and guided laboratory work.

**Toteutustavat:**

Lectures 10h, Laboratory work 20h, Self-study 20h, written examination.

**Kohderyhmä:**

Students interested in biomedical engineering, at their master's level studies.

Students of the University of Oulu.

**Esitietovaatimukset:**

The mathematic studies of the candidate degree program of computer science and engineering, or equivalent. Programming skills, especially basics of the Matlab. Basic knowledge of digital signal processing.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

The course is an independent entity and does not require additional studies carried out at the same time.

**Oppimateriaali:**

The course is based on selected chapters of the book "Biomedical Signal Analysis", R.M Rangayyan, 2nd edition (2015). + Lecture slides + Task assignment specific material.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Laboratory work is supervised by assistants who also check that the task assignments are completed properly. All task assignments are compulsory. The course ends with a written exam.

Read more about [assessment criteria](#) at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

The course unit utilizes a numerical grading scale 1-5. In the numerical scale zero stands for a fail.

**Vastuhenkilö:**

Tapio Seppänen

**Työelämäyhteistyö:**

No.

**521282S: Biosignaalien käsittely II, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2015 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Tietotekniikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jukka Kortelainen

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Lectures and laboratory works are given in English. The examination can be taken in Finnish or English.

**Ajoitus:**

Period 4

**Osaamistavoitteet:**

After completing the course, student

1. knows the special characteristics of neural signals and the typical signal processing methods related to them

2. can solve advanced problems related to the neural signal analysis

**Sisältö:**

Introduction to neural signals, artifact removal, anesthesia and natural sleep, topographic analysis and source localization, epilepsy, evoked potentials.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures (8 h) and laboratory work (20 h), written exam.

**Kohderyhmä:**

Engineering students, medical and wellness technology students, and other students interested in biomedical engineering. Students of the University of Oulu.

**Esitietovaatimukset:**

The basic engineering math courses, digital filtering, programming skills, Biosignal Processing I.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

The course is based on selected parts from books "EEG Signal Processing", S. Sanei and J. A. Chambers, "Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications", L. Sörnmo and P. Laguna, and "Neural Engineering", B. He (ed.) as well as lecture slides and task assignment specific material.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Laboratory work is supervised by the assistants who will also check that the task assignments are completed properly. The course ends with a written exam.

Read more about [assessment criteria](#) at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading of the accepted exam is in the range 1-5.

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Kortelainen

**Työelämäyhteistyö:**

-

**521093S: Lääketieteellinen instrumentointi, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2015 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Sähkötekniikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Igor Meglinski

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

521107S Lääketieteellinen instrumentointi 6.0 op

**Laajuus:**

5 ECTS cr

**Opetuskieli:**

English.

**Ajoitus:**

Period 3.

**Osaamistavoitteet:**

After the course the student is capable to explain principles, applications and design of medical instruments most commonly used in hospitals. He/she can describe the electrical safety aspects of medical instruments and can present the physiological effects of electric current on humans. In addition the student is able to explain medical instrumentation development process and the factors affecting it. He/she also recognizes typical measurands and measuring spans and is able to plan and design a biosignal amplifier.

**Sisältö:**

Diagnostic instruments (common theories for medical devices, measurement quantities, sensors, amplifiers and registering instruments). Bioelectrical measurements (EKG, EEG, EMG, EOG, ERG), blood pressure

and flow meters, respiration studies, measurements in a clinical laboratory, introduction to medical imaging methods and instruments, ear measurements, heart pacing and defibrillators, physical therapy devices, intensive care and operating room devices and electrical safety aspects.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching.

**Toteutustavat:**

Lectures/exercises 42 h and self-study 100 h.

**Kohderyhmä:**

Students interested in biomedical measurements.

**Esitietovaatimukset:**

None

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Course replaces earlier courses Biomedical measurements and Biomedical instrumentation.

**Oppimateriaali:**

R. S. Khandpur: Biomedical Instrumentation, Technology and Applications, McGraw-Hill, 2005 and J. G. Webster: Medical Instrumentation, Application and Design, 4th edition, John Wiley & Sons, 2010.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

The course is passed by the final exam or optionally with the assignments/test agreed at the first lecture. Read more about [assessment criteria](#) at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

1 - 5.

**Vastuuhenkilö:**

Igor Meglinski

**Työelämäyhteistyö:**

No.

**521124S: Anturit ja mittausmenetelmät, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Sähkötekniikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Igor Meglinski, Teemu Myllylä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 ECTS cr

**Opetuskieli:**

English.

**Ajoitus:**

Period 2.

**Osaamistavoitteet:**

After the course the student is capable to explain the operating principles of different sensors and can select a right sensor for each measuring target. He/she is able to quantify the requirements that affect sensor selection as well as recognize and evaluate the uncertainty of a measurement. In addition the student is able to plan and design sensor signal conditioning circuits.

**Sisältö:**

Methods for measuring displacement, velocity, acceleration, torque, liquid level, pressure, flow, humidity, sound and temperature. Ultrasound, optical and nuclear measurement techniques and applications, material analyses such as pH measurement and gas concentration, pulp and paper measurements and smart sensors.

**Järjestämistapa:**

Pure face-to-face teaching.

**Toteutustavat:**

Lectures 26h, exercises 12h and self-study 100h.

**Kohderyhmä:**

4 year students.

**Esitietovaatimukset:**

No.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No.

**Oppimateriaali:**

H. N. Norton: Handbook of Transducers, Prentice Hall P T R, 1989 or 2002; lecture and exercise notes.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

The course is passed by a final exam and passed exercises.

Read more about [assessment criteria](#) at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

1-5.

**Vastuhenkilö:**

Igor Meglinski

**Työelämäyhteistyö:**

No.

**521240S: Biofotoniikka ja biolääketieteellinen optiikka, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2015 -

**Opiskelumoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Sähkötekniikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Igor Meglinski

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 ECTS cr

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Period 2.

**Osaamistavoitteet:**

On successful completion of the course, students will be able to categorize the basic principles of modern optical and laser-based diagnostic modalities and instruments used in advanced biomedical research and clinical medicine. They will be able to demonstrate detailed understanding and evaluate the key biophotonics techniques underlying day-to-day clinical diagnostic and therapies and industrial applications in pharmacy, health care and cosmetic products. They can operate with the selected techniques of their choice.

**Sisältö:**

The course includes in-depth coverage of state-of-the-art optical imaging and spectroscopy systems for advanced biomedical research and clinical diagnosis, fundamental properties of light such as coherence, polarization, angular momentum, details of light interaction with tissue, and modern imaging system. Coherent Optical Tomography (OCT), Laser Doppler Flowmetry, Laser Speckle Imaging (LSI), Photo-Acoustic Tomography (PAT), Tissue polarimetry; Optical and Near-Infra-Red Spectroscopy (NIRS),



Confocal and Fluorescence Microscopies; Tissue Optics: Light/matter interactions, index of refraction, reflection, optical clearing, absorption, Mie scattering, Rayleigh scattering, Monte Carlo modelling.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching.

**Toteutustavat:**

Lectures/exercises 42 h and self-study 100 h.

**Kohderyhmä:**

Students interested in biomedical measurements.

**Esitietovaatimukset:**

None.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

A new course

**Oppimateriaali:**

V.V Tuchin: Handbook of Optical Biomedical Diagnostics, SPIE Press, 2002; V.V Tuchin: Handbook of Coherent Domain Optical Methods, Springer, 2<sup>nd</sup> edition, 2013. D.A Boas, C. Pitris, N. Ramanujam, Handbook of Biomedical Optics, CRC Press, 2011.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

The course is passed by the final exam and with the assignments.

Read more about [assessment criteria](#) at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

1 - 5

**Vastuhenkilö:**

Igor Meglinski

**Työelämäyhteistyö:**

No.

**080915S: Tissue Biomechanics, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2012 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Simo Saarakkala

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 op / 135 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Opintojakso järjestetään syyslukukaudella, periodilla 2. Kurssi suositellaan suoritettavaksi maisteriopinnoissa.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kuvata biologisten kudosten keskeiset biomekaaniset ominaisuudet sekä niiden vaurioitumismekanismit.

Opiskelija osaa toteuttaa biomekaanisia käytännön kokeita, analysoida mittaustuloksia, tulkita tuloksia ja raportoida ne hyvän tieteellisen raportointitavan mukaisesti.

Opiskelija ymmärtää, kuinka numeerista mallinnusta voidaan hyödyntää kudosbiomekaanisten ongelmien ratkaisemiseksi.

**Sisältö:**

Johdanto kudosbiomekaniikkaan. Keskeiset biomekaaniset suureet ja materiaalimallit. Kudosten biomekaanisten ominaisuuksien kokeellinen testaaminen. Eri kudosten rakenne, koostumus ja mekaaniset ominaisuudet. Kudosten biomekaaninen mallintaminen.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot 20h / laskuharjoitukset 10h / interaktiivinen luento ja ryhmätyö 4 h / harjoitustyö 8h / itsenäinen työskentely 93h. Lopputentti.

**Kohderyhmä:**

Lääketieteen tekniikan maisterivaiheen opiskelijat (kaikki suuntautumisvaihtoehdot). Opintojakso soveltuu myös muille aiheesta kiinnostuneille, joilla on riittävät edellytykset/taustaopinnot.

**Esitietovaatimukset:**

Suosittelaa, että opiskelijalla on perustiedot solubiologiasta, anatomiasta ja fysiologiasta, perusmekaniikasta, differentiaaliyhtälöistä ja matriisialgebrasta.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso on itsenäinen kokonaisuus eikä se edellytä muita samanaikaisesti suoritettavia opintoja. Liikkeen biomekaniikkaan syvennyttään opintojaksolla 080916S Biomechanics of Human Movement.

**Oppimateriaali:**

Luennoilla jaettava materiaali sekä opintojaksolla ilmoitettava oheiskirjallisuus.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Harjoitustyön sekä lopputentin suorittaminen hyväksytysti.

Lue lisää [opintasuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojaksolla käytetään numeerista arviointiasteikkoa 1-5. Numeerisessa asteikossa nolla merkitsee hylättyä suoritusta.

**Vastuuhenkilö:**

Professori Simo Saarakkala

**080916S: Biomechanics of Human Movement, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2012 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Terveystieteiden ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jämsä, Timo Jaakko

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 op /135 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Maisteriopinnot, kevätlukukausi, 4. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kuvata liikkeen biomekaniikan keskeiset haasteet ja liikeanalyysin periaatteet.

Opiskelija ymmärtää liikkeen biomekaanisen mittaamisen ja mallintamisen perusteet.

Opiskelija osaa toteuttaa biomekaanisia käytännön kokeita, analysoida ja tulkita mittaustuloksia, ja raportoida ne hyvän tieteellisen raportointitavan mukaisesti.

**Sisältö:**

Tuki- ja liikuntaelimestön biomekaniikka, liikeanturit ja liikeanalyysi, liikkeen biomekaaninen mallintaminen, tasapainon mittaaminen, kaatumisen biomekaniikka, fyysisen aktiivisuuden mittaaminen.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot 14h / harjoitustyö ja ryhmätyöskentely 54h / itsenäinen työskentely 67h. Lopputentti.

**Kohderyhmä:**

Lääketieteen tekniikan, hyvinvointitekniikan, tietotekniikan ja muiden vastaavien tutkinto-ohjelmien maisteriopiskelijat. Fysiikan maisteriopiskelijat (biolääketieteellinen fysiikka). Muut aiheesta kiinnostuneet perus- ja jatko-opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Suositteluaan, että opiskelijalla on perustiedot anatomiasta ja fysiologiasta, tilastollisesta analyysistä, antureista ja mittausten menetelmistä sekä signaalinkäsittelystä.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso on itsenäinen kokonaisuus eikä se edellytä muita samanaikaisesti suoritettavia opintoja. Kudosten biomekaniikkaa käsitellään opintojaksolla 080915S Tissue Biomechanics.

**Oppimateriaali:**

Luennoilla jaettava materiaali.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Luennoilla annettujen kotitehtävien ja harjoitustöiden suorittaminen hyväksytysti, tentti.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Opintojaksolla käytetään numeerista arviointiasteikkoa 1-5 tai hylätty. Arviointi tehdään harjoitustyöraportin ja tentin perusteella.

**Vastuuhenkilö:**

Professori Timo Jämsä

**Työelämäyhteistyö:**

Ei

**H325117: Fysiikan aineenopettajan syventäviä opintoja, 25 - 60 op****Voimassaolo:** 01.08.2018 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Kokonaisuus**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi

*Valinnaiset fysiikan syventävät opinnot (Kvanttimekaniikka I 763612S on pakollinen, ellei A-tason kurssi ole suoritettu LuK-tutkintoon). Valitse fysikaalisten tieteiden syventäviä kursseja siten, että pääaineen laajuus on vähintään 60 op gradu ja tutkimusprojekti mukaan laskien. Esim. seuraavista:*

**763612S: Kvanttimekaniikka I, 10 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

763312A Kvanttimekaniikka I 10.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi, tarvittaessa Englanti

**Ajoitus:**

3. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin tärkeimpänä tavoitteena on kvanttimekaanisen ajattelutavan, ns. kvantti-intuition, kehittäminen. Kurssin jälkeen opiskelija tietää kvanttimekaniikan postulaatit sekä osaa ratkaista Schrödingerin yhtälön sellaisissa yksiulotteisissa ja kolmiulotteisissa pallosymmetrisissä ongelmissa, joilla on tärkeitä sovelluksia kondensoidun aineen teoriassa sekä atomi-, ydin- ja molekyyllifysiikassa. Opiskelija osaa myös johtaa epätarkkuusperiaatteen ja tulkita sen avulla, mitä kvanttimekaanisessa mittauksessa tapahtuu.

**Sisältö:**

Kvanttimekaniikka luo pohjan nykyiselle tieteelliselle maailmankuvalle, yhdessä yleisen suhteellisuusteorian kanssa. Viimeaikainen nanoteknologian kehitys on johtanut siihen, että kvanttimekaniikkaan perustuvat sovellukset ovat osa meidän jokapäiväistä elämäämme. Suurimman muutoksen kvanttimekaniikka tuo kuitenkin käsityksemme luonnon perusosasten käyttäytymisestä. Eräs kvanttimekaniikan mielenkiintoisista perustuloksista on epätarkkuusperiaate, joka tarkoittaa esimerkiksi sitä, että hiukkasella ei ole samalla ajan hetkellä hyvin määriteltyä paikkaa ja nopeutta. Tällä on kauaskantoisia seurauksia ymmärryksessämme aineen rakenteesta, ja jopa maailmankaikkeudesta löytyvän materian määrästä ja jakautumisesta. Mikromaailman hiukkasten klassisen tilan häilyvyydestä johtuen niitä onkin kuvattava ns. aaltofunktion avulla, joka määrää todennäköisyysjakauman hiukkasen löytymiselle mielivaltaisesta paikasta. Kurssilla esitetään kvanttimekaniikan perusperiaatteet ja postulaatit. Esimerkkeinä ratkaistaan kvanttimekaanisen hiukkasen aaltofunktion aikakehitys useissa yksiulotteisissa potentiaaleissa. Epätarkkuusperiaate johdetaan yleisessä tapauksessa ja sitä sovelletaan hiukkasen paikan ja nopeuden yhtäaikaiseen mittaukseen. Kolmiulotteisissa pallosymmetrisissä ongelmissa symmetriaan liittyvä säilyvä suure, kulmaliikemäärä, johon liittyvät operaattorit ja kvanttiluvut johdetaan.

Esimerkkinä ratkaistaan vetyatomin kvantittuneet energiatilat. Kurssilla esitetään lisäksi abstraktin Hilbertin avaruuden vektoreihin ja lineaarisiin kuvauksiin perustuva kvanttimekaniikan teorian yleinen määrittely, ja osoitetaan se yhtäpitäväksi Schrödingerin aaltofunktio-kuvan kanssa. Yleisen teorian ominaisuuksiin perehdytään käyttäen esimerkkinä fysiikassa laajalti tärkeitä kahden tason mallia ja harmonista värähtelijää.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 12 kpl harjoituksia (á 3 h), 184 h itsenäistä opiskelua ja loppukoe

**Kohderyhmä:**

Pakollinen teoreettisen fysiikan ja fysiikan opiskelijoille. Fysiikan opiskelijoille suoritus tulee koodilla 763612S. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Esitietoina tarvitaan Atomifysiikan, Lineaarialgebran ja Differentiaaliyhtälöiden kurssit.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

J. Tuorila: Kvanttimekaniikka I (2013). D. Griffiths: Introduction to Quantum Mechanics (2005).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

2 välikoetta tai loppukoe.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Matti Alatalo

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija osaa selittää tyhjiöolosuhteiden ylläpitämisen fysikaaliset perusteet sekä erityyppisten tyhjiöpumppujen ja painemittareiden toimintaperiaatteet. Opiskelija myös osaa antaa esimerkkejä atomi- ja molekyyllifysiikan kokeellisen tutkimuksen menetelmistä ja pystyy nimeämään niiden erityispiirteitä.

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään atomi- ja molekyyllifysiikan alan kokeellisessa työskentelyssä esiintyviin menetelmiin ja erityisongelmiin. Luennoilla ja demonstraatioissa käydään erityisesti läpi perusasiat tyhjiön luomisesta,

ylläpitämisestä ja tyhjiössä suoritettavista mittauksista. Opiskelijat tutustuvat tyhjiölaitteiston suunnitteluun ja tyhjiön diagnosointiin virtauslaskennan ja jäännöskaasuanalyysiin avulla.

Lisäksi kursilla esitellään erilaisia laboratoriomittauksissa käytettäviä säteilylähteitä sekä säteily- ja hiukkasdetektoreita. Kurssin tarkempi sisältö riippuu kulloisenkin luennoitsijan omasta erikoisalasta.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 10 h laskuharjoituksia, 6 h laboratoriotöitä, 116 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Fontell, Maula, Nieminen..., Insinööritieto OY: "Tyhjiötekniikka"

Luentomateriaali

Lisäksi: Moore, Davis & Coplan, Building Scientific Apparatus, Cambridge Press (chapters 3, 5, 7)

Hablanian; High Vacuum Technology, A Practical guide, Marcel Dekker Inc (1997)

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoe tai loppukoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Marko Huttula

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761644S/>

**761658S: Ionosfäärifysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kuvata kurssin jälkeen ionosfäärin muodostumisen yläilmakehään sekä analysoida ionosfäärissä tapahtuvat tärkeimmät prosessit. Opiskelija osaa laskea mm. ionisaation tuoton ja häviön, ionosfäärin epäisotrooppisen johtavuuden ja sähkövirrat sekä ambipolaarisen diffuusion.

**Sisältö:**

Kurssi käsittelee Maan ylemmää, osittain ionisoitunutta ilmakehää eli ionosfääriä. Ionosfääri syntyy pääasiassa Auringon EUV-säteilyn seurauksena. Korkeiden leveyspiirien ionosfääri on paljon dynaamisempi kuin matalammilla leveysasteilla. Tämä johtuu siitä, että korkeiden leveyspiirien ionosfääri on suoraan kytkeytynyt magneettisten kenttäviivojen välityksellä Maan magnetosfääriin, joka taas kytkeytyy aurinkotuulen kanssa. Korkeiden leveyspiirien ionosfääriässä kulkee voimakkaita sähkövirtoja ja esiintyy revontulia (aurora borealis). Ionosfääri löydettiin aikoinaan, koska se vaikutti radioaaltojen etenemiseen ilmakehässä (pitkän matkan radioyhteydet ilman satelliitteja eivät olisi mahdollisia ilman ionosfääriä). Toisaalta tehokkain tapa tutkia ionosfääriä on radioaaltoihin perustuvien mittausten avulla. Tämän vuoksi ionosfäärifysiikalla on myös käytännön merkitystä ja sovelluskohteita.

*Sisältö lyhyesti:* Auringon säteily, ylempi ilmakehä ja sen dynamiikka, ionosfäärin synty ja ionikemia, varattujen hiukkasten liike ja diffuusio, ionosfäärin sähkökentät ja sähkövirrat sekä joitakin ionosfäärin ilmiöitä kuten ekvaattorin ja revontulialueen suihkuvirtaukset, sporadinen E-kerros ja napatuuli.

#### **Järjestämistapa:**

Lähiopetus

#### **Toteutustavat:**

40 h luentoja, 20 h harjoituksia, 153 h itsenäistä opiskelua

#### **Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

#### **Esitietovaatimukset:**

766355A Avaruusfysiikan perusteet tarjoaa hyödyllisiä esitietoja.

#### **Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

#### **Oppimateriaali:**

A. Aikio ja T. Nygrén: Physics of the Ionosphere of the Earth, jakelussa fysiikan laitoksen verkkosivuilla. Luentomateriaali perustuu osin kirjaan: A. Brekke, Physics of the Upper Atmosphere, John Wiley & Sons, 1997.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

#### **Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätetkoe, mahdollisesti myös opiskelijoiden tekemä projektityö, joka arvostellaan.

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

#### **Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

#### **Vastuhenkilö:**

Anita Aikio

#### **Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

#### **Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761658S/>

### **761687S: Sähkömagneettiset aallot, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Vaara, Juha Tapani

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

#### **Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

#### **Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parilliset vuodet) kevätlukukaudella

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa johtaa sähkömagneettisten aaltojen teorian perustulokset Maxwellin yhtälöistä lähtien. Hän osaa analysoida erilaisia aaltojen käyttäytymiseen liittyviä tilanteita ja soveltaa teoriaa syntyvien ongelmien kvantitatiiviseen ratkaisuun. Soveltuu aineenopettajille.

**Sisältö:**

Maxwellin yhtälöt, sähkömagneettiset aallot, aaltoputket, sähkömagneettisten aaltojen synnyttäminen, sähkömagnetismi ja suppea suhteellisuusteoria, sähkömagneettisten aaltojen sironta ja absorptio.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 105 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat. Aineenopettajaopiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

761312A Sähkömagnetismi 2 tai vastaavat tiedot

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

I.S. Grant and W.R. Phillips, Electromagnetism, Second edition (toinen painos, Wiley & Sons, luvut 10-14);  
F. H. Read, Electromagnetic radiation (kappaleet 3,4,8).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti. Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Juha Vaara

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766632S/>

**766654S: Aurinkofysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**Osaamistavoitteet:**



Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata perustellusti Auringon rakennetta, historiaa, energiantuottoa, aurinko-oskillaatioita, Auringon magneettikentän syntyä ja magneettista aktiivisuutta, sekä osaa soveltaa Aurinkoa kuvaavia fysikaalisia teorioita ja niissä käytettäviä matemaattisia menetelmiä Auringon perusilmiöiden selittämiseen.

**Sisältö:**

Aurinko on maapallon lähin tähti ja sen tärkein energialähde. Aurinko on myös tärkein maapallon ilmastoon ja muihin elinolosuhteisiin vaikuttava ja niitä muokkaava tekijä. Kurssi antaa valmiudet ymmärtää Auringon rakennetta ja muuttuvaa toimintaa.

*Sisältö lyhyesti:* Auringon rakenne, Auringon historia, aurinkomalli, Auringon energiantuotto, Auringon neutriinot, aurinko-oskillaatiot ja helioseismologia, Auringon konvektiokerros, differentiaalinen rotaatio, Auringon magnetismi ja dynamomekanismi, Auringon ilmakehä (fotosfääri, kromosfääri, korona), Auringon aktiivisuus.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

M. Stix, The Sun. An Introduction, 2. painos, Springer, 2004. Luentomoniste: K. Mursula: Solar Physics. Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätökoe tai loppukoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766654S/>

**761654S: Hydrodynamiikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**761673S: Elektroni- ja ionispektroskopia, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

3. vuosi tai syventävien opintojen alussa

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija pystyy selittämään keskeisimmät elektroni- ja ionispektroskopiaan liittyvät käsitteet. Opiskelija osaa kuvailla synkrotronisäteilyn erityispiirteet ja selittää elektroni- ja ionispektrien mittaamisen perusteet. Opiskelija osaa antaa esimerkin jostain laskennallisesta menetelmästä, jonka avulla hän pystyy tulkitsemaan kokeellisia elektroni- ja ionispektrejä.

**Sisältö:**

Tavoitteena on perehdyttää elektroni- ja ionispektroskopian tutkimuksen perusteisiin. Opintojakso liittyy läheisesti laitoksen elektronispektroskopian tutkimukseen, jossa elektroni- ja ionispektroskopian menetelmin pyritään kartoittamaan atomien ja molekyylien elektronirakennetta ja sen dynamiikkaa sähkömagneettisen tai hiukkassäteilyn vuorovaikutuksen alaisena. Kurssilla esitellään kokeellisissa mittauksissa käytettävien laitteiden toimintaa, synkrotronisäteilyn erityispiirteitä ja säteilylinjojen rakennetta. Kurssilla opitaan perusteet mitattujen spektrien käsittelystä sekä tutustutaan lyhyesti spektrien tulkitsemisessa käytettäviin laskennallisiin menetelmiin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 16 h harjoituksia, 8 h laboratorioharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Liittyy muihin elektronispektroskopian ryhmän kursseihin, joille tämä kurssi antaa hyvän pohjan, mutta on suoritettavissa yksinkin.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Pääteko tai loppukoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Marko Huttula

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761673S/>

**761652S: NMR-kuvaus, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Ville-Veikko Telkki

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

10 op / 266 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (pariton vuosi) syyslukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää ydinmagneettiseen resonanssiin perustuvien kuvausmenetelmien perusteet sekä sen, miten NMR-kuvausta käytetään erilaisten materiaalien fysikaalisten ominaisuuksien karakterisointiin.

**Sisältö:**

Yksidimensionaalinen Fourier-kuvaus, k-avaruus ja gradienttikaiut. Monidimensionaalinen Fourier-kuvaus. Jatkuva ja diskreetti Fourier-muunnos. Näytepisteiden keräys ja kuvan peilautuminen. Suodatus ja resoluutio. Kontrasti.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Kurssin 761663S NMR-spektroskopia antamat perustiedot helpottavat kuvausmenetelmiin perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole edellytys kurssille osallistumiselle.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

E.M. Haake, R.W. Brown, M.R. Thompson and R. Venkatesan, Magnetic Resonance Imaging. Physical Principles and Sequence Design. (John Wiley & Sons, Inc., 1999) (osittain), B. Blümich, NMR Imaging of Materials (Clarendon Press, 2000) (osittain).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Ville-Veikko Telkki

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

## 76675S: Laser- ja synkrotronisäteilyfysiikka, 10 op

**Voimassaolo:** 01.01.2016 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Leikkaavuudet:**

761675S Synkrotronisäteilytutkimus 6.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti / Suomi

**Ajoitus:**

Maisterivaiheen opinnoissa. Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

- Opiskelija kykenee soveltamaan sähkömagnetismin, suhteellisuusteorian sekä kvanttimekaniikan perusperiaatteita lasereiden ja synkrotronisäteilylähteiden analysointiin.
- Opiskelija tuntee lasereiden ja synkrotronisäteilylähteiden toiminnalliset peruskomponentit.
- Opiskelija tuntee ja osaa selittää lasereiden ja synkrotronisäteilylähteiden tuottaman valon erityisominaisuudet sekä periaatteet valon ominaisuuksien muuttamiseen liittyen.
- Opiskelija kykenee nimeämään ja kuvaamaan lasereiden sekä synkrotronisäteilylähteiden sovelluskohteita.

**Sisältö:**

Kurssi koostuu kahdesta laajemmasta kokonaisuudesta: Laserfysiikasta sekä synkrotronisäteilyfysiikasta. Ensimmäisessä osassa lasereiden toiminnan perusteoria kuvataan käyttäen klassista sähkömagneettista kenttäteoriaa ja kvanttimekaniikkaa. Lasermateriaalien ominaisuudet, sen toiminnan edellytykset sekä laservalon erityisominaisuudet kuvataan tarkasti. Suuripiirteinen jako ja esittely kattaa matalan ja korkean tiheyden laserväliaineisiin perustuvat laserit. Lisäksi kurssin aikana vierailaan Oulun yliopiston sisällä eri tyyppisiä laserlaitteita sisältävissä laboratorioissa/toimitiloissa.

Kurssin toinen osa alkaa suhteellisuusteorian kertauksella sekä perehdytyksellä hiukkaskiihdyttimien toimintaan. Varattujen, relativistisella nopeudella liikkuvien hiukkasten lähettämän säteilyn, synkrotronisäteilyn, ominaisuudet sekä synty käsitellään kvantitatiivisesti käyttäen relativistista sähkömagneettista kenttäteoriaa. Kurssin päättää viimeisimmän sukupolven vapaa-elektronilasereiden teorian kvalitatiivinen käsittely joka yhdistelee elementtejä lasereista ja kiihdytinpohjaisista valonlähteistä.

**Järjestämistapa:**

Kontaktiopetus.

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 24 h harjoituksia, 193 h itseopiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Myös muut riittävän taustan omaavat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Kaikki fysiikan pakolliset perus- ja aineopintokurssit (esim. atomifysiikka 1, sähkömagnetismi, aineen rakenne, aaltoliike ja optiikka, johdatus suhteellisuusteoriaan) sisältäen kvanttimekaniikka I.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja.

**Oppimateriaali:**

L. Hautala: Laser and synchrotron radiation physics luentomuistiinpanot (2016, englanniksi), jotka perustuvat kirjoihin: Laser fundamentals, William T. Silfvast (Cambridge University Press, 2nd edition) sekä Particle Accelerator Physics, Helmut Wiedemann (Springer, 3rd edition).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kahdella välikokeella tai yhdellä päätekokeella.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 - 5, missä 0 = hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Lauri Hautala

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työssäoppimista.

**Lisätiedot:**

[Kurssin wiki-sivu.](#)

**761685S: Optiikka, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Seppo Alanko

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761665S Optiikka 6.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

Fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat 2. vsk - 5 vsk. Maisteriopintoihin sisällytettävä opintojakso.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson jälkeen opiskelija pystyy pureutumaan modernin optiikan alaan liittyviin kysymyksiin ja osaa soveltaa tietämystään optiikan alan tutkimuksessa ja teollisuudessa.

**Sisältö:**

Sähkömagneettiset aallot, dispersio, sähkömagneettinen spektri, valon eteneminen, heijastuminen, taittuminen, kokonaisheijastus, metallien optisia ominaisuuksia, polarisaatio, polarisaattorit, optiset modulaattorit, nestekiteet, interferenssi, interferometrian sovellutuksia, monikerrospinnoitteet, Fraunhoferin diffraktio, Fresnelin diffraktio, Kirchhoffin diffraktioteoria, koherenssiteorian perusteet ja sovellutuksia, Fourier-optiikkaa ja sovellutuksia.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 14 h laskuharjoituksia, 91 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Pohjatiedot: Aineopintotason Aaltoliike ja optiikka tai vastaava

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

E. Hecht: Optics.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**76666S: NMR-spektroskopia, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Ville-Veikko Telkki

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parillinen vuosi) syyslukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin hyväksytysti suoritettuaan opiskelija ymmärtää NMR-ilmiöön liittyvän fysiikan ja oivaltaa, mitä mahdollisuuksia NMR-spektroskopia tarjoaa molekyylien ja materiaalien fysikaalisten ominaisuuksien tutkimuksessa.

**Sisältö:**

NMR (Nuclear Magnetic Resonance) -spektroskopia on erittäin monipuolinen menetelmä aineen kaikkien olomuotojen fysikaalisten ominaisuuksien tutkimiseen. Sen avulla voidaan määrittää molekyylien, jopa biologisten makromolekyylien, rakenteita ja tutkia niiden dynamiikkaa. NMR-spektroskopian tunnetuin sovellus on lääketieteessä laajasti hyödynnettävä magneettikuvaus.

Opintojaksossa perehdytään NMR-spektroskopian perusteisiin, spektrien rakenteeseen vaikuttaviin vuorovaikutuksiin sekä spektrometrien toimintaperiaatteisiin. Moderni NMR tekee mahdolliseksi ydinspinien manipuloinnin käyttäen erilaisia pulssisarjoja, ja kurssilla tutustutaan mm. polarisaation siirtoon liittyvien pulssisarjojen toimintaperiaatteisiin sekä monidimensionaalisen NMR-spektroskopiaan.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

52 h luentoja, 24 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, 190 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Kvanttimekaniikan ja atomifysiikan perustiedot helpottavat aiheeseen perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole edellytyksenä opintojaksoon osallistumiseen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali jaetaan opintojakson edistyessä. Kurssi pohjautuu pääasiassa kirjaan J. Keeler, Understanding NMR Spectroscopy (John Wiley & Sons, Chichester, 2010).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Ville-Veikko Telkki

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**[Kursin sivu](#)**761688S: Kiinteän aineen NMR-spektroskopia, 5 op****Voimassaolo:** 01.08.2017 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Anu Kantola**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi**Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa selittää kiinteässä olomuodossa olevan näytteen tutkimiseen käytettävän ydinmagneettisen resonanssispektroskopian (NMR-spektroskopian) perusperiaatteet ja -menetelmät sekä pystyy johtamaan niistä seuraavat tulokset siinä laajuudessa ja sillä tasolla kuin ne on luennoissa esitetty (kts. Sisältö). Lisäksi hän osaa ratkaista sellaisia ongelmia, jotka edellyttävät esitetyn asian oleellisen sisällön syvällistä ymmärtämistä.

**Sisältö:**

Aiheita ovat mm. kiinteän aineen NMR-spektroskopian peruskäsitteet (ydinmagnetisaatio, ydinvarjostus, dipolilytkentä, kvadrupolilytkentä, maagisen kulman pyörityskokeet, relaksaatio, ristipolarisaatio), spin-1/2-ydinten kiinteän aineen mittaamenetelmät ja -parametrit, kiinteän aineen NMR:n kvanttimekaaninen käsittely.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 14 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, 91 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan ja kemian tutkinto-ohjelmien opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Kvanttimekaniikka 1. Opintojaksoissa NMR-spektroskopia ja Spektroskooppiset menetelmät annettavat NMR:n perustiedot helpottavat aiheeseen perehtymistä, mutta eivät kuitenkaan ole välttämättömiä.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Apperley, Harris and Hodgkinson, "Solid-state NMR, Basic principles & practice" Momentum Press, 2012 (osittain). Materiaalia myös luennoilta ja/tai opintojakson verkkosivuilta.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätökoe tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Anu Kantola

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu: <https://wiki.oulu.fi/pages/viewpage.action?pageId=71894264>

**76667S: Modern characterization methods in material science, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Wei Cao

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year

**Osaamistavoitteet:**

This course is aiming to give an overview of advances in materials characterization methods. Through the course, students are expected to master basic characterization methods, and correlate observed phenomena to materials properties. Techniques are dedicated to determinations of morphologies and electronic structures of bulk, nano-films as well as free and deposited clusters.

**Sisältö:**

The course will be focused on methods and special requirements on experimental researches in the field of materials science. The lessons and demonstration include principles related to conventional characterization methods, microscopic detections, and the latest synchrotron-radiation-based techniques. Students will be guided to practice laboratory works of the vapor deposit sample growth system, morphological, and electronic structure measurements through SEM and the XPS. The course will also cover introduction to inorganic material growth methods, requirements to select different techniques, and physical insights within materials functionalities.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures 24 h, exercises 10 h, 2 laboratory exercises, self-study 118 h

**Kohderyhmä:**

Primarily for the students of the master program degree in physics. Also for the other students of the University of Oulu.

**Esitietovaatimukset:**

No specific prerequisites

**Yhteydet muihin opintoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**



Material Characterization techniques, by Sam Zhang, Lin Li, and Ashok Kumar, CRC press (2009); X-ray characterization of materials edited by Eric Lifshin, Wiley-VCH, (1999).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination.

Read more about assessment criteria at the University of Oulu webpage.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Wei Cao

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

[Course website](#)

**766678S: Introduction to Atmospheric Processes and Climate Change, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Syventävät opinnot tai aineopinnot 3. vuosi; ei luennoita joka vuonna.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija tuntee ilmastoyhteisön ja erityisesti Maan ilmakehän pääpiirteet ja osaa kuvailla säteilynsiirtoon ilmakehässä vaikuttavat prosessit - erityisesti kasvihuonekaasujen, aerosolihiukkasten ja pilvien vaikutuksen - sekä niiden vaikutuksen Maan energiatasapainoon.

**Sisältö:**

Opintojakso johdattaa ilmakehätieteisiin ja ilmastotutkimukseen, pääpainon ollessa molekyyliklustereihin ja pienhiukkasiin liittyvissä prosesseissa: mustan kappaleen säteilyn, kaasujen kineettisen teorian ja ilmakehän kannalta merkittävien olomuodon muutosten kertaus; sähkömagneettisen säteilyn absorptio ja sironta kaasumolekyyleistä, aerosolihiukkasista ja pilvipisaroista; Maapallon energiatasapaino, säteilypakote, palautteet ja ilmaston herkkyys; aerosolihiukkasten ja kasvihuonekaasujen lähteet ja nielut, aerosoli-pilvi-sadantavuorovaikutukset; ilmakehän rakenne ja termodynamiikka, energian kulkeutuminen ilmastoyhteisössä; havaitut ja ennustetut ilmastomuutokset.

**Järjestämistapa:**

Lähi- ja/tai monimuoto-opetus

**Toteutustavat:**

Luennot, laskuharjoitukset, esseet, seminaarit ja omatoiminen opiskelu

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Termofysiikka ja Atomifysiikka I

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakso 766659S Auringon ilmastovaikutukset käsittelee Auringon vaikutusta ilmastosysteemin toimintaan tarkemmin, ja 766662S Molekyylien ominaisuudet valoittaa yleistä teoriaa kasvihuonekaasujen ja infrapunasäteilyn vuorovaikutuksen takana.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste, lisäksi D. J. Jacob: Introduction to Atmospheric Chemistry, PUP, 1999; saatavilla osoitteesta <http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/> sekä R. T. Pierrehumbert: Principles of Planetary Climate, CUP, 2010.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe; lue lisää opintasuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua.

**766645S: Cluster Physics, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2011 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 credits

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Lectures not given every year.

**Osaamistavoitteet:**

After the course students can explain what is a cluster and are able to describe various formation mechanisms of clusters. Students can explain principles of spectroscopic methods studying the structure and properties of clusters, and are able to present information obtained from the specific details of the experimental spectra. Students are also able to provide examples of experimental methods on producing various type of clusters. Students will learn also to present principles of the data handling and information evaluation of the experiments.

**Sisältö:**

The course serves as an introduction to the materials research of nanostructures using electron spectroscopy. The scope of the course is in experimental methods of studying the properties of clusters. The course starts by short introductory part to clusters and then extends to the formation mechanisms of clusters. Few specific cluster sources will be reviewed. The course continues on focusing to the spectroscopy of clusters through example cases of present research. The studies of the development of metallicity and size dependent phase transformations in addition to methods resolving the surface and bulk structures of clusters will be overviewed. The course includes demonstrations where the students are familiarized with the spectroscopic equipment as well as the data handling of the measurements.

**Järjestämistapa:**

Face-to-face teaching

**Toteutustavat:**

Lectures, exercises, groupworks, self-study

**Kohderyhmä:**

Recommended for all students attending to the *SR master's degree programme*. The course is suitable for project works and provides a good base for the bachelor and master thesis at ELSP-lab.

**Esitietovaatimukset:**

Recommend course for background is 761673S Electron and Ion Spectroscopy.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

No alternative course units or course units that should be completed simultaneously

**Oppimateriaali:**

Lecture notes

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

One written examination

Lue lisää [opintasuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numerical grading scale 0 – 5, where 0 = fail

**Vastuuhenkilö:**

Kari Jänkälä

**Työelämäyhteistyö:**

No work placement period

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**766650S: SR-fysiikan sovellutukset, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelijalla on valmiudet tehdä tutkimusryhmässä pro gradu -tutkielmaa ja aloittaa jatko-opintoja.

**Sisältö:**

Synkrotronisäteilyn käyttöön perustuvia menetelmiä ja niiden sovellutuksia. Ajankohtaisia teemasarjoja, jotka vaihtelevat vuosittain.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

24 h luentoja, 10 h harjoitustöitä, 73 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luennoilla jaettava materiaali

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Marko Huttula

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki.oulu.fi/display/766650S/>

**761653S: Plasmafysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssilla esitellään aluksi plasman kuvailuun käytetyt perusteoriat, kineettinen teoria ja magnetohydrodynamiikka. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää näiden teorioiden fysikaalisen sisällön ja osaa soveltaa teorioita yksinkertaisiin plasmaongelmiin. Näihin teorioihin liittyen opiskelija osaa linearisoida osittaisdifferentiaaliyhtälöitä, mikä mahdollistaa monimutkaisten differentiaaliyhtälöiden pelkistämisen ratkaistavaan muotoon. Opiskelija osaa soveltaa näitä menetelmiä tutkittaessa plasmassa eteneviä perusaaltomodeja sekä tärkeimpiä plasman epästabiilisuuksia.

**Sisältö:**

Suurin osa universumin normaalista materiaasta on plasmaolomuodossa eli koostuu varatuista hiukkasista, jotka vaikuttavat toisiinsa sähkömagneettisella vuorovaikutuksella. Plasmafysiikka tutkii millaisia ilmiöitä tällaisessa systeemissä esiintyy. Plasmafysiikka on avaruusfysiikan tärkein teoria, jota sovelletaan mm. ionosfääriin, magnetosfääriin, Auringon ja heliosfääriin ilmiöiden kuvauksessa. Tällä kurssilla perehdytään syvällisesti plasmaa kuvaaviin teorioihin ja plasmaolomuodossa tapahtuviin ilmiöihin, erityisesti erilaisiin plasma-aaltoihin.

Sisältö lyhyesti: Plasman kineettinen teoria, magnetohydrodynamiikka, differentiaaliyhtälöiden linearisointi, MHD-aallot, kylmän plasman aallot, aaltojen kineettinen teoria, Landaun vaimennus, instabiiliteetit.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Suositteluaan avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille. Tukee muita avaruusfysiikan syventäviä kursseja.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävinä opintoina suositellaan aineopinnotason sähkömagnetismin tietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste: T. Asikainen: Plasmafysiikka. Osia kirjoista: Baumjohann-Treumann: Basic Space Plasma Physics, Imperial College Press, 1997; Treumann- Baumjohann: Advanced Space Plasma Physics, Imperial College Press, 1997; H. Koskinen, Johdatus plasmafysiikkaan ja sen avaruussovellutuksiin. Limes, 2001; F.F. Chen: Plasma Physics and Controlled Fusion, 2nd ed., Vol. 1, Plasma Physics, Plenum Press; J. A. Bittencourt: Fundamentals of plasma physics, Pergamon Press, 1986.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoe

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Timo Asikainen

**761617S: Numeerinen ohjelmointi, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tietää tavallisimmat numeeriset menetelmät funktioiden interpolointiin, integrointiin, derivointiin ja lineaaristen yhtälöryhmien ratkaisemiseen. Opiskelija osaa ratkaista symmetrisen matriisin ominaisarvot ja ominaisvektorit numeerisesti. Differentiaaliyhtälöiden tapauksessa opiskelija tietää erot alkuarvo- ja reunaehto-ongelmien välillä ja osaa valita sopivat menetelmät näiden ratkomiseen. Opiskelija osaa kirjoittaa tietokoneohjelmia numeeristen ongelmien ratkomiseen ja tietää yleisimmät matemaattiset kirjastot kuten Lapack ja GSL, ja osaa käyttää näitä apuna kirjoittaessaan ohjelmia.

**Sisältö:**

Funktioiden sarjakehitelmät, erikoisfunktiot, palautuskaavat, ortogonaalisten polynomien käyttö interpoloinnissa, numeerinen derivointi, funktion nollakohtien etsiminen, numeerinen integrointi, lineaariset yhtälöryhmät, matriisien numeerinen käsittely, ominaisarvot ja -vektorit, differentiaaliyhtälöiden ratkaiseminen ja Fourier muunnos. Kurssi sisältää viikoittaisia kotitehtäviä sekä kolme laajempaa projektityötä, joista tehdään työselostus. Selostuksissa esitetään annetun ongelman ratkaiseva algoritmi ja sitä käyttävän ohjelman lähdekoodi lopputuloksineen. Käytettävän ohjelmointikielen voi valita vapaasti, luennoilla käydään läpi esimerkkejä Fortran- ja Mathematica-kielillä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 26 h, 11 harjoitusta, 3 projektityötä

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Suositteluaan kurssien Fysiikan matematiikkaa, Differentiaaliyhtälöt, Lineaarialgebra I ja II ja vähintään Ohjelmoinnin perusteet suorittamista sekä kvanttimekaniikkaan tutustumista.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky and W. T. Vetterling: Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Kari Jänkälä

**761618S: Molekyylien kvanttimekaniikka, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Perttu Lantto

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parillinen vuosi) kevätlukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa monipuolisesti soveltaa kvanttimekaniikan ja ryhmäteorian formalismia molekyyliongelmiin, ymmärtää atomien ja molekyylien elektronirakenteen peruspiirteet, sekä tuntee elektronirakennelaskujen menetelmiä.

**Sisältö:**

Kurssi antaa välttämättömät pohjatiedot molekyyli-spektroskopian eri lajien ja/tai molekyylien, materiaalien ja nanorakenteiden elektronirakennelaskujen hyödyntämisestä kiinnostuneille opiskelijoille. Käsiteltävät asiat: pyörimisliike ja vedynkaltaiset atomit, impulssimomentti, ryhmäteoria, häiriöteoria, variaatioteoreema, molekyylien elektronirakenne, molekyylien elektronirakenteen laskeminen (kvanttikemia).

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 14 h demonstraatioita, 91 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Fysiikan, kemian ja materiaalitieteiden edistyneet perustutkinto-opiskelijat sekä aloittavat jatko-opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat. Aineenopettajaopiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Atomifysiikka 1 ja Kvanttimekaniikka 1 tai vastaavat tiedot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

P.W. Atkins and R.S. Friedman, "Molecular Quantum Mechanics", 5. painos, luvut 3 - 9, Oxford University Press, 2011.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoee tai loppukoe. Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 - 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Perttu Lantto

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

[Kurssin sivu](#)

**76664S: Dynaamisten prosessien NMR, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Anu Kantola

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**76663S: Laskennallinen fysiikka ja kemia, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Perttu Lantto

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (pariton vuosi) kevätlukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on perustiedot fysiikassa, kemiassa, bio- ja materiaalitieteissä käytettävistä mikroskooppisten systeemien tietokonesimulointimenetelmistä, hän ymmärtää niiden sovellusmahdollisuudet rajoituksineen ja osaa käyttää niitä monipuolisesti erilaisten ongelmien ratkaisemiseen.

**Sisältö:**

Kurssi rakentaa perustukset laskennallisen fysiikan ja kemian menetelmien jatko-opiskelulle ja niiden käyttämiselle tutkimuksessa. Käsiteltäviä asioita: äärellisten systeemien elektronirakenne, kiinteän aineen elektronirakenne, Monte Carlo - ja molekyyldynamiikkasimulaatiot, kvanttisimulaatiot.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 4 tietokoneharjoitustyötä, 103 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Fysiikan, kemian ja materiaalitieteiden edistyneet perustutkinto-opiskelijat sekä aloittavat jatko-opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Opintojaksot Atomifysiikka 1, Termofysiikka ja Molekyyliden kvanttimekaniikka tai vastaavat tiedot. Tietokoneiden käytön ja ohjelmoinnin perusteet.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja.

**Oppimateriaali:**

Luentomuistiinpanot lähteinään: Leach: Molecular Modelling: Principles and Applications, 2nd ed. (Prentice Hall, 2001). Jensen: Introduction to Computational Chemistry (Wiley, 1999). Allen and Tildesley: Computer Simulation of Liquids (Oxford, 1987). Atkins and Friedman: Molecular Quantum Mechanics, 4th ed. (Oxford, 2005). Thijssen: Computational Physics (Cambridge, 1999). Giordano and Nakanishi: Computational Physics, 2nd ed. (Pearson, 2006). Pang: An Introduction to Computational Physics, 2nd ed. (Cambridge, 2006). Hill, Subramanian, and Maiti: Molecular Modeling Techniques in Material Sciences, (CRC, Taylor&Francis, 2005).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoee tai loppukoe.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 - 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Perttu Lantto

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761668S/>

**761657S: Magnetosfäarifysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata magnetosfäärin syntymisen aurinkotuulen ja planeetan magneettikentän vuorovaikutuksena, selittää perustellusti magnetosfäärin rakenteen ja dynamiikan oleelliset ilmiöt ja tekijät, vertailla erilaisten magnetosfäärien välisiä eroja sekä soveltaa avaruusplasmoiden perusmenetelmiä magnetosfäärin ilmiöiden kuvaamiseen.

**Sisältö:**



Magnetosfääri syntyy planeetan sisäisen magneettikentän vuorovaikuttaessa aurinkotuulen ja sen mukana kulkevan interplanetaarisen magneettikentän kanssa. Tämä vuorovaikutus tekee magnetosfääristä komeetan pyrstön muotoisen magneettisen kuplan, jonka koko, muoto ja rakenne vaihtelevat jatkuvasti riippuen aurinkotuulen ja interplanetaarisen magneettikentän olosuhteista.

*Sisältö lyhyesti:* Magnetosfäärin muodostuminen, Chapman-Ferraro-malli, magnetosfäärin ulkoreuna, pyrstö ja nielu, magnetosfäärin plasma-alueet ja virtasysteemit, magneettikenttien rekonnektio, magnetosfääri-ionosfääri-kytkentä, magnetosfäärin dynamiikka (magneettinen aktiviteetti, revontulet, alimyrskyprosessi, magneettiset myrskyt), muut planeettakunnan magnetosfäärit.

#### **Järjestämistapa:**

Lähiopetus

#### **Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

#### **Kohderyhmä:**

Suosittelaaan avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

#### **Esitietovaatimukset:**

Edeltävinä opintoina suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet tai 761353A Plasmafysiikan perusteet tai vastaavia tietoja.

#### **Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

#### **Oppimateriaali:**

Osia kirjoista: H. Koskinen, Johdatus plasmafysiikkaan ja sen avaruussovellutuksiin. Limes, 2001; Prölss, Physics of the Earth's space environment, Springer, 2004; G. Parks, Physics of space plasmas. An introduction, Addison-Wesley, 1991; Kivelson-Russell, Introduction to space physics, Cambridge Univ. Press, 1995.

Luentomoniste: K. Mursula: Magnetosfäärifysiikka

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

#### **Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoee tai loppukoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

#### **Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

#### **Vastuuhenkilö:**

Timo Asikainen

#### **Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

#### **Lisätiedot:**

<https://wiki.oulu.fi/display/761657S/>

### **766656S: Heliosfäärifysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

#### **Laajuus:**

8 op

#### **Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

#### **Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata perustellusti Auringon koronan rakenteen, aurinkotuulen ja heliosfääriin magneettikentän synnyn, ominaisuudet ja ajallisen vaihtelun sekä heliosfääriin globaalin rakenteen. Opiskelija osaa soveltaa aurinkotuulen kiihdytystä ja heliosfääriin magneettikentän rakennetta kuvaavia fysikaalisia teorioita heliosfääriin ilmiöiden selittämiseen.

**Sisältö:**

Auringon magneettikentän hallitsemaa avaruutta kutsutaan heliosfääriksi, joka ulottuu planeettakunnan ulkopuolelle. Auringon magneettikenttää kuljettaa avaruuteen koronasta lähtevä hiukkasvuo, ns. aurinkotuuli. Aurinkotuulen ja magneettikentän ominaisuudet muuttuvat Auringon toiminnan mukaan ja vaikuttavat planeettojen magneettikenttiin ja ilmakehiin aiheuttaen mm. magneettisia myrskyjä. Sisältö lyhyesti: Aurinkotuulen ominaisuudet, Parkerin aurinkotuuliteoria, aurinkotuulen kiihdytys, heliosfääriin 3-dimensioinen rakenne, heliosfääriin virtalevy, korotoivat shokit, koronan massapurkaukset ja magneettiset pilvet, yhtyneet vuorovaikutusalueet, terminaatioshokki, heliopausi, Auringon magneettinen sykli ja sen vaikutus heliosfäärissä, Auringon pohjois-eteläinen epäsymmetria, avaruussää, avaruusilmasto. Kurssi on avaruusfysiikan yhden tärkeän tieteenalan peruskurssi.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Suosittelaa avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävänä opintona suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet tai 761353A Plasmafysiikan perusteet tai vastaavia tietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Osia kirjoista: Kivelson-Russell, Introduction to Space Physics, Cambridge Univ. Press, 1995; J.R. Jokipii et al, Cosmic winds and the heliosphere, Univ. Arizona, 1997; Pröls, Physics of the Earth's space environment, Springer, 2004; K. Scherer et al., The outer heliosphere: Beyond the planets, Copernicus, 2000.

Luentomoniste: K. Mursula: Heliospheric physics.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoe

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

prof. Kalevi Mursula ja Dr. Alex Mishev

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

Ensimmäiset luennot keskiviikkona 5.9. ja torstaina 6.9. klo 10.15. Kaikki luennot pidetään salissa B234.

<https://wiki.oulu.fi/display/766656S/>

**761649S: Revontulifysiikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa kuvata ja analysoida niiden fysikaalisten prosessien perusteet, jotka johtavat revontulien syntyyn yläilmakehässä. Lisäksi opiskelija osaa laskea aiheeseen liittyviä laskuja. Kurssin jälkeen opiskelija osaa kertoa alaan liittyvistä uusimmista tutkimustuloksista.

**Sisältö:**

Auringosta lähtee jatkuva varattujen hiukkasten virtaus sitä ympäröivään avaruuteen, ns. aurinkotuuli. Osa aurinkotuulen hiukkasista pääsee Maan magnetosfäärin sisäpuolelle, saa siellä lisää energiaa ja syöksyy lopulta korkeiden leveysasteiden yläilmakehään eli ionosfääriin. Kun varatut hiukkaset (etupäässä elektronit) törmäilevät ilmakehän hiukkasten kanssa ja virittävät niitä ylemmille energiatiloille, syntyy valoa, joka nähdään revontulina (aurora borealis). Revontulifysiikan kurssilla tarkastellaan revontulien syntyyn liittyviä fysikaalisia prosesseja sekä ionosfäärissä että magnetosfäärissä.

*Sisältö lyhyesti:* Neutraali-ilmakehä, revontulhiukkasten aiheuttama ilmakehän atomien ja molekyylien ionisaatio, viritukset ja optiset emissiot. Revontulten morfologia. Magnetosfääri-ionosfäärikytkentä ja sähkövirrat. Revontulhiukkasten kiihdytysmekanismit ja revontulien sähködynamiikka. Magnetohydrodynaamiset aallot, erityisesti Alfvén-aallot. Aurinkotuulen energian siirtyminen magnetosfääriin ja magnetosfäärin alimyrskyt.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

36 h luentoja, 12 h laskuharjoituksia, 112 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Pääasiassa fysiikan opiskelijat, joiden erikoisalana on avaruusfysiikka. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävinä opintoina suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet ja 761658S Ionosfäärifysiikka.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

A. Aikio: Auroral Physics, joka on saatavilla kurssin web-sivulta. Lisämateriaalia löytyy oppikirjoista: M.H. Rees: Physics and chemistry of the upper atmosphere (Cambridge, 1989), G. Paschmann, S. Haaland and R. Treumann (Eds.): Auroral Plasma Physics (Kluwer Academic Publishers 2003), Baumjohann and Treumann: Basic Space Plasma Physics (Imperial College Press, 1997). Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Anita Aikio

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/761649S/>

**766655S: Kosmiset säteet, 8 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata perustellusti kosmisten säteiden ominaisuudet, alkuperän, ajallisen vaihtelun, ilmakehävaikutukset ja kokeelliset menetelmät, sekä osaa soveltaa kosmisten säteiden kiihdytystä ja modulaatiota kuvaavia fysikaalisia teorioita kosmisten säteiden ominaisuuksien selittämiseen.

**Sisältö:**

Kosmiset säteet ovat energeettisiä hiukkasia, jotka voivat läpäistä ilmakehän ja Maan magneettikentän suojan ja aiheuttaa hiukkassäteilyä maanpinnalla. Kosmiset säteet saavat suuren energiansa esim. supernovien shokeissa ja Auringon purkauksissa. Kosmisten hiukkasten avulla saadaan tietoa Auringosta, heliosfääristä ja kaukaisesta avaruudesta.

*Sisältö lyhyesti:* Kosmisten säteiden komponentit, galaktisten kosmisten säteiden koostumus, energiaspektri ja alkuperä, kosmisten säteiden kiihdytys, Auringon kosmiset säteet ja niitä tuottavat soihdipurkaukset ja koronan massapurkaukset, kosmisten säteiden modulaatio heliosfäärissä, Parkerin teoria, kosmisten säteiden ajallinen vaihtelu, kosmisten säteiden reaktiot ilmakehässä ja mahdollinen ilmastovaikutus, kosmisten säteiden havaitseminen Oulussa ja muualla.

Kurssi on avaruusfysiikan yhden tärkeän tieteenalan peruskurssi.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, 149 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Edeltävänä opintona suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet tai 761353A Plasmafysiikan perusteet tai vastaavia tietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Osia kirjoista: T.K. Gaisser, Cosmic rays and particle physics, Cambridge Univ. Press; P.K.F. Grieder, Cosmic rays at the Earth, Elsevier, 2001.

Luentomoniste: K. Mursula ja Ilya Usoskin: Cosmic rays.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa [tästä linkistä](#).

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Ilya Usoskin

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766655S/>

**761620S: Molekyyliden ominaisuudet, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Vaara, Juha Tapani

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op / 133 tuntia opiskelijan työtä

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka toinen vuosi (parittomat vuodet) kevätlukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija ymmärtää kokeellisten (spektroskooppisten) ja laskennallisten (elektronirakenteeseen perustuvien) tutkimusmenetelmien kvanttimekaaniset perusteet, sovellettuna molekyyleihin kaasu-, neste- ja kiinteässä olomuodossa.

**Sisältö:**

Molekyyliden pyöriminen ja värähtely, elektroniset siirtymät, sähköiset, optiset ja magneettiset molekyyliminisuudet.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 14 h demonstraatioita, kaksi tietokoneharjoitusta, 109 h itsenäistä opiskelua

**Kohderyhmä:**

Fysiikan, kemian ja materiaalitieteiden edistyneet perustutkinto-opiskelijat sekä aloittavat jatko-opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

Pohjatiedot: Atomifysiikan ja Termofysiikan aineopintojaksot, 761679S Molekyyliden kvanttimekaniikka, tai vastaavat tiedot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

P.W. Atkins and R.S. Friedman, "Molecular Quantum Mechanics", 5. painos, luvut 10 - 13, Oxford University Press, 2011. Luentomuistiinpanot.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Päätekoe tai loppukoe.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 - 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Juha Vaara

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

<https://wiki.oulu.fi/display/766660S>

Luennoidaan ensimmäisen kerran keväällä 2019

**76665S: Atomifysiikka 2, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti (tai suomi, osallistujista riippuen)

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson jälkeen opiskelija osaa kuvailla modernin atomien laskennallisen tutkimuksen periaatteet, erityisesti Hartree-Fock -tyyppisten menetelmien käytön ja pystyy tulkitsemaan atomien spektrien yleispiirteet käytettyjen fysikaalisten periaatteiden avulla. Opiskelija osaa periaatteet olemassa olevien koodien käytöstä yksinkertaisten atomirakennelaskujen tekemistä varten.

**Sisältö:**

Tavoitteena on muodostaa opiskelijoille 766326A Atomifysiikan opintojaksoa selkeästi syvällisempi näkemys monielektronisten atomien rakenteesta, elektronien välisistä vuorovaikutuksista sekä dynamiikasta. Kvanttimekaniikan formalismeja sovelletaan monielektronisten atomien kvantttilojen ja elektronisten siirtymien kuvaamiseen, sekä tutustutaan ohjelmistoihin, joilla käytännön laskuja voidaan toteuttaa. Kurssilla suoritetaan mallilaskuja, ja verrataan tuloksia kokeellisiin arvoihin. Näin halutaan tutustuttaa opiskelija siihen, miten tutkimus etenee: tietoa atomin rakenteesta tarkennetaan käyttäen laskennallisia ja kokeellisia menetelmiä rinnakkain.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 20 h harjoituksia, 134 h itsenäistä opiskelua.

**Kohderyhmä:**

Ensisijaisesti fysiikan tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opintojaksolle voivat osallistua myös muut Oulun yliopistossa opiskelevat opiskelijat.

**Esitietovaatimukset:**

766326A Atomifysiikka 1 ja 763312A Kvanttimekaniikka I

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: B.H. Bransden, C.J. Joachain: "Physics of atoms and molecules", luennoilla jaetaan lisämateriaalia.

Kurssikirjojen saatavuuden voi tarkastaa tästä linkistä.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tentti, joka on toteutettu (sopimuksen mukaan) suullisena.

Lue lisää opintosuoritusten arvostelusta yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu : <https://noppa.oulu.fi/noppa/kurssi/761671s/esite>

**761615S: Fysiikan laboratoriotyöt 3, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi, englanti

**Leikkaavuudet:**

761315A	Fysiikan laboratoriotyöt 3	5.0 op
766308A	Fysiikan laboratoriotyöt 3	2.0 op

Ei opintojaksokuvauksia.

**766681S: Työharjoittelu, 3 - 10 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2018 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Työharjoittelu

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Vastuuhenkilö:**

Aineenopettajan suuntautumisvaihtoehdon harjoittelut: Saana-Maija Huttula

Muut suuntautumisvaihtoehdot: Lauri Hautala

**Lisätiedot:**

FM-tutkinto voi sisältää useita työharjoitteluja, eikä niiden määrää tutkinnossa ole rajoitettu. Työharjoittelun voi sisällyttää FM-tutkinnon pääaineen opintoihin, pääaineen vapaavalintaisista syventävistä kursseista se voi korvata max. 5 op:n verran.

Yhden päätoimisen harjoittelukuukauden opintopistevastaavuus on pääsääntöisesti 1,5 op (Yksi harjoitteluk = 1,5 op). Työharjoittelusta saatavaa opintopistemäärää voi perustellusta syystä opintojakson vastuuhenkilö lisätä muulla lisätyöllä, esim. laajennetulla harjoitteluraportilla. Mikäli opiskelija suorittaa useita harjoitteluja, niiden opintopisteytys arvioidaan sen mukaan kuinka paljon ne antavat opiskelijalle uutta osaamista. Samoin pitkäkestoisen harjoittelun opintopisteytys katsotaan tapauskohtaisesti arvioiden työssä opittujen taitojen määrää, ei harjoittelun ajallista pituutta.

Työharjoittelusta **tulisi sopia etukäteen** Työharjoittelu –opintojakson vastuuhenkilön kanssa, jolloin voidaan alustavasti sopia harjoittelusta saatavien opintopisteiden määrä. Lopullinen opintopistemäärä arvioidaan työtodistuksen sekä opiskelijan tuottaman harjoitteluraportin perusteella.

**766676S: Fysiikan tutkimusprojekti, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2017 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija on kartuttanut kokemustaan osallistumalla tieteelliseen tutkimustyöhön ja hänellä on sen ansiosta syvällisempi näkemys ko. fysiikan osa-alueesta.

**Sisältö:**

Projekti perehdyttää opiskelijan kokeelliseen ja/tai teoreettiseen tutkimustoimintaan sekä tulosten raportointiin.

**Järjestämistapa:**

130 h itsenäistä opiskelua

**Toteutustavat:**

Pohjana ovat yhden syventävän opintojakson luennot ja laskuharjoitukset (6-10 op). Tämän opintojakson alalta suoritetaan mittauksia ja/tai mittaustulosten käsittelyä sekä laaditaan kirjallinen yhteenveto.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan FM-tutkinnossa.

**Esitietovaatimukset:**

Sen syventävän opintojakson, johon tutkimusprojekti pohjautuu, olisi hyvä olla hyväksytysti suoritettuna.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintoihin.

**Oppimateriaali:**

Ei oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Raportin kirjoittaminen

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuhenkilö:**

Projektin pohjana olevan syventävän opintojakson luennoitsija

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

Sekä projekti (6 op) että pohjana oleva kurssi kirjataan opintosuoritusrekisteriin erikseen.

## 761686S: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kirjoittaa pro gradu -tutkielmastaan selkeän tiivistelmän.

**Sisältö:**

Opiskelija esittelee ja analysoi pro gradu -tutkielmansa aineistoa, tutkimusmenetelmiä ja tuloksia. Tiivistelmän tulee mahtua yhdelle sivulle.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**



Itsenäinen työskentely

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena FM-tutkintoon fysiikassa.

**Esitietovaatimukset:**

Tehdään pro gradu -tutkielman valmistumisen jälkeen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Ei oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kypsyysnäytteen kirjoittaminen

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksyty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**Työelämäyhteistyö:**

Ei

## 761684S: Pro gradu -tutkielma, 20 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan ala

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

20 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai englanti

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on saada valmiudet kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten kriittiseen arviointiin ja raportointiin.

**Sisältö:**

Joltakin fysiikan erikoisalalta laadittava, ensisijaisesti kirjallisuuden käyttöön perustuva tutkielma, jonka laajuus on noin 50 sivua. Tutkielman aiheita saa laitoksen tutkimusryhmien vanhemmilta jäseniltä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Opiskelija perehtyy itsenäisesti ja ohjattuna johonkin fysiikan osa-alueeseen ja laatii oman tutkimustyönsä perusteella tutkielman. 533 h itsenäistä opiskelua.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen aineenopettajaksi opiskeleville FM-tutkinnossa ja ns. sivulaudaturia varten.

**Esitietovaatimukset:**

Ei erityisiä esitietovaatimuksia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaihtoehtoisia tai samanaikaisesti suoritettavia opintojaksoja

**Oppimateriaali:**

Ei oppimateriaalia

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Tutkielman kirjoittaminen

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**Arviointiasteikko:**

Numeerinen arviointiasteikko 0 – 5, missä 0 = hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**Työelämäyhteistyö:**

Ei sisällä työharjoittelua

**Lisätiedot:**

Huom. Vain 35 op:n laajuinen pro gradu -tutkielma antaa jatkokoulutuskelpoisuuden. Suppeampaa gradua joutuu täydentämään ennen jatko-opintoja.

Aineenopettaja ei voi korvata pakollisia syventäviä kursseja tekemällä 35 op:n laajuisen pro gradu -tutkielman.

<https://wiki oulu.fi/display/761684S/>