

# Opasraportti

## LuTK - Fysikaaliset tieteet 2008 - 2009 (2008 - 2009)

### Fysikaalisten tieteiden koulutusohjelma

Haluatko Sinä tutkia satelliittien avulla Auringon muuttumista ja sen vaikutusta Maahan, mallintaa ionosfääriä ja revontulia, pureutua aineen rakenteeseen, tutkia nestekiteitä tai lasereita, etsiä pohjavettä, löytää taloudellisesti merkittäviä malmiesiintymiä tai jopa timantteja, selvittää miten ja miksi mannerlaatat liikkuvat, ymmärtää mitä suprajohtavuus on, tietää enemmän sydämesi sykkeestä, opiskella lääketieteen tekniikkaa, tutkia galakseja ja maailmankaikkeutta tai oppia opettamaan ja havainnollistamaan fysiikkaa? Mm. näihin fysiikan osa-alueisiin Sinulla on mahdollisuus paneutua syvällisemmin aloitettuaasi opinnot fysikaalisten tieteiden koulutusohjelmassa. Pääaineeksi voit valita **fysiikan, teoreettisen fysiikan, tähtitieteen, biofysiikan tai geofysiikan**. Nämä ovat eksakteja luonnontieteitä, joille on ominaista matemaattisten menetelmien käyttö. Voit myös erikoistua aineenopettajaksi tai valita suuntautumisvaihtoehdoksesi fysiikan tietotekniikan.

**Fysiikka** (tutkimusaloina avaruusfysiikka, elektronispektroskopia, NMR-spektroskopia tai IR-spektroskopia ja optiikka) pääaineenaan valmistuneista on tullut tutkijoita korkeakouluihin, observatorioihin ja tutkimuslaitoksiin kotimaassa ja ulkomailla. Avaruusfysiikkoja on sijoittunut mm. SGO:on, Ilmatieteen laitokselle, Euroopan Avaruusjärjestö ESA:an sekä amerikkalaisiin alan tutkimuslaitoksiin. Monet valmistuneet ovat suunnittelijoina, tutkijoina, tuotekehittäjinä ja johtajina yrityksissä ja teollisuuslaitoksissa. Soveltavan tutkimuksen piirissä ja palvelutehtävissä heitä toimii sairaaloissa, työterveyslaitoksissa, Valtion teknillisessä tutkimuslaitoksessa, Säteilyturvakeskuksessa, Ilmatieteen laitoksessa ja Puolustusvoimissa. Valmistuneita tapaa myös ATK-asiiantuntijoina sekä erilaisissa tehtävissä tietotekniikan yritysten palveluksessa. Opettajafysikot toimivat kouluttamisen ammattilaisina peruskouluissa, lukioissa, opistoissa, ammattioppilaitoksissa ja ammattikorkeakouluissa sekä yliopistoissa.

**Teoreettista fysiikkaa tai tähtitiedettä** pääaineenaan opiskelleet ovat sijoittuneet erilaisiin tutkimus- ja opetustehtäviin sekä tietotekniikan alalle, tähtitieteilijät esimerkiksi ESA:n (European Space Agency) tai ESO:n (European Southern Observatory) palvelukseen ulkomailla. Aineenopettajaksi voi valmistua myös teoreettinen fysiikka tai tähtitiede pääaineena.

**Biofysiikassa** opiskellaan biologisten systeemien eksaktia tutkimusta. Biofysiikoista tulee fyysikkoasiiantuntijoita biofysiikkaan liittyvän tutkimuksen ja tuotekehityksen alalle. Tehtäväkenttä on tyypillisesti signaalianalyysin, mallintamisen ja biologisen mittaustekniikan alalla. Työnantajina voivat olla yritykset (esim. Oulun alueella toimivat korkean teknologian yritykset), yliopistot, ympäristöhallinto ja sairaalat. Opiskelun aikana voi erikoistua solujen ja molekyylien biofysiikkaan tai lääketieteelliseen tekniikkaan liittyvään biofysiikkaan.

**Geofysiikassa** opiskellaan maapallon eri osien fysikaalisia ominaisuuksia ja niiden ajallisia ja paikallisia muutoksia. Geofysiikoita on tutkijoina korkeakouluissa, geotieteellisissä tutkimuslaitoksissa ja geofysiikan observatorioissa niin kotimaassa kuin ulkomailla. Sovelletusta geofysiikasta valmistuneita työskentelee mm. Geologian tutkimuskeskuksessa, Posivassa, Ilmatieteen laitoksessa, Puolustusvoimissa, ympäristökeskuksissa sekä geologisten luonnonvarojen (pohjavesi, rakennuskivet, malmit, mineraalit, öljy) etsintään ja hyödyntämiseen, geotekniikkaan ja kalliorakentamiseen sekä teiden rakentamiseen keskittyvissä yrityksissä. Geofysiikoita on myös tietotekniikan asiiantuntijoina niin IT-alan yrityksissä kuin valtionhallinnossa. Geofysiikkaa pääaineenaan opiskelleita toimii myös aineenopettajina lukioissa ja ammattikorkeakouluissa.

**Fysiikan tietotekniikan** suuntautumisvaihtoehdossa voi valita syventymiskohteeksi tietoliikennetekniikan, ohjelmistotekniikan tai laskennallisen fysiikan. Valmistuvalla maisterilla on siten monipuolinen koulutus laajalle ammatilliselle tehtäväalueelle esimerkiksi tietoliikenne- ja tietotekniikan suunnittelu-, kehitys- ja koulutustehtävissä elektroniikkateollisuudessa ja monilla ATK-aloilla nopeasti kehittyvässä tietoyhteiskunnassa.

Monipuoliset suuntautumisvaihtoehdot fysikaalisten tieteiden sisällä sekä erilaisten sivuaineiden valintamahdollisuus tuovat opintoihin joustavuutta ja lisäävät työelämään sijoittumismahdollisuuksia.

Katso [Tutkimus](#)

## Koulutus

Koulutusohjelman 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. Luonnontieteiden kandidaatin tutkinto antaa tiedolliset valmiudet jatkaa opintoja maisterin tutkintoon saakka. Koulutusohjelmasta 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 koulutusohjelman asettamissa rajoissa osaamisprofiilinsa muodostumiseen. Hänestä kehittyy alastaan kiinnostunut asiantuntija, joka osaa suhtautua kriittisesti ja ennakkoluulottomasti oman alansa uudistumiseen ja kehittymiseen.

Katso [Tutkinnon rakenne](#)

Katso **tarkempi tutkinnon rakenne** eri pääaineissa ja maisteriopintojen suuntautumisvaihtoehdoissa:

- [Avaruusfysiikan suuntautumisvaihtoehto](#)
- [Atomi-, molekyyli- ja materiaalfysiikan suuntautumisvaihtoehto](#)
- [Fysiikan tietotekniikan suuntautumisvaihtoehto](#)
- [Aineenopettajan suuntautumisvaihtoehto](#)
- [Teoreettisen fysiikan suuntautumisvaihtoehto](#)
- [Tähtitieteen suuntautumisvaihtoehto](#)
- [Biofysiikan suuntautumisvaihtoehto](#)
- [Geofysiikan suuntautumisvaihtoehto](#)

Katso tarkemmin sivuaineopinnoista ja -kokonaisuuksista:

- [Opintokokonaisuudet sivuaineopiskelijoille](#)
- [Teknillisen tiedekunnan opiskelijoille tarkoitetut opintojaksot ja -kokonaisuudet](#)

Katso yleisiä ohjeita [Kuulustelut ja arvosanat](#)

Katso tarkemmin [Opetuksen aikataulut ja tenttikalenterit](#)

Yhteystietoja löydät: [Henkilökuntaa](#)

## FYSIKAALISTEN TIETEIDEN KOULUTUSOHJELMAN OPINTOJAKSOLUETTELO:

### Fysiikan opintojaksot

#### *Yleisopintoja*

- 761011Y Orientoivat opinnot (2 op)
- 761013Y Pienryhmäohjaus (2 op)
- 030005P Tiedonhankintakurssi (1 op)

#### *Fysiikan yleiset opinnot*

- 761112P Fysikaalisen maailmankuvan kehittyminen (3 op)
- 766115P Fysikaalisten tieteiden esittely (1 op)

- 763102P Johdatus suhteellisuusteoriaan (3 op)  
761117P Säteilyfysiikka (2 op)

### **Fysiikan perusopinnot**

- 761105P Atomi- ja ydinfysiikka (3 op)  
766107P Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt (6 op)  
763101P Fysiikan matematiikkaa (6 op)  
761121P Fysikaaliset mittaukset I (3 op)  
761102P Lämpöoppi (2 op)  
761101P Perusmekaniikka (4 op)  
761103P Sähkö- ja magnetismioppi (4 op)  
761104P Yleinen aaltoliikeoppi (3 op)

### **Fysiikan aineopinnot**

- 766329A Aaltoliike ja optiikka (6 op)  
763333A Aineen rakenne I (4 op)  
766334A Aineen rakenne II (2 op)  
766326A Atomifysiikka (6 op)  
766355A Avaruusfysiikan perusteet (5 op)  
761322A Elektroniikan perusteet (5 op)  
761308A Fysiikan harjoitustyöt (4 op)  
766309A Fysiikan ja kemian demonstraatiot (2 op)  
766338A Fysiikkaa aineenopettajille (4 op)  
761386A Kypsyysnäyte (0 op)  
766323A Mekaniikka (7 op)  
761353A Plasmafysiikan perusteet (5 op)  
761385A Seminaari ja LuK-tutkielma (10 op)  
766320A Soveltava sähkömagnetiikka (6 op)  
764359A Spektroskooppiset menetelmät (5 op)  
766321A Sähkömagnetismi I (4 op)  
766322A Sähkömagnetismi II (4 op)  
766328A Termofysiikka (6 op)  
761337A Työharjoittelu (3-6 op)

### **Fysiikan syventävät opinnot:**

#### ***Pakolliset fysiikan syventävät opinnot***

- 766651S Fysiikan tutkimusprojekti (6 op)  
763612S Kvanttimekaniikka I (10 op)  
761686S Kypsyysnäyte (0 op)  
761683S Pro gradu -tutkielma (35 op)  
761684S Pro gradu -tutkielma (20 op)

#### ***Valinnaiset fysiikan syventävät opintojaksot:***

#### **Yleinen ryhmä**

- 761644S Fysikaaliset mittaukset II (6 op)  
761668S Laskennallinen fysiikka (6 op)  
761632S Sähkömagneettinen säteily (6 op)  
761645S Tutkimustyön perusteet (6 op)

#### **Avaruusfysiikan suuntautumisvaihtoehto (A)**

- 766654S Aurinkofysiikka (8 op)  
761648S Epäkoherentin sirontatutkan perusteet (8 op)  
766656S Heliosfäärifysiikka (8 op)  
763654S Hydrodynamiikka (6 op)  
761658S Ionosfäärifysiikka (8 op)  
766655S Kosmiset säteet (8 op)  
761657S Magnetosfäärifysiikka (8 op)  
761653S Plasmafysiikka (8 op)  
761649S Revontulifysiikka (6 op)

#### **Atomi-, molekyyli- ja materiaalfysiikan suuntautumisvaihtoehto**

*Erikoistumisala B: IR-spektroskopia ja optiikka**Erikoistumisala C: NMR-spektroskopia*

- 761666S Fourier-muunnokset ja niiden sovellutukset (6 op)
- 761662S Infrapunaspektroskopia (8 op)
- 761670S Kiinteän aineen NMR-spektroskopia (6 op)
- 761664S Laserfysiikka (6 op)
- 761661S Molekyylifysiikka (6 op)
- 766661S NMR-kuvaus (6 op)
- 761663S NMR-spektroskopia (8 op)
- 761669S NMR-spektroskopian sovellukset (6 op)
- 761665S Optiikka (8 op)

**Atomi-, molekyyli- ja materiaalfysiikan suuntautumisvaihtoehto***Erikoistumisala D: Elektronispektroskopia*

- 761671S Atomifysiikan jatkokurssi (8 op)
- 761650S Atomifysiikan sovellutukset (6 op)
- 761673S Elektroni- ja ionispektroskopia (8 op)
- 766648S Elektronispektroskopian jatkokurssi (8 op)
- 766646S Kvanttimekaniikan sovelluksia spektroskopiassa (6 op)
- 766647S Quantum Information (6 op)
- 761672S Röntgenfysiikka (6 op)
- 761675S Laser- ja synkrotronisäteilyfysiikka (6 op)

**Teoreettisen fysiikan opintojaksot****Teoreettisen fysiikan perusopinnot**

- 763114P ATK I Ohjelmoinnin perusteet (4 op)
- 763101P Fysiikan matematiikkaa (6 op)
- 763102P Johdatus suhteellisuusteoriaan (3 op)

**Teoreettisen fysiikan aineopinnot**

- 763333A Aineen rakenne I (4 op)
- 763310A Analyyttinen mekaniikka (6 op)
- 763315A ATK II Numeerinen mallintaminen (4 op)
- 763312A Kvanttimekaniikka I (10 op)
- 763313A Kvanttimekaniikka II (10 op)
- 763385A Kypsyysnäyte (0 op)
- 763330A LuK-tutkielma (aine ja seminaari) (10 op)
- 763311A Matemaattiset apuneuvot (6 op)

**Teoreettisen fysiikan syventävät opinnot**

- 763641S ATK III Tieteellinen ohjelmointi (6 op)
- 763616S ATK IV Numeerinen ohjelmointi (6 op)
- 763621S Hiukkasfysiikan perusteet (10 op)
- 763654S Hydrodynamiikka (6 op)
- 763625S Kenttäteoria (10 op)
- 763629S Klassinen kenttäteoria (6 op)
- 763628S Kondensoidun materian fysiikka (10 op)
- 763622S Kvanttimekaniikan jatkokurssi (10 op)
- 763612S Kvanttimekaniikka I (10 op)
- 763693S Kvanttioptiikkaa sähköisissä piireissä (6 op)
- 763685S Kypsyysnäyte (0 op)
- 763694S Materiaalfysiikan menetelmiä (6 op)
- 763624S Monte Carlo- ja simulaatiomenetelmät (6 op)
- 763682S Pro gradu -tutkielma (20 op)
- 763683S Pro gradu -tutkielma (35 op)
- 763620S Statistinen fysiikka (10 op)
- 763645S Suprajohtavuus (6 op)
- 763698S Syventävä erikoiskurssi (6 op)
- 763699S Syventävä erikoiskurssi (10 op)
- 763626S Sähköheikot vuorovaikutukset (10 op)
- 763696S Sähköiset kuljetusilmiöt mesoskooppisissa rakenteissa (6 op)

- 763650S Työharjoittelu (3 op)  
763695S Yleinen suhteellisuusteoria (6 op)

## Tähtitieteen opintojaksot

### Perusopinnot tähtitieteessä

- 765135P ATK tähtitieteessä (4 op)  
766107P Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt (6 op)  
765101P Johdatus tähtitieteeseen I (4 op)  
765102P Johdatus tähtitieteeseen II (8 op)  
765106P Tähtitieteen historia (3 op)

### Aineopinnot tähtitieteessä

- 765334A Cum laude -työt (4-8 op)  
765330A Galaksit ja kosmologia (5 op)  
765357A Kypsyysnäyte (0 op)  
765356A LuK-tutkielma (aine ja seminaari) (10 op)  
765303A Planetologia I (5 op)  
765339A Planetologia II (5 op)  
765304A Taivaanmekaniikka (5 op)  
765373A Teoreettinen astrofysiikka (7 op)  
765366A Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä (5 op)  
765343A Tähtien rakenne ja evoluutio (8 op)  
765336A Tähtitieteen havaintomenetelmät (5 op)  
765394A Erikoiskurssi  
765385A Vierailevan luennoitsijan antama kurssi (4-6 op)

### Syventävät opinnot tähtitieteessä

- 765638S Areologia (6 op)  
765671S Gasdynamics and interstellar medium (8 op)  
765657S Kypsyysnäyte (0 op)  
765661S Linnunradan rakenne ja kinematiikka (6 op)  
765677S Meteoriiitit (4 op)  
765645S Planeettojen kartoitus (4 op)  
765624S Pro gradu -tutkielma (35 op)  
765621S Pro gradu -tutkielma (20 op)  
765676S Radiative Processes in Astrophysics (8 op)  
765648S Relativistic Astrophysics (8 op)  
765609S Selenologia (6 op)  
765637S Terrestristen planeettojen basalttinen vulkanismi (6 op)  
765673S Theoretical astrophysics (7 op)  
765617S Tietokonesimulaatiot (5 op)  
765666S Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä (5 op)  
765655S Tutkimusprojekti/Työharjoittelu (6 op)  
765643S Tähtien rakenne ja evoluutio (8 op)  
765608S Tähtijärjestelmien dynamiikka (7 op)  
765660S Törmäyskraaterit (4 op)  
765683S Venus: geologiaa ja geofysiikkaa (6 op)  
765694S Erikoiskurssi (4-10 op)  
765693S Muualla suoritettu opintojakso tähtitieteessä  
765692S Vierailevan luennoitsijan antama kurssi (4-6 op)

## Biofysiikan opintojaksot

### Biofysiikan perusopinnot

- 764162P Johdatus biofysiikkaan (5 op)  
764115P Solujen biofysiikan perusteet (2 op)  
764117P Säteilifysiikka, biologia ja -turvallisuus (3 op)

### Biofysiikan aineopinnot

- 764325A Biofysiikan harjoitustyöt (5 op)  
764364A Biosysteemien analyysi (4 op)

- 764395A Kypsyysnäyte (0 op)
- 764306A LuK-tutkielma ja seminaari (10 op)
- 764369A Lääkintälaitetekniikka (3 op)
- 764338A Neurotieteen perusteet (5 op)
- 764323A Solukalvojen biofysiikka (6 op)
- 764359A Spektroskooppiset menetelmät (5 op)
- 764317A Säteilyfysiikka, biologia ja -turvallisuus (3 op)
- 764337A Työharjoittelu (3-9 op)
- 764327A Virtuaaliset mittausympäristöt (5 op)

### **Biofysiikan syventävät opinnot**

- 764660S Bioelektroniikka (4 op)
- 764626S Biofysiikan syventävät harjoitustyöt (5 op)
- 764651S Biofysiikan tutkimusprojekti ja seminaari (10 op)
- 764631S Bioprosessien dynamiikka (4 op)
- 764668S Biosysteemien simulointi (4 op)
- 764620S Hemodynamiikka (4 op)
- 764680S Hermoston tiedonkäsittely (5 op)
- 764640S Intraselulaariset rekisteröinnit (3 op)
- 764695S Kypsyysnäyte (0 op)
- 764628S Lineaaristen ja epälineaaristen systeemien identifiointi (8 op)
- 764633S Lääketieteellinen fysiikka (4 op)
- 764619S Molekyylien biofysiikka (4 op)
- 764638S Neurotieteen perusteet (5 op)
- 764641S Patch-clamp tekniikat (3 op)
- 764697S Pro gradu -tutkielma (35 op)
- 764606S Vuosittain vaihtuva aihe (3-9 op)

### **Geofysiikan opintojaksot**

#### **Yleisopinnot**

- 762085Y Orientoivat opinnot (2 op)
- 762086Y Pienryhmäohjaus (2 op)

#### **Perusopinnot**

- 766107P Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt (6 op)
- 762196P GIS geotieteissä (5 op)
- 762193P Hydrologian perusteet (4 op)
- 762135P Johdatus globaaliin ympäristögeofysiikkaan (5 op)
- 762192P Johdatus kiinteän maan geofysiikkaan (5 op)
- 762102P Maa- ja kallioperän geofysikaaliset tutkimusmenetelmät (8 op)
- 762187P Tiedonhankinta ja tieteellinen kirjoittaminen geofysiikassa (2 op)

#### **Aineopinnot**

- 762332A Aerogeofysiikka (3 op)
- 762303A Geofysikaaliset kentät (8 op)
- 762322A Geomagnetismi (5 op)
- 762315A Kaukokartoitus (5 op)
- 762379A Kypsyysnäyte (0 op)
- 762304A Mittausaineiston käsittely (6 op)
- 762361A Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa kotimaassa suoritettavat kurssit
- 762363A Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa ulkomailla suoritettavat kurssit
- 762382A Opinnäyte (LuK-tutkielma ja esitelmä) (10 op)
- 762327A Petrofysiikka (5 op)
- 762321A Seismologia ja maan rakenne (5 op)

#### **Syventävät opinnot**

- 762627S Aika-alueen sähkömagneettiset tutkimusmenetelmät (3 op)
- 762629S Fennoskandian kallioperän geofysikaaliset ominaisuudet (4 op)
- 762662S Geofysiikan erikoisluennot
- 762660S Ice & Snow Physics & Chemistry & Glaciology (3 op)
- 762679S Kypsyysnäyte (0 op)
- 762624S Maa- ja kallioperän sähköiset tutkimukset (5 op)

762628S Maan termiset prosessit (5 op)  
 762616S Maatutkaluotaus (5 op)  
 762625S Magnetotelluriikka (5 op)  
 762636S Matalaseismiset luotaukset (6 op)  
 762661S Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa kotimaassa suoritettut kurssit  
 762663S Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa ulkomailla suoritettut kurssit  
 762681S Opinnäyte (pro gradu -tutkielma ja esitelmä) (35 op)  
 762684S Opintoretki (2 op)  
 762612S Painovoima- ja magneettiset menetelmät (5 op)  
 762644S Sovelletun geofysiikan maastokurssi (6 op)  
 762630S Sähkömagneettisten kenttien mallintaminen (5 op)  
 762611S Sähkömagneettisten mittausten teoria (5 op)  
 762605S Tulkintateoria (6 op)  
 762652S Työharjoittelu (6 op)  
 762617S VLF-menetelmä (5 op)

## Tutkintorakenteisiin kuulumattomat opintokokonaisuudet ja -jaksot

763114P: ATK I Ohjelmoinnin perusteet, 4 op  
 763315A: ATK II Numeerinen mallintaminen, 4 op  
 763616S: ATK IV Numeerinen ohjelmointi, 6 op  
 765135P: ATK tähtitieteessä, 2 op  
 766329A: Aaltoliike ja optiikka, 6 op  
 762332A: Aerogeofysiikka, 3 op  
 762627S: Aika-alueen sähkömagneettiset tutkimusmenetelmät, 3 op  
 763333A: Aineen rakenne I, 4 op  
 766334A: Aineen rakenne II, 2 op  
 763310A: Analyttinen mekaniikka, 6 op  
 765638S: Areologia, 6 op  
 765336A: Astronomical observing techniques, 5 op  
 761105P: Atomi- ja ydinfysiikka, 3 op  
 761671S: Atomifysiikan jatkokurssi, 8 op  
 761650S: Atomifysiikan sovellutukset, 6 op  
 766326A: Atomifysiikka 1, 6 op  
 766654S: Aurinkofysiikka, 8 op  
 766355A: Avaruusfysiikan perusteet, 5 op  
 764660S: Bioelektroniikka, 5 op  
 764325A: Biofysiikan harjoitustyöt, 5 op  
 764162P: Biofysiikan perusteet, 3 op  
 764626S: Biofysiikan syventävät harjoitustyöt, 5 op  
 764651S: Biofysiikan tutkimusprojekti ja seminaari, 10 op  
 764631S: Bioprosessien dynamiikka, 4 op  
 764364A: Biosysteemien analyysi, 6 op  
 764668S: Biosysteemien simulointi, 5 op  
 765334A: Cum laude -työt, 4 - 8 op  
 761673S: Elektroni- ja ionispektroskopia, 8 op  
 761322A: Elektroniikan perusteet, 5 op  
 766648S: Elektronispektroskopian jatkokurssi, 8 op  
 761648S: Epäkoherentin sirontatutkan perusteet, 8 op  
 765394A: Erikoiskurssi, 7 op  
 765694S: Erikoiskurssi, 7 op  
 762629S: Fennoskandian kallioperän geofysikaaliset ominaisuudet, 4 op  
 761666S: Fourier-muunnokset ja niiden sovellutukset, 6 op  
 761308A: Fysiikan harjoitustyöt, 4 op  
 766309A: Fysiikan ja kemian demonstraatiot, 2 op  
 763101P: Fysiikan matematiikkaa, 6 op  
 766651S: Fysiikan tutkimusprojekti, 6 op  
 766338A: Fysiikka aineenopettajille, 4 op

761112P: Fysikaalisen maailmankuvan kehittyminen, 3 op  
 761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op  
 761121P: Fysikaaliset mittaukset I, 3 op  
 766115P: Fysikaalisten tieteiden esittely, 1 op  
 766107P: Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt, 6 op  
 765330A: Galaksit, 6 op  
 765671S: Gasdynamics and interstellar medium, 8 op  
 762662S: Geofysiikan erikoisluennot, 0 op  
 762303A: Geofysikaaliset kentät, 8 op  
 762322A: Geomagnetismi, 5 op  
 766656S: Heliosfäärifysiikka, 8 op  
 764620S: Hemodynamiikka, 4 op  
 764680S: Hermoston tiedonkäsittely, 5 op  
 763621S: Hiukkasfysiikan perusteet, 10 op  
 763654S: Hydrodynamiikka, 6 op  
 762193P: Hydrologian ja hydrogeofysiikan perusteet, 4 op  
 762660S: Ice & Snow Physics & Chemistry & Glaciology, 3 op  
 761662S: Infrapunaspektroskopia, 8 op  
 764640S: Intraselulaariset rekisteröinnit, 3 op  
 761658S: Ionosfäärifysiikka, 8 op  
 762135P: Johdatus globaaliin ympäristögeofysiikkaan, 6 op  
 763102P: Johdatus suhteellisuusteoriaan, 3 op  
 765101P: Johdatus tähtitieteeseen I, 4 op  
 765102P: Johdatus tähtitieteeseen II, 8 op  
 762315A: Kaukokartoitus, 5 op  
 763625S: Kenttäteoria, 10 op  
 761670S: Kiinteän aineen NMR-spektroskopia, 6 op  
 762192P: Kiinteän maan geofysiikka, 3 op  
 763629S: Klassinen kenttäteoria, 6 op  
 763628S: Kondensoidun materian fysiikka, 10 op  
 766655S: Kosmiset säteet, 8 op  
 763622S: Kvanttimekaniikan jatkokurssi, 10 op  
 766646S: Kvanttimekaniikan sovelluksia SR-spektroskopiassa, 6 op  
 763312A: Kvanttimekaniikka I, 10 op  
 763612S: Kvanttimekaniikka I, 10 op  
 763313A: Kvanttimekaniikka II, 10 op  
 763693S: Kvanttioptiikkaa sähköisissä piireissä, 6 op  
 761386A: Kypsyysnäyte, 0 op  
 763685S: Kypsyysnäyte, 0 op  
 761686S: Kypsyysnäyte, 0 op  
 765657S: Kypsyysnäyte, 0 op  
 762679S: Kypsyysnäyte, 0 op  
 765357A: Kypsyysnäyte, 0 op  
 763385A: Kypsyysnäyte, 0 op  
 762379A: Kypsyysnäyte, 0 op  
 764695S: Kypsyysnäyte FM-tutkintoon, 0 op  
 764395A: Kypsyysnäyte LuK-tutkintoon, 0 op  
 761675S: Laser- ja synkrotronisäteilyfysiikka, 6 op  
 761664S: Laserfysiikka, 6 op  
 761668S: Laskennallinen fysiikka, 6 op  
 764628S: Lineaaristen ja epälineaaristen systeemien identifiointi, 8 op  
 765661S: Linnunradan rakenne ja kinematiikka, 6 op  
 765356A: LuK-tutkielma (aine ja seminaari), 10 op  
 763330A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op  
 761385A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op  
 764306A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op  
 761102P: Lämpöoppi, 2 op  
 764633S: Lääketieteellinen fysiikka, 4 op  
 764369A: Lääkintälaitetekniikka, 3 op  
 762624S: Maa- ja kallioperän sähköiset tutkimukset, 5 op  
 762628S: Maan termiset prosessit, 5 op  
 762616S: Maatutkaluotaus, 5 op  
 761657S: Magnetosfäärifysiikka, 8 op  
 762625S: Magnetotelluriikka, 5 op



762636S: Matalaseismiset luotaukset, 6 op  
 763311A: Matemaattiset apuneuvot, 6 op  
 763694S: Materiaalifysiikan menetelmiä, 6 op  
 766323A: Mekaniikka, 6 op  
 765677S: Meteoritit, 4 op  
 762304A: Mittausaineiston käsittely, 6 op  
 764619S: Molekyylien biofysiikka, 4 op  
 761661S: Molekyyelifysiikka, 8 op  
 763624S: Monte Carlo- ja simulaatiomenetelmät, 6 op  
 762361A: Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa kotimaassa suoritettut kurssit, 0 op  
 762661S: Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa kotimaassa suoritettut kurssit, 0 op  
 762363A: Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa ulkomailla suoritettut kurssit, 0 op  
 762663S: Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa ulkomailla suoritettut kurssit, 0 op  
 766661S: NMR-kuvaus, 8 op  
 761663S: NMR-spektroskopia, 8 op  
 761669S: NMR-spektroskopian sovellukset, 6 op  
 764638S: Neurotieteen perusteet, 5 op  
 764338A: Neurotieteen perusteet, 5 op  
 762382A: Opinnäyte (LuK-tutkielma ja esitelmä), 10 op  
 762681S: Opinnäyte (pro gradu -tutkielma ja esitelmä), 30 op  
 762684S: Opintoretki, 2 op  
 761665S: Optiikka, 6 op  
 761011Y: Orientoivat opinnot, 2 op  
 762085Y: Orientoivat opinnot, 2 op  
 762612S: Painovoima- ja magneettiset menetelmät, 5 op  
 764641S: Patch-clamp -tekniikat, 3 op  
 761101P: Perusmekaniikka, 4 op  
 762327A: Petrofysiikka, 5 op  
 762086Y: Pienryhmäohjaus, 2 op  
 761013Y: Pienryhmäohjaus, 2 op  
 765645S: Planeettojen kartoitus, 4 op  
 765303A: Planetologia, 7 op  
 765339A: Planetologia II, 5 op  
 761353A: Plasmafysiikan perusteet, 5 op  
 761653S: Plasmafysiikka, 8 op  
 761684S: Pro gradu -tutkielma, 20 op  
 764697S: Pro gradu -tutkielma, 35 op  
 763682S: Pro gradu -tutkielma, 20 op  
 765624S: Pro gradu -tutkielma, 35 op  
 761683S: Pro gradu -tutkielma, 35 op  
 765621S: Pro gradu -tutkielma, 20 op  
 763683S: Pro gradu -tutkielma, 35 op  
 766647S: Quantum Information, 6 op  
 765676S: Radiative Processes in Astrophysics, 8 op  
 765648S: Relativistic Astrophysics, 8 op  
 761649S: Revontulfysiikka, 6 op  
 761672S: Röntgenfysiikka, 6 op  
 762321A: Seismologia ja maan rakenne, 5 op  
 765609S: Selenologia, 6 op  
 764115P: Solujen biofysiikan perusteet, 4 op  
 764323A: Solukalvojen biofysiikka, 7 op  
 762644S: Sovelletun geofysiikan maastokurssi, 6 op  
 766320A: Soveltava sähkömagnetiikka, 6 op  
 764359A: Spektroskooppiset menetelmät, 5 op  
 763620S: Statistinen fysiikka, 10 op  
 765373A: Stellar atmospheres, 7 op  
 765343A: Stellar structure and evolution, 7 op  
 765643S: Stellar structure and evolution, 7 op  
 763645S: Suprajohtavuus, 6 op  
 763699S: Syventävä erikoiskurssi, 6 - 10 op  
 763698S: Syventävä erikoiskurssi, 6 - 8 op  
 761103P: Sähkö- ja magnetismioppi, 4 op  
 763626S: Sähköheikot vuorovaikutukset, 10 op  
 763696S: Sähköiset kuljetusilmiöt mesoskooppisissa rakenteissa, 6 op

761632S: Sähkömagneettinen säteily, 6 op  
 762630S: Sähkömagneettisten kenttien mallintaminen, 5 op  
 762611S: Sähkömagneettisten mittausten teoria, 5 op  
 766321A: Sähkömagnetismi I, 4 op  
 766322A: Sähkömagnetismi II, 4 op  
 761117P: Säteilifysiikka, 2 op  
 764317A: Säteilifysiikka, -biologia ja -turvallisuus, 3 op  
 764117P: Säteilifysiikka, -biologia ja -turvallisuus, 3 op  
 765304A: Taivaanmekaniikka I, 5 - 8 op  
 766328A: Termofysiikka, 6 op  
 765637S: Terrestristen planeettojen basalttinen vulkanismi, 6 op  
 765673S: Theoretical astrophysics, 7 op  
 762187P: Tiedonhankinta ja tieteellinen kirjoittaminen geofysiikassa, 2 op  
 763641S: Tieteellinen ohjelmointi, 6 op  
 765617S: Tietokonesimulaatiot, 5 op  
 765666S: Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä, 5 op  
 765366A: Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä, 5 op  
 762605S: Tulkintateoria, 6 op  
 765655S: Tutkimusprojekti 2 / Työharjoittelu, 6 op  
 761645S: Tutkimustyön perusteet, 6 op  
 762652S: Työharjoittelu, 6 op  
 764337A: Työharjoittelu, 3 - 9 op  
 763650S: Työharjoittelu, 3 - 5 op  
 761337A: Työharjoittelu, 3 - 6 op  
 765608S: Tähtijärjestelmien dynamiikka, 7 op  
 765692S: Tähtitieteen erikoiskurssi, 4 - 6 op  
 765106P: Tähtitieteen historia, 3 op  
 765693S: Tähtitieteen syventäviä opintoja muissa korkeakouluissa, 0 op  
 765660S: Törmäyskraaterit, 4 op  
 762617S: VLF-menetelmä, 5 op  
 765683S: Venus: geologiaa ja geofysiikkaa, 6 op  
 765385A: Vierailijan luennoitsijan antama kurssi, 4 - 6 op  
 764327A: Virtuaaliset mittausympäristöt, 5 op  
 764606S: Vuosittain vaihtuva aihe, 5 - 9 op  
 761104P: Yleinen aaltoliikeoppi, 3 op  
 763695S: Yleinen suhteellisuusteoria, 6 op

## Opintojaksojen kuvaukset

### Tutkintorakenteisiin kuulumattomien opintokokonaisuuksien ja -jaksojen kuvaukset

#### 763114P: ATK I Ohjelmoinnin perusteet, 4 op

**Voimassaolo:** - 31.07.2014

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

521141P Ohjelmoinnin alkeet 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. syyslukukausi

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on oppia ohjelmoinnin peruskäsitteistö, kuten valintojen ja toistojen tekeminen ohjelmoimalla sekä ohjelmointiprojektin jakaminen osiinsa aliohjelmien avulla.

Kurssilla ratkaistaan pienimuotoisia tehtäviä ohjelmoimalla. Kurssi toteutetaan C-kieltä käyttäen ja siihen kuuluu kolme itsenäisesti suoritettavaa harjoitustyötä, jotka on luovutettava ennen tenttiin osallistumista.

**Toteutustavat:**

24 h luentoja, 12 kpl harjoituksia, 3 harjoitustyötä ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan ja fysiikan opiskelijat (pakollinen).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi ei vaadi esitietoja. Se on ohjelmoinnin peruskurssina välttämätön esitieto ATK III ja ATK IV kurssien suorittamiselle.

**Oppimateriaali:**M. Puoskari ja M. Saarela: Luentomoniste. [http://physics oulu.fi/teoreettinen\\_fysiikka/oj/763114P](http://physics oulu.fi/teoreettinen_fysiikka/oj/763114P)**Vastuuhenkilö:**

Mikko Saarela

**763315A: ATK II Numeerinen mallintaminen, 4 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

1. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Kurssilla opitaan luonnonilmiöitä kuvaavien yhtälöiden analyttistä ja numeerista ratkaisemista tietokoneen avustuksella.

Tutkimuksen kohteina ovat mm. raketin lento avaruuteen, laskuvarjolla hyppääminen, sähköopin LCR -piirit, populaatiodynamiikasta peto-saalis -suhteen kuvaaminen, kvanttimekaniikasta atomien ja ytimien energiatilojen ja aaltofunktioiden ratkaiseminen.

**Toteutustavat:**

13 kpl harjoituksia, 3 harjoitustyötä ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan ja fysiikan opiskelijoille pakollinen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Suosittelaa kurssin ATK I suorittamista sekä fysiikan ja matematiikan peruskursseihin tutustumista.

**Oppimateriaali:**

M. Saarela, T. Voll, M. Koskela: ATK II Numeerinen mallintaminen (Mathematica notebook).

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Saarela

**763616S: ATK IV Numeerinen ohjelmointi, 6 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

4. syyslukukausi

**Sisältö:**

Kurssilla opitaan käyttämään numeerisia menetelmiä ja ohjelmointia teknismatemaattisissa tehtävissä, ohjelmakirjastojen käyttöä sekä tulosten graafista esittämistä. Käsiteltäviä aiheita ovat mm. numeerinen derivointi, integrointi ja interpolointi. Differentiaaliyhtälöistä ja -yhtälöryhmistä ratkaistaan tavalliset yhtälöt sekä sellaiset, joilla on ominaisarvo. Opitaan lineaaristen yhtälöiden ratkaisualgoritmi sekä menetelmiä, joilla ratkaistaan matriisien ominaisarvot ja ominaisvektorit. Lopuksi tutustutaan nopeaan Fourier-muunnokseen. Ohjelmoinnissa käytetään C- ja Fortran-kieltä, työselostukset tehdään Latex-ladontaohjelmistolla ja kuvat piirretään gnuplot-ohjelmistolla.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 13 kpl harjoituksia, 4 harjoitustyötä ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan opiskelijat (vapaasti valittava).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Suositteluaan kurssien Fysiikan matematiikkaa, Differentiaaliyhtälöt, Lineaarialgebra I ja II ja ATK I suorittamista sekä kvanttimekaniikkaan tutustumista.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Saarela

**765135P: ATK tähtitieteessä, 2 op****Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

765307A-01	Tähtitieteen tutkimusprojekti I: ATK tähtitieteessä	0.0 op
765307A	Tähtitieteen tutkimusprojekti I	5.0 op
765332A	Tähtitieteen tutkimusprojekti 1	5.0 op
765332A-01	ATK tähtitieteessä	0.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Sisältö:**

Tietokoneiden käytön perusteet (Macintosh, Unix), Unix-työasemat. Graafiset ohjelmistot, IDL-ohjelmointi, kuvankäsittely ja kuva-analyysi. Sovelluksia planetologian ja tähtitieteen eri alueilta.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, 20 h harjoituksia.

Harjoitustyö.

**Oppimateriaali:**

IDL Manual

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

**766329A: Aaltoliike ja optiikka, 6 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761310A	Aaltoliike ja optiikka	5.0 op
761310A-01	Aaltoliike ja optiikka, luennot ja tentti	0.0 op
761310A-02	Aaltoliike ja optiikka, laboratoriotyöt	0.0 op
766349A	Aaltoliike ja optiikka	7.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

2. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Aaltoliikkeen käsite yhtenäistää tärkeällä tavalla monien luonnontieteen eri alueilla esiintyvien ilmiöiden kuvausta. Tällaisia ilmiöitä ovat esim. veden pinnan aaltoilu, maanjäristykset, ääni, valo, radio- ja televisiolähetykset sekä kvanttimekaniikan kuvaama hiukkasten aaltoluonne, joka hallitsee aineen mikroskooppista käyttäytymistä. Tässä opintojaksossa tarkastellaan aaltoliikkeiden yhteisiä ominaisuuksia ja lisäksi sovellusten kannalta tärkeimpien aaltojen - äänen ja sähkömagneettisten aaltojen erityisominaisuuksia. Merkittävä paino on optiikalla, josta tarkasteltavina aiheina ovat: valon tuottaminen ja mittaaminen, geometrinen optiikka, matriisimenetelmä paraksiaalisessa optiikassa, kuvausvirheet, optiset instrumentit, aaltoyhtälö, aaltojen superpositio, valon interferenssi, interferometrit, polarisaatio, Fraunhoferin diffraktio, diffraktiohila ja laserin perusteet.

**Toteutustavat:**

46 h luentoja, 12 laskuharjoitusta (24 h), 2 välikoetta tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatietoja ei edellytetä. Opintojakson antamat tiedot ovat välttämättömiä opintojaksossa 761665S Optiikka.

Opintojakso sisältää myös aaltoliikeopin perusopinnot.

**Oppimateriaali:**

Luentomuistiinpanot ja oppikirjat H. D. Young and R. A. Freedman, University Physics, Addison-Wesley, 2000 ja 2004, F. L. Pedrotti ja L. S. Pedrotti, Introduction to optics, Prentice-Hall, second ed., 1993 ja E. Hecht, Optics, (3rd ed.), Eugene Hecht, Addison Wesley Longman, 1998.

<http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/766329A/>

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

## 762332A: Aerogeofysiikka, 3 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

3. opintovuosi

**Sisältö:**

Kurssi tarjoaa perustietoa aerogeofysikaalisista tutkimusmenetelmistä. Aerogeofysiikka käsittää magneettiset, sähkömagneettiset ja radiometriset mittaukset, jotka tehdään maanpinnan yläpuolella esim. lentokoneesta käsin. Kurssilla käydään läpi eri aerogeofysikaaliset mittausten menetelmät ja niiden edellyttämät käytännön järjestelyt, tukimittaukset, navigointimenetelmät, sekä mittaustulosten käsittely. Harjoituksissa perehdytään mallinnus- ja tulkintaohjelmien käyttöön.

**Toteutustavat:**

25 h luentoja, demonstraatioita, tentti.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen LuK-opinnoissa. Suositellaan kaikille geotieteiden opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali; Peltoniemi, M., 1998: Aerogeofysikaaliset menetelmät.

**Vastuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**Kurssin kotisivu: [http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762332A\\_Aerogeofysiikka.html](http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762332A_Aerogeofysiikka.html)**762627S: Aika-alueen sähkömagneettiset tutkimusmenetelmät, 3 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Kurssi antaa syventävää tietoa aika-alueen sähkömagneettisista menetelmistä. Toisin kuin harmonista vaihtovirtaa käyttävissä taajuusalueen menetelmissä, aika-alueen menetelmissä mitattava vaste synnytetään tasavirran äkillisellä muutoksella aiheutetulla sähkömagneettisella pulssilla. Kurssilla käsitellään menetelmien fysikaaliset perusteet, erilaiset mittausjärjestelmät, johderakenteiden aiheuttamat anomaliat, prosessointi- ja tulkintamenetelmät. Kurssiin sisältyy käytännön maastomittauksia.

**Toteutustavat:**

25 h luentoja ja demonstraatioita, tentti.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali; Valittuja artikkeleita geofysiikan julkaisuista sekä Nabighian M.N. & Macnae J.C., 1991: Time domain electromagnetic prospecting methods, In: Nabighian M.N. (ed.), Electromagnetic methods in applied geophysics, Volume II.

**Vastuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**Kurssin kotisivu: [http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762627S\\_Aika-alueen\\_SM.html](http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762627S_Aika-alueen_SM.html)**763333A: Aineen rakenne I, 4 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

763343A	Kiinteän aineen fysiikka	5.0 op
766330A-01	Aineen rakenne, osa 1: Kiinteän aineen fysiikka	0.0 op
766330A-02	Aineen rakenne, osa 2: Ydin- ja hiukkasfysiikka	0.0 op
766330A	Aineen rakenne	6.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Tekniikan nopea kehitys perustuu olennaiselta osalta kondensoidun (=kiinteän tai nestemäisen) aineen ominaisuuksien ymmärtämiseen. Kondensoidussa aineessa esiintyy monia mielenkiintoisia fysikaalisia ilmiöitä, jotka ovat seurausta suuresta määrästä hiukkasia ja niiden välisistä vuorovaikutuksista.

Kurssi alkaa tarkastelemalla kidehilan symmetrioita ja niiden määrittämistä sirontakokeilla. Sitten tarkastellaan kiinteän aineen sidosvoimia. Tutkitaan kidevärähtelyjä ja niiden vaikutusta ominaislämpöön. Erityisesti

paneudutaan kiinteän aineen elektronirakenteeseen, jota käytetään selvittämään sähkönjohtavuutta metallissa, eristeissä ja puolijohteissa. Lisäksi tarkastellaan kokeellisia menetelmiä, magnetismia ja suprajohtavuutta.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 8 laskuharjoitusta (16 h), 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Perustiedot Atomifysiikka (766326A), Sähkömagnetismi I (766321A) ja Sähkömagnetismi II (766322A).

Samanaikaisesti suositellaan Termofysiikkaa (766328A). Läheisesti liittyvä kurssi Aineen rakenne II (766334A).

Jatkokurssina suositellaan Kodensoidun materian fysiikkaa (763628S).

**Oppimateriaali:**

E. Thuneberg: Aineen rakenne I (luentomoniste), M. Alonso and E. Finn: Fundamental University Physics II ja III, H.M. Rosenberg, The Solid State.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

## 766334A: Aineen rakenne II, 2 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766344A	Ydin- ja hiukkasfysiikka	5.0 op
766330A-02	Aineen rakenne, osa 2: Ydin- ja hiukkasfysiikka	0.0 op
766330A-01	Aineen rakenne, osa 1: Kiinteän aineen fysiikka	0.0 op
766330A	Aineen rakenne	6.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

2. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Opintojaksossa tutustutaan ydin- ja hiukkasfysiikkaan. Siinä tarkastellaan ydinten rakennetta ja ominaisuuksia, ydinvoimia, ydinmalleja, radioaktiivisuutta, ydinreaktioita, alkeishiukkasten ominaisuuksia ja niiden välisiä vuorovaikutuksia sekä perusvoimien yhtenäisteorioita.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, 5 laskuharjoitusta (10 h), päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan lisäopinnot -kokonaisuuteen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Perustiedot: 766326A Atomifysiikka.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: R. Eisberg ja R. Resnick: Quantum physics of atoms, molecules, solids, nuclei, and particles, John Wiley & Sons.

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila

## 763310A: Analyyttinen mekaniikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

2. syyslukukausi

**Sisältö:**

Kurssin pääsisältö on esittää mekaniikka käyttäen Lagrangen ja Hamiltonin formalismia. Tämä tarkoittaa sitä, että tutut Newtonin mekaniikan yhtälöt kirjoitetaan matemaattisesti uudella tavalla. Uuden formulaation päähyöty on, että sitä voidaan pitää lähtökohtana johdettaessa yleisempiä teorioita, erityisesti kvanttimekaniikkaa ja klassista kenttäteoriaa. Yleistä formalismia valaistetaan käyttämällä sitä eri mekaniikan ongelmien ratkaisussa.

Matemaattisesti nähtynä kurssia voi pitää vektorilaskennan, osittaisderivoinnin ja variaatiolaskennan sovellutuksena.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, harjoitukset vastaavat 24 h, 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Kaikille matemaattisesta fysiikasta kiinnostuneille, teoreettisen fysiikan opiskelijoille pakollinen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tarvittavat esitiedot: 763101P Fysiikan matematiikkaa ja 766323A Mekaniikka. Syventävä kurssi 763629S

Klassinen kenttäteoria rakentuu Analyttisen mekaniikan kurssin pohjalta.

**Oppimateriaali:**

A. Fetter ja J. Walecka: Theoretical mechanics of particles and continua; H. Goldstein: Classical Mechanics; E.

Thuneberg: Analyttinen mekaniikka (luentomoniste). [http://physics oulu.fi/teoreettinen\\_fysiikka/oj/763310A](http://physics oulu.fi/teoreettinen_fysiikka/oj/763310A)**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**765638S: Areologia, 6 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Kurssin taustalla ovat tällä hetkellä ajankohtaiset Mars-luotaimet, niiden tuottamat aineistot ja uudet tutkimustulokset. Siihen kuuluu uusimpien Mars-tutkimusten keskeisiä kysymyksiä. Kurssilla käsitellään Marsin olosuhteita, kaasukehää, säätä ja ilmastovaihteluita. Toisaalta paneudutaan myös Marsin geofysiikkaan ja sen geologisen kehityksen tutkimukseen ja ymmärtämiseen. Vesi, sedimentaatio ja eroosio näyttävät Marsin aikakausien vaihdelleessa olleen paljon tärkeämmässä asemassa kuin mitä aiemmin osattiin olettaa. Kurssi tarjoaa hyvät syventävät tiedot Mars-hankkeisiin osallistumista varten. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu ohjattua ja itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, demonstraatioita, harjoituksia, essee, tentti.

**Kohderyhmä:**

4. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian ja geofysiikan opiskelijoille, jotka ovat suorittaneet Planetologia I -kurssin.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi syventää Planetologia I -kurssilla saatuja tietoja. Kurssi ohjaa osallistumaan Marsin tutkimukseen sekä Mars-ohjelmiin ja -lentoihin.

**Oppimateriaali:**

Taustaa antavat Cattermole: Mars: The story of the red planet, Greeley &amp; Iversen: Wind as a geological process, Papike (toim.): Planetary materials (soveltuvin osin).

Uutta tietoa antavat mm. M. Carr (2006) The surface of Mars ja M. Chapman (2007): The Geology of Mars -

Evidence from Earth-Based Analogs, joiden tietoja on täydennettävä uusien julkaisujen sekä NASA:n (MGS, MO, MRO ja MER) ja ESA:n (MEX) nettisivujen avulla.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

**765336A: Astronomical observing techniques, 5 op**



**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Opintojakso antaa yleiskuvan tähtitieteellisistä havaintomenetelmistä ja -laitteista sekä havaintojen merkityksestä tähtitieteessä.

Ilmakehä ja sen vaikutus havaintoihin. Kaukoputket ja niiden kuvausvirheet. Valokuvaus, CCD-kamera, interferometria, fotometria, spektroskopia ja polarimetria. Ilmaisimet muilla aallonpituusalueilla. Hiukkasilmaisimet.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja ja harjoitukset. Tenti.

**Kohderyhmä:**

Toisen ja ylemmän vuosikurssin opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Johdatus tähtitieteeseen I ja II (suositeltu).

**Oppimateriaali:**

Nilsson, K., Takalo, L. ja Piironen, J.: Havaitseva tähtitiede, Ursa 2004, Kitchin, C.R.: Astrophysical Techniques, Institute of Physics Publishing, 2003.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Rautiainen

## 761105P: Atomi- ja ydinfysiikka, 3 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766326A Atomifysiikka 1 6.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

Kevätlukukausi

**Sisältö:**

Aineen mikroskooppiset rakenneosat, esimerkiksi atomit ja niiden ytimet, eivät noudata klassisen fysiikan lakeja. Niiden kuvaamiseen tarvitaan modernin fysiikan perusteorioita, suhteellisuusteoriaa ja kvanttimekaniikkaa.

Molemmat teorit ovat muuttaneet radikaalilla tavalla käsityksiämme maailmasta, erityisesti avaruuden, ajan, aineen ja säteilyn luonteesta. Tässä opintojaksossa tarkastellaan näitä kahta fysiikan nykyisen maailmankuvan pohjana olevaa teoriaa ja niiden soveltamista atomien, ydinten ja alkeishiukkasten kuvaamiseen. Siinä käsitellään seuraavia aiheita: Suhteellisuusteoria. Fotonit, elektronit ja atomit. Hiukkasten aaltoluonne. Kvanttimekaniikka. Atomin rakenne. Ydinfysiikka. Hiukkasfysiikka.

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 4 laskuharjoitusta (8 h), 2 välikoetta tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Fysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: H. D. Young and R. A. Freedman: University Physics, 12<sup>th</sup> edition, Pearson Addison Wesley, 2008 (osittain), tai aikaisemmat painokset.

Luentomoniste: Juhani Lounila: 761105P Atomi- ja ydinfysiikka, Oulun yliopisto, 2008.

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila

## 761671S: Atomifysiikan jatkokurssi, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Tavoitteena on muodostaa opiskelijoille 761326A Atomifysiikan opintojaksoa syvällisempi näkemys monielektronisen atomin rakenteesta sekä rakenteen ja dynamiikan spektroskooppisista tutkimusmenetelmistä. Kvanttimekaniikan formalismeja sovelletaan monielektronisten atomien kvanttilojen ja elektronisten siirtymien kuvaamiseen, sekä tutustutaan ohjelmistoihin, joilla käytännön laskuja voidaan toteuttaa. Suoritetaan mallilaskuja, ja verrataan tuloksia kokeellisiin. Näin halutaan tutustuttaa opiskelija siihen, miten tutkimus etenee: tietoa atomin rakenteesta tarkennetaan käyttäen laskennallisia ja kokeellisia menetelmiä rinnakkain.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h harjoituksia. Yksilöllisissä harjoitustöissä tehdään tutkimuksia, joiden tuloksia pohditaan yhdessä. Tentti, joka on toteutettu yleensä suullisena.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja aloittavat opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Pohjatiedot: 761326A Atomifysiikka ja 763612S Kvanttimekaniikka I. Liittyy osittain teoreettisen fysiikan opintojaksoon 763622S Kvanttimekaniikan jatkokurssi, mutta on lähestymistavaltaan formalismia soveltava. Tarjoaa elektronispektroskopian kursseille teoriapohjaa.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: Soveltuvien osin R. D. Cowan, The Theory of Atomic Structure and Spectra.

**Vastuuhenkilö:**

Helena Aksela

## 761650S: Atomifysiikan sovellutukset, 6 op

**Voimassaolo:** - 31.07.2009

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Laskennallisen atomifysiikan lisääntyminen ja laitetekniikan kehittyminen ovat vaikuttaneet suuresti atomifysiikan tutkimukseen viime vuosina. Tiedon laajentuminen ja tarkentuminen tarjoaa aina uusia mahdollisuuksia sen soveltamiseen. Opintojaksossa käsitellään atomifysiikan tutkimusmenetelmiä, uusimpia tutkimustuloksia ja niiden sovellutusmahdollisuuksia. Teemasarja sisältää yksittäisiä aiheita, jotka vaihtelevat eri vuosina.

**Toteutustavat:**

Kurssi toteutetaan käyttäen alustuksia, projektitöitä, niistä laadittuja kirjallisia esityksiä ja seminaariesitelmiä.

**Kohderyhmä:**

Syventävien opintojen kuluessa.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Pohjatiedot: 761326A Atomifysiikka. Kytkeytyy opintoihin 761671S Atomifysiikan jatkokurssi, 761672S Röntgenfysiikka, 761673S Elektronispektroskopia, ja 761675S Synkrotronisäteilytutkimus.

**Oppimateriaali:**

Oppimateriaali luodaan yhteistyössä opiskelijoiden kanssa kurssin kuluessa.

Luentomateriaali on verkkosivuilla: <http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/761650S>

**Vastuhenkilö:**

Helena Aksela

## 766326A: Atomifysiikka 1, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761313A Atomifysiikka 1 5.0 op

761326A Atomifysiikka 6.0 op

761105P Atomi- ja ydinfysiikka 3.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

2. syyslukukausi

**Sisältö:**

Tavoitteena on tutustuttaa opiskelija niihin klassisen fysiikan käsitteiden ja järjestelmien muutoksiin, joita atomifysikaalista suuruusluokkaa olevien kohteiden tutkimus ja tuntemus vaativat. Opintojakson alussa esitetään historialliseen kehitykseen kuuluvaa aineistoa sekä käsitellään niitä taustoja ja kehityskulkuja, jotka johtivat kvanttimekaniikan löytöön 1900-luvulla. Esitys korostaa prosessia, jossa kokeellisista tuloksista hahmottuvat lainalaisuudet pakottavat luopumaan vanhoista mielikuvista. Kurssissa tutustutaan kvanttimekaniikkaan esitellen systeemin tilaa kuvaavat aaltoyhtälöt ja niiden ratkaiseminen muutamassa yksinkertaisessa tapauksessa. Pääasiassa kvanttimekaniikkaa käytetään kuitenkin varsin kuvailevalla tasolla, jättäen pääpaino formalismista. Kvanttimekaniikka I:een, ja keskittyen kvanttimekaniikan sovellutuksiin ja seuraamuksiin yksinkertaisimmassa systeemeissä. Vedynkaltaisen atomin lisäksi käsitellään lyhyesti monielektronista atomia, molekyyliä ja kemiallista sidosta. Opintojaksossa pyritään tuomaan esille, miten tieto edelleen tarkentuu atomi- ja molekyylyfysiikan nykytutkimuksessa. Kurssissa tarkastellaan myös arkielämän ilmiöiden atomifysikaalista taustaa sekä modernin fysiikan sovellutuksia useilla eri aloilla.

**Toteutustavat:**

46 h luentoja, 12 laskuharjoitusta (24 h), 2 välikoetta tai loppukoe.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Antaa pohjan 766330A Aineen rakenne -kurssille, on myös johdanto 763612S Kvanttimekaniikka I -kurssille ja hyvä tausta atomifysiikan ja molekyylyfysiikan syventäville kursseille. Opintojakso sisältää myös atomi- ja molekyylyfysiikan perusopinnot.

Sisältyy Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen.

**Oppimateriaali:**

Oppikirjat: R. Eisberg ja R. Resnick: Quantum physics of atoms, molecules, solids, nuclei, and particles, John Wiley & Sons sekä J. J. Brehm ja W. J. Mullin: Introduction to the structure of matter, a course in modern physics, John Wiley & Sons.

<http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/766326A/>

**Vastuhenkilö:**

Helena Aksela

## 766654S: Aurinkofysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Luennoidaan tarvittaessa englanniksi.

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**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 energiatuotto, Auringon neutriinot, aurinko-oskillaatiot ja helioseismologia, Auringon konvektiokerros, differentiaalinen rotaatio, Auringon magnetismi ja dynamomekanismi, Auringon ilmakehä (fotosfääri, kromosfääri, korona), Auringon aktiivisuus.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Suositellaan avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi on avaruusfysiikan yhden tieteenalan peruskurssi. Tukee mm. kursseja 766656S Heliosfäärfysiikka ja 766655S Kosmiset säteet.

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

**Oppimateriaali:**

M. Stix, The Sun. An Introduction, 2. painos, Springer, 2004. Luentomoniste: K. Mursula: Solar Physics.

**Vastuuhenkilö:**

Kalevi Mursula

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu <http://physics.oulu.fi/fysiikka/oj/766654S/>

**766355A: Avaruusfysiikan perusteet, 5 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

766345A Avaruusfysiikan perusteet 6.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Kurssi antaa perustiedot Maan lähiavaruuden ilmiöistä. Interplanetaarisessa avaruudessa puhalttaa aurinkotuuli, joka on Auringosta lähtevä jatkuva plasmavirtaus. Se puristaa Maan magneettikentän komeetan muotoiseen alueeseen, jota kutsutaan magnetosfääriksi. Auringon säteily ja magnetosfääristä tulevat varatut hiukkaset ionisoivat ilmakehän yläosaa, mistä syntyy Maan ionosfääri. Luentokurssilla käsitellään aurinkoa, aurinkotuulta, magnetosfääriä ja ionosfääriä sekä auringon ja aurinkotuulen vaikutusta magnetosfääriin ja ionosfääriin.

Auringossa tapahtuvat purkaukset aiheuttavat häiriöitä aurinkotuulella, magnetosfäärissä ja ionosfäärissä. Tätä häiriökokonaisuutta kutsutaan avaruussääksi. Avaruussää vaikuttaa esimerkiksi tietoliikenneyhteyksiin, satelliittien toimivuuteen ja astronauttien terveyteen. Revontulet ovat eräs avaruussään ilmenemismuoto. Koska sekä aurinkotuuli, magnetosfääri että ionosfääri koostuvat magneettikentässä olevasta ionisoituneesta kaasusta eli plasmasta, käytetään ilmiöiden selittämiseen plasmafysiikkaa.

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 20 h harjoituksia, 2 välikoetta tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen fysiikan opiskelijoille. Hyödyllinen useimpien avaruusfysiikan syventävien kurssien opiskelussa, erityisesti kurssissa 761653 S Plasmafysiikka.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Perustiedot: 766321A Sähkömagnetismi I, 766322A Sähkömagnetismi II.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali (T. Nygren ja Kalevi Mursula: Avaruusfysiikan perusteet) on jakelussa fysikaalisten tieteiden laitoksen verkkosivuilla. <http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/766355A>

**Vastuuhenkilö:**

Tuomo Nygrén

**764660S: Bioelektroniikka, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

4. kevät

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää opiskelijan biosähkösignaalien mittauksiin käytettäviin elektrodeihin ja vahvistinratkaisuihin, signaalien prosessointiin, biosähkösignaalien muodostumiseen ja signaalien etenemiseen tilavuusjohteessa.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, 10 h MatLab-pohjaista ohjelmointia, 15 h laskuharjoituksia tai muu harjoitus, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen erikoistumislinjalla 2, LKTBF)

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi kuuluu lääketieteen tekniikkaan liittyvään biofysiikan opintokokonaisuuteen.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste. Semmlöv J.: Circuits signals and systems for bioenergetics, Elsevier Academic Press, 2005.  
Electronic Signal Processing, osat I-IV, The Open University Press, Milton Keynes 1984.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**764325A: Biofysiikan harjoitustyöt, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

3. kevät

**Sisältö:**

Töiden tarkoituksena on perehdyttää eräisiin biofysiikan keskeisiin kysymyksiin ja niiden ratkaisumenetelmiin. Työt ja niihin kuuluvat esitehtävät ovat hieman vaativampia kuin biofysiikan harjoitustyöt Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt -kurssissa ja vaativat opiskelijalta enemmän oma-aloitteista työskentelyä.

**Toteutustavat:**

5 harjoitustyötä n. 30 h, 5 työselostusta, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK) ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt (766107P) suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia.

**Oppimateriaali:**

Harjoitustyömoniste.

**Vastuuhenkilö:**

**764162P: Biofysiikan perusteet, 3 op****Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

764163P-02 Biofysiikan perusteet (osa 2) 0.0 op

764163P Biofysiikan perusteet 5.0 op

764163P-01 Biofysiikan perusteet (osa 1): Johdatus biofysiikkaan 0.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

1. kevät

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on antaa johdatus biologiaan biofysiikan näkökulmasta, sekä kuvata perusteet systeemiajattelusta, biofysiikasta ja siihen liittyvistä menetelmistä, malleista ja systeemianalyysistä; esimerkiksi solujen ja molekyylien biofysiikan perusteista, virtausilmiöistä, biomekaniikasta ja eräistä erityiskysymyksistä.

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 18 h harjoituksia, viikkotehtävät, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK) ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssilla esitetyt perusteet on hyvä hallita ennen muiden biofysiikan kurssien suorittamista.

**Oppimateriaali:**

Luennot, luentomoniste. Lisäksi: J. Keener, J Sneyd: Mathematical Physiology, Springer, Berlin, 1998 (osittain); M. J. Mela: Johdatus biofysiikkaan, Gummerus, Jyväskylä, 1969 (osittain).

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**764626S: Biofysiikan syventävät harjoitustyöt, 5 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. - 5. syksy

**Sisältö:**

Töiden tarkoituksena on perehdyttää opiskelija eräisiin laajahkoihin biofysikaalisiin mittauskokonaisuuksiin, jotka muodostavat töistä laajempia kuin Biofysiikan harjoitustyöt -kurssissa. Kukin työ muodostaa pienehkön projektin, jonka loppuraporttina toimii työselostus.

**Toteutustavat:**

4 - 5 kpl laajahkoja harjoitustöitä keskeisistä biofysiikan tutkimusalueista, sisältäen esitehtäviä ja kirjallisen työselostuksen. Osa töistä on valinnaisia valitun koulutuslinjan mukaan ja mahdollisesti tapauskohtaisesti vaihtuvia.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen FM).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Biofysiikan harjoitustyöt 764325A suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia. Suoritetusta projektityöstä on etua.

**Oppimateriaali:**

Harjoitustyömoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 764651S: Biofysiikan tutkimusprojekti ja seminaari, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

4. - 5. kevät

**Sisältö:**

Kurssi antaa opiskelijalle kuvan tutkimusryhmässä suoritettavasta tutkimus- tai tuotekehitystyöstä. Työtavat ovat samoja kuin alan työelämässä käytetään ja kurssiin kuuluva työn sisältö onkin ryhmän oikeaan toimintaan läheisesti liittyvää. Kurssi voidaan sopimuksesta liittää esimerkiksi kesätyöhön tai harjoitteluun.

**Toteutustavat:**

Projektin aikana opiskelijat tekevät tutkimus- tai, sisältäen työstä laadittavan yhteenvedon. Työ tehdään jossakin biofysiikan professorin kanssa sovittavassa projektissa.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen FM).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Projektityö ja seminaari (764390A) on suoritettava ennen tätä kurssia. Kurssi voi liittyä samaan aihepiiriin kuin pro gradu -tutkielma ja tällöin tutkielma kannattaa tehdä heti tutkimusprojektin perään.

**Oppimateriaali:**

Projektiin liittyvä työssä tarvittava materiaali (sovitaan erikseen).

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 764631S: Bioprosessien dynamiikka, 4 op

**Voimassaolo:** - 31.07.2009

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

4. kevät

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää opiskelijan biosysteemien käsittelyyn kompartmenttien ja näiden välillä tapahtuvien virtojen avulla. Sisältönä esim.: aineiden siirtyminen biologisten alisteemien välillä, perusteoriaa mm. merkkiainetekniikassa. Kurssi perustuu lineaaristen differentiaaliyhtälöryhmien käsittelyyn.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 15 h laskuharjoituksia, kotitentti, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (valinnainen FM).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Differentiaaliyhtälöiden hallinta on eduksi. Kurssi antaa tarvittavaa pohjatietoa mm. kurssille 764668S Biosysteemien simulointi.

**Oppimateriaali:**

Luennot. Jacques, J.M.: Compartmental Analysis in Biology and Medicine, Elsevier Publishing Company, Amsterdam 1972.; (oheislukemistona) F. Kajiya, S. Kodama, and H. Abe (eds.): Compartmental Analysis: Medical Applications and Theoretical Background, Karger, Basel 1984.

**Vastuuhenkilö:**

Biofysiikan yliassistentti

## 764364A: Biosysteemien analyysi, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764664S Biosysteemien analyysi ja simulointi 6.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. kevät

**Sisältö:**

Kurssin tarkoituksena on antaa opiskelijalle valmius analysoida yksinkertaisia biologisia systeemejä ja ilmiöitä mallien ja analogioiden avulla, myös systeemin identifikaation ja takaisinkytkennän perusteita käsitellään. Kurssissa hyödynnetään siirtofunktio- ja impedanssikäsitettä.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 15 h harjoituksia, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK) ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Johdatus biofysiikkaan (764162P) suositellaan suori-tettavaksi ennen tätä kurssia. Laplace-muunnoksen hallitseminen on hyödyksi.

**Oppimateriaali:**

Luennot ja luentomateriaali sekä William B. Blesser: A Systems Approach to Biomedicine, McGraw-Hill, New York 1969 (osittain).

**Vastuuhenkilö:**

Mika Kauranen

## 764668S: Biosysteemien simulointi, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

4. - 5. kevät

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää opiskelijan lineaaristen ja epälineaaristen differentiaaliyhtälöiden avulla kuvattaviin biosysteemeihin ja -säästöpiireihin ja antaa perusteet tällaisten systeemien mallintamiseen ja simuloimiseen.

**Toteutustavat:**

8 h luentoja, 4 simulointiharjoitusta.

**Kohderyhmä:**



Biofysiikan opiskelijat (pakollinen FM).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatieto säätö- ja systeemitekniikan perusteista on eduksi. Kurssit Bioprosessien dynamiikka (764631S) sekä Virtuaaliset mittausympäristöt (764627A) suositellaan suoritetuksi ennen tätä kurssia. Matlab™-ohjelmiston käytön tunteminen on eduksi.

**Oppimateriaali:**

Kurssimoniste; M.C.K. Khoo: Physiological Control Systems, IEEE Press, New York, 2000; P. Doucet, P.B. Sloep: Mathematical modeling in the life sciences, Ellis Horwood limited, Chichester, 1992 (osittain); Finkelstein, Carson: Mathematical Modelling of Dynamic Biological Systems, Research Studies Press, Oregon, 1979 (osittain); J. Schwarzenbach, K.F. Gill: System Modelling and Control, 2. painos, Edward Arnold, Lontoo, 1984 (osittain).

**Arviointiasteikko:**

Arvostelu simulointiraporttien perusteella.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 765334A: Cum laude -työt, 4 - 8 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 - 8 op

**Sisältö:**

2 – 4 aineopintokursseihin liittyvää ohjattua projektia (2 op jokainen), joissa perehdytään aihealueen tutkimusmenetelmiin konkreettisen tutkimustehtävän kautta.

**Toteutustavat:**

Ohjattua ja omatoimista työskentelyä

**Kohderyhmä:**

Pakollinen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Työt edellyttävät vastaavien kurssien seuraamista.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

3. vuosi tai syventävien opintojen alussa

**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. Opintojaksossa esitellään elektronispektroskopian perusteet, mittauksissa käytettävät laitteistot sekä lyhyesti spektrien tulkinnessa käytettävät laskennalliset menetelmät.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h harjoituksia, sisältää harjoitustöitä, päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja aloittavat opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Aksela ja Helena Aksela

## 761322A: Elektroniikan perusteet, 5 op

**Voimassaolo:** - 31.07.2009

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Perustiedot analogiaelektronikan piiritekniikasta ja digitaalipiirien sisäisistä rakenteista.

**Toteutustavat:**

Opintojaksoa ei luennoida enää fysikaalisten tieteiden laitoksella. Ne opiskelijat, jotka ovat sisällyttäneet kurssin opinto-ohjelmaansa, voivat suorittaa sen osallistumalla vastaavalle TTK:n kurssille 521431A Elektroniikkasuunnittelun perusteet 5 op. Kurssin vastuuhenkilö on prof. Juha Kostamovaara.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssissa tarvitaan perustiedot piiriteoriasta. Myös puolijohdekomponenttien toiminnan perusteiden ymmärrys auttaa.

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

## 766648S: Elektronispektroskopian jatkokurssi, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Kurssilla syvennetään 761673S Elektroni- ja ionispektroskopia -kurssilla käsiteltyjä aiheita. Kurssilla perehdytään tarkemmin atomien ja molekyylien elektroniverhon rakenteeseen, spektroskooppisissa mittauksissa esiintyviin sirontaprosesseihin, sekä tutkittavien systeemien rakennetta ja vuorovaikutuksia mallintavien laskentaohjelmien käyttöön. Opiskelijat tekevät laskuharjoituksia eri ohjelmien avulla. Kurssilla tutustutaan myös elektronispektroskooppisissa mittauksissa käytettyjen laitteiden suunnitteluun. Tutkimuksen suunnitteluun ja mittaustulosten käsittelyyn liittyviä tekijöitä käydään läpi luennoimalla ja harjoitustyön avulla.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h harjoitustöitä, tentti.

**Kohderyhmä:**

Elektronispektroskopiaan erikoistuneet perus- ja jatko-opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Jatkoa 761673S Elektroni- ja ionispektroskopia -kurssille. Atomifysiikan ja kvanttimekaniikan perustiedot antavat hyvän pohjan kurssin suorittamiselle.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste, jaetaan kurssilla.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kurssin läpäiseminen vaatii säännöllisen osallistumisen luennoille ja harjoitustöihin sekä päätekokeen hyväksytyyn suorittamiseen.

**Vastuuhenkilö:**

Helena Aksela

## 761648S: Epäkoherentin sirontatutkan perusteet, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Maan ionosfääriin tutkimiseen käytetään useita erilaisia radioaaltomenetelmiä. Yksi näistä on epäkoherentti sironta, joka perustuu radioaallon sirontaan ionosfääriin plasman termisistä fluktuaatioista. 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 hyvin pitkälle kehitettyjä modulaatiomenetelmiä, ja niiden mittaustulosten analysointi on muita ionosfäärimittauksia monimutkaisempaa. Tämä kurssi antaa sirontatutkamenetelmän ymmärtämiseen tarvittavat perustiedot.

*Sisältö lyhyesti:* Epäkoherentti sironta plasman termisistä fluktuaatioista, 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.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h harjoituksia, pääteko.

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ionosfäärifysiikka (761658S) sisältää hyödyllisiä perustietoja.

**Oppimateriaali:**

T. Nygrén: Introduction to incoherent scatter measurements (Invers Publications, 1996).

**Vastuuhenkilö:**

Tuomo Nygrén

## 765394A: Erikoiskurssi, 7 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Vaihtuva aihe.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

**765694S: Erikoiskurssi, 7 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä**Laajuus:**

4 - 10 op

**Sisältö:**

Vaihtuva aihe.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

**762629S: Fennoskandian kallioperän geofysikaaliset ominaisuudet, 4 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

4. ja 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Opintojaksossa tutustutaan Fennoskandian ja sen lähiympäristön kallioperän geofysikaalisiin yleispiirteisiin. Jaksossa käsitellään seismisten, sähköisten ja sähkömagneettisten, painovoima- ja magneettisten, geodeettisten sekä termisten ja reologisten tutkimusten perusteella laadittuja geofysikaalisia malleja ja niiden tuomaa tietoa maan pintaosien eli maan kuoren, litosfäärin ja ylävaipan geologis-tektonisista ominaisuuksista ja rakenteesta. Omatoimisella työllä ja ryhmätöillä on opintojakson suorittamisessa keskeinen osuus.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja ja 20 h ryhmätöharjoituksia. Tentti (lopputentin muoto sovitaan kurssin aikana).

**Kohderyhmä:**

Soveltuu kaikille geotieteiden opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali, valittuja artikkeleita geofysiikan ja geologian julkaisuista, opiskelijoiden harjoitustyöselostukset.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

**761666S: Fourier-muunnokset ja niiden sovellutukset, 6 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Opintojaksossa perehdytään Fourier- ja Laplace-muunnoksen matemaattisiin erityisominaisuuksiin ja soveltamiseen eri spektroskooppisiin menetelmiin ja tulosten käsittelyyn.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Fysiikan ja kemian opiskelijat, jotka suuntautuvat spektroskooppisiin menetelmiin sekä yleensä signaalien käsittelyä tarvitsevat luonnontieteiden ja tekniikan opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Spektroskopia ja kvanttimekaniikka.

**Oppimateriaali:**

R.M. Bracewell, The Fourier Transform and Its Applications (McGraw-Hill, Inc. USA, 1965), J. Kauppinen and J. Partanen, Fourier Transforms in Spectroscopy (Wiley-VCH, 2001).

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari

## 761308A: Fysiikan harjoitustyöt, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintopakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. - 3. vuosi.

**Sisältö:**

Laboratoriotöissä perehdytään mittausten suunnitteluun, suorittamiseen, tulosten käsittelyyn ja arviointiin sekä raportointiin. Työt (8 kpl) liittyvät fysiikan luennoilla esitettyihin aiheisiin. Töitä voi jossakin määrin valita oman mielenkiinnon mukaan.

**Toteutustavat:**

Mittaukset tehdään 4 tunnin työvuoroilla opetuslaboratorioissa.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan lisäopinnot -kokonaisuuteen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Perustiedot: Fysiikan perus- ja aineopintokurssit, Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt.

**Oppimateriaali:**

Työohjemoniste, 761308A Fysiikan harjoitustyöt II (toim. L. Jalonen, A. Pulkkinen ja R. Paso).

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari

## 766309A: Fysiikan ja kemian demonstraatiot, 2 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintopakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

780396A Fysiikan ja kemian demonstraatiot 2.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

3. vuosi

**Sisältö:**

Demonstraatiokoulutus sisältää 33 tuntia lukion ja yläasteen fysiikkaan ja kemiaan liittyviä demonstraatioita. Koulutus tapahtuu ryhmissä pääasiassa Normaalikoululla.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen aineenopettajan pedagogisissa opinnoissa.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila

**763101P: Fysiikan matematiikkaa, 6 op****Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

766101P Fysiikan matematiikkaa 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

1. syyslukukausi

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on tarjota opiskelijalle nopeasti fysikaalisten tieteiden tarvitsemia matematiikan perustietoja ja taitoja.

Kurssissa kerrataan koulumatematiikan differentiaali- ja integraalilaskentaa, käydään läpi kompleksiluvut ja funktiot (Moivren kaava) ja lineaariset vakiokertoimiset differentiaaliyhtälöt. Vektoreille käsitellään yhteen- ja vähennyslasku, skalaari- ja ristitulo. Käsitellään monen muuttujan funktiota ja niiden differentiaaleja ja osittaisderivaattoja. Vektorikentille käydään läpi operaattorit gradientti, divergenssi ja roottori sekä integraalilauseet (Gauss ja Stokes). Lopuksi tarkastellaan käyräviivaisia ortogonaalisia koordinaatistoja.

**Toteutustavat:**

36 h luentoja, 30 h harjoituksia, 2 välikoetta tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kaikille fysikaalisten tieteiden opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssilla hankittavat matemaattiset valmiudet ovat välittömästi tarpeen mm. 766323A Mekaniikan, 766321A Sähkömagnetismi I:n ja 766322A Sähkömagnetismi II:n kursseilla.

**Oppimateriaali:**Luentomoniste. [http://physics oulu.fi/teoreettinen\\_fysiikka/oj/763101P/](http://physics oulu.fi/teoreettinen_fysiikka/oj/763101P/)**Vastuuhenkilö:**

Kari Rummukainen

**766651S: Fysiikan tutkimusprojekti, 6 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

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

**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

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Syventävän opintojakson, johon tutkimusprojekti pohjautuu, on oltava hyväksytysti suoritettuna. Sekä projekti (6 op) että pohjana oleva kurssi kirjataan opintosuoritusrekisteriin erikseen.

**Vastuhenkilö:**

Professorit

## 766338A: Fysiikka aineenopettajille, 4 op

**Opiskelumuuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761316A Minä aineenopettajana 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. - 3. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Kurssin tarkoituksena on orientoida aineenopettajiksi aikovia antamalla heille fysiikan opetuksen alustavia taitoja jo ennen aineenopettajankoulutusta. Kurssilla tutustutaan koulussa käytettäviin fysiikan oppikirjoihin ja tarkastellaan samoja aihepiirejä fysiikan kursseillamme esille tulleiden asioiden kanssa. Näiden pohjalta suunnitellaan muutama oppitunti sekä niihin liittyviä demonstraatioita, jotka esitellään muille kurssilaisille. Ainelaitoksella osallistutaan laskupäiville ohjaamalla opiskelijoita.

Näillä toimenpiteillä ja harjoittelulla alennetaan opettamisen kynnyistä mm. siirryttäessä aineenopettajankoulutuksen opetusharjoitteluun.

**Toteutustavat:**

80 % läsnäolo opetuksessa, tutustumisia, käytännön opetusta, oppimispäiväkirja.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen aineenopettajaksi opiskeleville, jos fysiikka on pääaineena.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Perustiedot: fysiikan pohjaopintoja opetusta varten.

**Oppimateriaali:**

Lukion fysiikan kirjat, kurssikirjat.

**Vastuhenkilö:**

Kari Kaila

## 761112P: Fysikaalisen maailmankuvan kehittyminen, 3 op

**Opiskelumuuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Spielberg, Nathan** , Seven ideas that shook the universe , 1995

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761108P Fysiikan maailmankuva 5.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

Syyslukukausi

**Sisältö:**

Fysiikka, entinen luonnonfilosofia, on eräs niistä tieteistä, jotka ovat vieneet kehitystä ja teknologiaa merkittävästi eteenpäin. Kurssilla tarkastellaan lähinnä seitsemää tieteen vallankumoukseen johtavaa oivallusta, ei vain sitä mihin nämä oivallukset johtivat, vaan myös sitä mitä näiden takana on. Tällä kurssilla raavitaan muutamia fysiikan maailmankuvaa muuttaneita asioita pintaa syvemältä - asioita, joiden historiasta fyysikon on myös hyvä tietää.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 14 h harjoituksia, pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Yksi vaihtoehtoinen johdatuskurssi.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaadi edeltäviä opintoja.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: N. Spielberg ja B.D. Anderson: Seven ideas that shook the universe, John Wiley &amp; Sons.

Luentomoniste: K.Kaila, Fysikaalisen maailmankuvan kehittyminen.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila

**761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Kurssin on tarkoitus perehdyttää vaativampien kokeellisten mittausten erityisprobleemoihin.

Luennot ja demonstraatiot käsittelevät valittujen fysiikan alojen mittaustilanteita, kuten tyhjiössä tapahtuvien mittausten erityispiirteitä. Näihin kuuluvat esim. tyhjiön fysikaaliset perusteet, tyhjiötekniikka, tyhjiöpumput ja -mittarit sekä erilaisia tyhjiössä suoritettavia mittauksia. Kurssin tarkempi sisältö riippuu kulloisenkin luennoitsijan omasta erikoisalasta.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 30 h laskuharjoituksia ja harjoituksia, pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintojaksoja aloittavat opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Luentomonisteet

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Aksela

**761121P: Fysikaaliset mittaukset I, 3 op****Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

761115P Fysiikan laboratoriotyöt 1 5.0 op

761118P-01 Mekaniikka 1, luennot ja tentti 0.0 op



761115P-02	Fysiikan laboratoriotyöt 1, laboratorioharjoitukset	0.0 op
761115P-01	Fysiikan laboratoriotyöt 1, luento ja tentti	0.0 op
761114P-01	Yleinen aaltoliikeoppi, luennot ja tentti	0.0 op
761113P-01	Sähkö- ja magnetismioppi, luennot ja tentti	0.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

Syyslukukausi, kevätlukukausi

**Sisältö:**

Laboratoriotöiden tekeminen on fyysikolle tärkeä taito. Niihin opiskelijat johdatetaan luentojen ja laboratoriossa tehtävien ryhmätöiden avulla. Työturvallisuus on oleellinen osa laboratoriotöitä myös fysiikassa. Kurssilla opitaan käyttämään erilaisia mittareita ja mittalaitteita. Mittaustuloksista lasketaan todennäköisin arvo sekä sen tarkkuus virhearviomenetelmällä. Kurssilla tehdään viisi harjoitustyötä 8 opiskelijan ryhmissä. Tällä kurssilla opittuja taitoja voidaan soveltaa suoraan Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt -opintojaksolla ja Fysiikan harjoitustyöt -opintojaksoilla.

**Toteutustavat:**

12 h luentoja, 20 h laboratoriotöitä, päätekoee tai loppukoee. Opintojaksoon sisältyy lisäksi viisi ryhmissä tehtävää harjoitustyötä (á 4 h).

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan perusopintokokonaisuuteen ja Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen.

Syyslukukaudella fysikaalisten tieteiden ja matemaattisten tieteiden opiskelijat sekä osa teknillisen tiedekunnan opiskelijoista. Kevätlukukaudella (fysikaalisten tieteiden opiskelijat), kemian sekä sähkötekniikan ja tietotekniikan koulutusohjelmien opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaadi edeltäviä opintoja. Kurssin suoritus on edellytyksenä 766107P Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt ja 761308A Fysiikan harjoitustyöt suorittamiselle.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste: Luennoilla ilmoitettava materiaali. Työohjemoniste: Fysikaaliset mittaukset I, laboratoriotöiden työohje.

<http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/761121P/>

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila

**766115P: Fysikaalisten tieteiden esittely, 1 op**

**Voimassaolo:** - 31.07.2009

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

1 op

**Ajoitus:**

Syyslukukauden alku.

**Sisältö:**

Opintojaksossa tutustutaan fysikaalisten tieteiden laitoksen toimintaan ja esitellään laitoksessa tehtävää monipuolista tutkimusta. Fysiikassa tehtävän avaruusfysiikan, elektronispektroskopian, infrapunaspektroskopian ja NMR-spektroskopian tutkimuksen lisäksi laitoksella tehdään biofysiikan, teoreettisen fysiikan, tähtitieteen ja geofysiikan eri alojen tutkimusta. Kunkin tutkimusalan esittelyyn on varattu 3 tunnin jakso. Näiden lisäksi on yksi tilaisuus, jossa kerrotaan aineenopettajan koulutuksesta ja fyysikkojen sijoittumisesta työelämään.

**Toteutustavat:**

27 h luentoja, 75 % läsnäolo.

**Kohderyhmä:**

Fysikaalisten tieteiden koulutusohjelman 1. vuoden opiskelijat (pakollinen), muut fysikaalisten tieteiden tutkimuksesta kiinnostuneet.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaadi edeltäviä opintoja.

**Oppimateriaali:**

Tutkimusryhmien jakama materiaali. <http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/766115P/>

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila

**766107P: Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

1. kevät - 3. syksy

**Sisältö:**

Laboratoriotöissä perehdytään mittausten suunnitteluun, suorittamiseen, tulosten käsittelyyn ja arviointiin sekä raportointiin. Työt liittyvät luennoilla esitettyihin aiheisiin. Töitä voi jossakin määrin valita oman mielenkiinnon mukaan. - Kaikille yhteiset fysiikan harjoitustyöt (3 op): (1/2 op/ työselostustyö, 1/3 op/ lomaketyö) - Pakolliset oppiainekohtaiset harjoitustyöt (2 op): Biofysiikan työt, Fysiikan työt, Geofysiikan työt, Tähtitieteen työt - Vapaavalintaiset työt (1 op): Biofysiikan, fysiikan, geofysiikan tai tähtitieteen töitä. Tarkempi kuvaus tehtävistä töistä löytyy laitoksen verkkosivuilta ja opetuslaboratorioista.

**Toteutustavat:**

Mittaukset tehdään 4 tunnin työvuoroilla opetuslaboratorioissa ja noin puolesta töistä laaditaan kirjalliset raportit.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan perusopinnot kokonaisuuteen ja Fysiikan lisäopinnot -kokonaisuuteen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ennen töiden aloittamista on suositeltavaa suorittaa opintojakso 761121P Fysikaaliset mittaukset I.

**Oppimateriaali:**

Työohjemonistheet. Lisäksi yksittäisten töiden ohjeita on saatavissa asianomaisista laboratorioista.

<http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/766107P/>

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko, Toivo Korja (geofysiikka), Jari Kajava (tähtitiede)

**765330A: Galaksit, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

765309A Galaksit 5.0 op

765630S Galaksit 6.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Kurssi esittää suurten tähtijärjestelmien, galaksien, rakenteen ja kinematiikan pääpiirteet. Tarkasteltavina asioina ovat mm. galaksien vuorovaikutukset, spiraalirakenteen synty ja aktiivisuus galaksien ytimissä. Erityistä huomiota kiinnitetään omaan galaksiimme, Linnunrataan. Kurssilla käydään lävitse myös useita tähtitieteellisiä etäisyysien määrittämenetelmiä, jotka johtavat käsityksemme suuren mittakaavan rakenteesta ja maailmankaikkeuden laajenemisesta.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja ja harjoituksia. Tentti.

**Kohderyhmä:**

Toisen ja ylemmän vuosikurssin opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Johdatus tähtitieteeseen I ja II (suositus).

**Oppimateriaali:**

Sparke, L.S., Gallagher, S.: Galaxies in the Universe, Cambridge, 2<sup>nd</sup> ed., 2007.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Rautiainen

## 765671S: Gasdynamics and interstellar medium, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Sisältö:**

Basics of radiative transfer. Spectral lines. Physics of HII regions. Cooling and heating of the gas and dust. Multiphase interstellar medium. Basics of gasdynamics. Shock waves. Evolution of photoionized nebulae. Stellar winds. Supernovae explosions. Star formation.

**Toteutustavat:**

Lectures 32 h, exercise sessions 8 h, home exercises (30% of the final score), short essay and a presentation (20%), final exam (50%).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Fits well together with Theoretical Astrophysics and Tähtien rakenne ja evoluutio / Stellar structure and evolution.

**Oppimateriaali:**

Dyson J. E., Williams D. A.: The physics of the interstellar medium, 2nd ed., Institute of Physics Publishing, 2003; compendium.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 762662S: Geofysiikan erikoisluennot, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Opintoviikkomäärä kurssin mukaan. Vieraillevien luennoitsijoiden kursseille varattu koodi opinto-oppaassa. Kurssin laajuudesta ja suoritustavasta neuvotellaan aina etukäteen alan professorin kanssa. Kurssilla käsitellään geofysiikan tutkimuksen ajankohtaisia erityiskysymyksiä. Luennot ovat pääsääntöisesti englanninkielisiä.

**Toteutustavat:**

Kurssin mukaan.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen.

**Oppimateriaali:**

Kurssin mukaan.

**Vastuuhenkilö:**

Kurssin mukaan.

## 762303A: Geofysikaaliset kentät, 8 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

3. - 5. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää eri geofysikaalisten tutkimusmenetelmien taustalla vallitsevien fysikaalisten lainalaisuuksien matemaattiseen kuvaamiseen ja yksinkertaistettujen kenttäprobleemien ratkaisemiseen. Kurssilla käsitellään mm. sähköstaattiset, virtausstaattiset, magnetostaattiset ja sähkömagneettiset kentät ja lähteet, painovoima, sekä kiinteän aineen ja nesteiden mekaniikkaa. Lisäksi käsitellään vektori- ja tensorilaskennan peruskäsitteet, kenttien ja väliaineiden fysikaalisten ominaisuuksien väliset yhteydet sekä Laplacen, Poissonin ja Maxwellin yhtälöiden sekä liike- ja aaltoyhtälöiden ratkaisumenetelmiä. Harjoituksissa ja harjoitustyössä hyödynnetään symbolisen matematiikan ohjelmistoja.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 30 h laskuharjoituksia ja harjoitustyö, kaksi välikoetta tai tentti.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen geofysiikan pääaineopiskelijoille FM-tutkinnossa.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali; Eloranta, E., 2003: Geofysiikan kentäteoria.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu: [http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762303A\\_Geofys\\_kentat.html](http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762303A_Geofys_kentat.html)

## 762322A: Geomagnetismi, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

Opintojakson sopiva aika on 4. tai 5. opintovuosi.

**Sisältö:**

Monet meistä tuntevat kompassin, mutta kuinka moni tietää mihin kompassin toiminta oikeastaan perustuu. Mitä tarkoitetaan dynamoteorialla? Nämä asiat muiden lisäksi selventyvät tämän opintojakson yhteydessä. Opintojaksossa perehdytään myös magneettisten mittausten historiaan ja nykytilanteeseen sekä perehdytään menetelmiin, joilla magneettikentän vaihteluiden avulla tutkitaan maapallon sisäistä rakennetta ja mantereiden liikettä. Kurssin käytyään opiskelija tuntee maapallon magneettikentän syntyhistorian ja nykytilan, osaa kuvata sitä matemaattisesti sekä hallitsee sen mittaamisessa käytettäviä laitteita. Sisältö: Johdanto, geomagnetismin historiaa, perusmääritelmiä, dipolikenttä, kentän malleista, ajalliset vaihtelut, syntymekanismit, mittaaminen, muiden planeettojen ja auringon magneettikentät, väliaineen magneettisista ominaisuuksista, geomagneettiset menetelmät maan sisäosien tutkimisessa, paleomagnetismi.

**Toteutustavat:**

24 h luentoja ja 12 h harjoituksia (kurssiin sisältyvät harjoitukset ovat pääosin kirjallisuustutkimuksia geomagnetismiin keskeisesti liittyvistä aiheista). Tentti (lopputentin muoto sovitaan kurssin aikana).

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali. Nevanlinna, H., 2006. Avaruussää. Auringosta tuulee. Ursa. Jacobs, J.A., (ed.), 1987: Geomagnetism. Vols 1-4; Merrill, R.T., McElhinny, M.W. & McFadden, P.L., 1996: The Magnetic field of the Earth: Paleomagnetism, the core and the deep mantle.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

**766656S: Heliosfäärifysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Luennoidaan tarvittaessa englanniksi.

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**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.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoee

**Kohderyhmä:**

Suosittelaa avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tukee mm. kursseja 766654S Aurinkofysiikka ja 766655S Kosmiset säteet.

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

**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.

**Vastuuhenkilö:**

Kalevi Mursula

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu <http://physics.oulu.fi/fysiikka/oj/766656S/>

**764620S: Hemodynamiikka, 4 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

4. - 5. syksy

**Sisältö:**

Kurssilla opitaan verenkierron keskeiset fysikaaliset ominaisuudet, sydämen toiminnan biofysiikka, verenkierto, paine- ja virtaussuureet verenkierrossa, laminaarisuus ja turbulenssi, keskeiset menetelmät verenkiertojärjestelmän tutkimiseksi ja mallintamiseksi.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja ja 15 h laskuharjoituksia, tai vastaava määrä pienryhmätyöskentelyä, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (valinnainen FM, suositeltava LKTBF-linjalla).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Differentiaaliyhtälöiden ja aaltoliikkeen fysiikan hallinta on eduksi.

**Oppimateriaali:**

Luennot ja luentomoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 764680S: Hermoston tiedonkäsittely, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. syksy

**Sisältö:**

Kurssi antaa perusteet hallita hermoston tiedonkäsittelyyn liittyvät funktiot, esimerkiksi: hermosolujen kalvotapahtumat, synaptiset toiminnat, hermosolujen signaalit, neuraalinen informaatio. Lisäksi käsitellään kliinisen neurofysiologian perusteita, hermoverkkoteoriaa, ja eräitä erityiskysymyksiä.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 15 h laskuharjoituksia, tentti, kotitentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen FM, SMBF) ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Solukalvojen biofysiikka 764323A suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia.

**Oppimateriaali:**

Luennot; J. Keener, J. Sneyd: Mathematical Physiology, Springer, Berlin, 1998 (osittain).; D. Johnston, S. Wu: Foundations of Cellular Neurophysiology, MIT Press, Cambridge MA, 1995 (osittain). C. Koch: Biophysics of Computations (osittain).

<http://physics oulu.fi/biofysiikka/oj/764680S/>

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 763621S: Hiukkasfysiikan perusteet, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi/englanti

**Ajoitus:**

3. - 4. vuosi

**Sisältö:**

Alkeishiukkaset ovat kaiken aineen perustana, ja kaikkien fysikaalisten prosessien takana ovat alkeishiukkasten vuorovaikutukset. Tämä kurssi antaa yleiskatsauksen hiukkasfysiikan standardimallista: sen sisältämistä hiukkasista, vuorovaikutuksista sekä symmetrioista mitkä ovat hiukkasten luokittelun sekä vuorovaikutusten takana. Relativistisiin aaltoyhtälöihin tutustumisen jälkeen kurssilla tutustutaan kvanttielektrodynamiikkaan ja opitaan laskemaan kvarkkien ja leptonien sähkömagneettisia vuorovaikutuksia Feynmanin diagrammisääntöjen avulla. Käsittely laajennetaan rakenteellisten hadronien sirontaan partonimallin puitteissa. Hiukkasfysiikan standardimalli, joka käsittää kvarkkien ja leptonien sähkömagneettiset ja heikot vuorovaikutukset sekä kvarkkien ja gluonien väri vuorovaikutukset, tulee myös lyhyesti esitellyksi.

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 30 h harjoituksia ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan opiskelijat (vapaasti valittava).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina Fysiikan matematiikkaa, Johdatus suhteellisuusteoriaan sekä Kvanttimekaniikka I. Kurssi antaa riittävän tietopohjan muiden hiukkasfysiikan ja kvanttikentäteorioiden kurssien omaksumiseen.

**Oppimateriaali:**

Luentomuistiinpanot sekä kirjat D. Griffiths: Introduction to Elementary Particles (1986), F. Halzen, A.D. Martin: Quarks and Leptons (1984).

**Vastuuhenkilö:**

Kari Rummukainen

**763654S: Hydrodynamiikka, 6 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintopakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

6 op

**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.

*Sisältö lyhyesti:* Jatkuvuusyhtälö, hydrostaattikka, Navier-Stokes-liikeyhtälö, virtauksia yksinkertaisissa tapauksissa, ääniaallot, nesteen pinta-aallot.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 24 h harjoituksia, tentti.

**Kohderyhmä:**

Kaikki fysikaalisia aineita opiskelevat. Koska kurssia luennoidaan harvoin, sille kannattaa tulla heti, kun esitiedot on opiskeltu.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina tarvitaan kursseja Fysiikan matematiikkaa ja Mekaniikka vastaavat tiedot.

**Oppimateriaali:**

A. R. Paterson: A first course in fluid dynamics, Cambridge, Univ. Press 1983. Luentomuistiinpanoja.

[http://physics oulu.fi/teoreettinen\\_fysiikka/oj/763654S](http://physics oulu.fi/teoreettinen_fysiikka/oj/763654S)

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**762193P: Hydrologian ja hydrogeofysiikan perusteet, 4 op****Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintopakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Opintojakson suositeltava suoritusajankohta on 1. opintovuosi geofysiikan pääaineopiskelijoille. Luennoidaan kevätlukukaudella.

**Sisältö:**

Opintojakso antaa opiskelijalle yleiskuvan hydrologiasta eli vesikehän ilmiöistä. Erityiskohteenä on maankamaran vedet eli geohydrologia ja niiden geofysikaalinen tutkimus (hydrogeofysiikka). Aiheina ovat veden kiertokulku ja siihen liittyvät osatapahtumat (sadanta, haihdunta ja valunta-virtaama), osatapahtumien väliset suhteet, hydrologiset havainnointimenetelmät sekä vesitaseen osakomponenttien ajallinen ja alueellinen vaihtelu Suomessa. Tässä yhteydessä käsitellään myös eräitä meteorologiaan liittyviä ilmiöitä kuten sadantaan liittyviä tekijöitä sekä ilmakehän säteilyolosuhteita. Kurssin loppuosa käsittelee geohydrologiaa ja hydrogeofysiikkaa eli pohjaveden muodostumiseen ja esiintymiseen vaikuttavia seikkoja sekä pohjavesitutkimuksessa käytettäviä geofysikaalisia menetelmiä.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja ja 10 h laskuharjoituksia. Tentti; lisäpisteitä lasketuista laskuharjoitustehtävistä.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso soveltuu kaikille ympäristöasioista kiinnostuneille. Geofysiikan pääaineopiskelijoille opintojakso on pakollinen LuK-tutkinnossa.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja luentomateriaali. Soveltuvia osia teoksista Hooli, J. & Sallanko, J., 1996: Hydrologian luentomoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

## 762660S: Ice & Snow Physics & Chemistry & Glaciology, 3 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

3 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Sisältö:**

An introduction to ice and snow as materials, and their impact on the evolution of the Earth's surface and climate. Ice atomic structure, different phases of ice – ice in the Solar System. Glacier ice, transformation of snow into ice. Rheology of ice, glacier flow and models. Impurities in ice, ice core chemistry and the palaeoclimate record. There is a possible field course to be arranged later.

**Toteutustavat:**

Lectures 24 h and a final examination.

**Kohderyhmä:**

Master's students all disciplines; numerical disciplines at undergraduate level.

**Oppimateriaali:**

Handout. Paterson, W.S.B., 1994: Physics of Glaciers, 3<sup>rd</sup> edition.

**Vastuuhenkilö:**

John Moore

## 761662S: Infrapunaspektroskopia, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot



**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Sisältö:**

Molekyylispektroskopian avulla saadaan tietoa molekyylin rakenteesta ja voimakentästä sekä molekyylin atomien ja ydinten ominaisuuksista (esim. ydinspin). Molekyylispektroskopiolla on runsaasti yhteyksiä laser- ja astrofysiikkaan ja se on saavuttanut laajalti käytännön sovellutuksia ennen kaikkea kemiallisessa analytiikassa. Myös ilmakehän ja sen epäpuhtauksien tutkimuksessa spektroskooppiset menetelmät ovat tärkeitä. Tässä kurssissa tarkastellaan sitä osaa molekyylispektroskopiasta, joka liittyy molekyylin värähtelyyn ja pyörimiseen.

*Sisältö lyhyesti:* Molekyylien pyöriminen ja värähtely, molekyylien symmetria, rotaatio-vibraatio-spektrit.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h harjoituksia, päätekoee tai loppukoe.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Opintojaksoon osallistujien oletetaan tuntevan kvanttimekaniikan perusteet, klassillista mekaniikkaa aineopintojakson tasolla sekä lineaarialgebraa.

**Oppimateriaali:**

S. Alanko: Infrapunaspektroskopia (moniste).

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

## 764640S: Intracellulaariset rekisteröinnit, 3 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija solunsisäisen rekisteröinnin menetelmään ja sen muunnoksiin (esim. jännite-lukitus-menetelmiä) sekä teoreettisesti että käytännössä.

**Toteutustavat:**

10 h luentoja, 20 h harjoitustöitä tai pienryhmäopetusta, tentti.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen. Järjestetään sopimuksen ja tarpeen mukaan etupäässä neljännen vk:n tai sitä vanhemmille opiskelijoille koulutuslinjalla 1 (SMBF), tai jatko-opintoihin liittyvänä kurssina.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Solukalvon biofysiikka ja Hermoston tiedonkäsittely -kurssit ovat välttämättömiä edellytyksiä kurssille osallistumiselle.

**Oppimateriaali:**

Luennot ja pienryhmäopetukset. Oppikirja: Microelectrode Techniques, toim. D. Ogden, Company of Biologists, Cambridge 1994 (tai uudempi).

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 761658S: Ionosfäärifysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Kurssi käsittelee Maan ylemmää, osittain ionisoitunutta, ilmakehää eli ionosfääriä. Ionosfääri syntyy pääasiassa Auringon ionisoivan säteilyn seurauksena. Korkeiden leveyspiirien ionosfääri on paljon dynaamisempi kuin keskileveys- tai matalilla leveysasteilla. Tämä johtuu siitä, että korkeiden leveyspiirien ionosfääri on suoraan kytkeytynyt magneettisten kenttäviivojen välityksellä Maan magnetosfääriin, joka taas kytkeytyy aurinkotuuleen. Korkeiden leveyspiirien ionosfäärissä kulkevat voimakkaat sähkövirrat 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 (kurssimateriaali on englanninkielinen):* Solar radiation, the atmosphere of the Earth and its dynamics, formation of the ionosphere and ion chemistry, plasma motion and diffusion in the ionosphere, ionospheric electrical currents and electric fields, aurora, some selected phenomena of the ionosphere (e.g. electrojets in the equatorial and auroral regions, sporadic-E layers and polar wind).

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 20 h harjoituksia, pääteko.

**Kohderyhmä:**

Pääasiassa fysiikan opiskelijat, joiden erikoisalana on avaruusfysiikka. Sopii hyvin myös opettajiksi aikoville.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

766355A Avaruusfysiikan perusteet tarjoaa hyödyllisiä esitietoja. Kurssi tukee mm. kursseja 761649S Revontulifysiikka, 761648S Epäkoherentin sirontatutkan perusteet ja 761657S Magnetosfäärifysiikka.

**Oppimateriaali:**

A. Aikio ja T. Nygrén: Physics of the Ionosphere of the Earth, on jakelussa fysikaalisten tieteiden laitoksen verkkosivuilla.

Luentomateriaali perustuu osin kirjaan: A. Brekke, Physics of the Upper Atmosphere, John Wiley & Sons, 1997.

**Vastuuhenkilö:**

Anita Aikio ja Tuomo Nygrén

## 762135P: Johdatus globaaliin ympäristögeofysiikkaan, 6 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintopakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

2. - 3. opintovuosi

**Sisältö:**

Tavoitteena on antaa yleiskuva globaalisten ympäristökysymysten fysikaalisista perusteista sekä geofysiikan tutkimusmenetelmien käytöstä kohteellisissa tutkimuksissa.

*Sisältö:* Maapallon rakenne ja toiminta (geofysikaaliset prosessit): kiinteä maa, valtameret, ilmakehä, jäätiköt, pohjavesi, ydinjätteet sekä luonnonkatastrofit. Ympäristön seurantamittaukset. Ympäristön mallintamisen perusteet; maapallo systeeminä. Ilmastomuutokset ja niiden seuraukset.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja ja harjoitustyö. Tentti ja hyväksytyt harjoitustyöt.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kurssi geofysiikan pääaineopiskelijoille LuK-tutkinnossa. Kurssi sopii kaikille luonnontieteellisen tiedekunnan opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja luentomateriaali. Kakkuri, J. & Hjelt, S.-E., 2000: Ympäristö ja geofysiikka sekä soveltuvia osia teoksesta Houghton, J., 2004: Global warming: The complete briefing (3<sup>rd</sup> ed.).

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## 763102P: Johdatus suhteellisuusteoriaan, 3 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763105P Johdatus suhteellisuusteoriaan 1 2.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

1. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Suhteellisuusteorian johdonmukaisuus, ristiriidattomuus, vähäiset alkuoletukset, arkiajattelua hämmentävät esimerkit, elegantti matemaattinen esitys ja kokeellinen todistusvoima tekevät kurssista kiinnostavan ja fysiikan opiskeluun innostavan. Suhteellisuusteoriassa tarkastellaan erityisesti ajan ja paikan käsitteitä sekä fysiikan lakien riippumattomuutta liikelilasta. Kurssilla opitaan, kuinka suhteellisuusteoria rakentuu kahden peruspostulaatin pohjalta ja johtaa Lorentzin koordinaatistomuunnokseen, kun koordinaatistojen välinen nopeus on vakio. Samanaikaisuuden suhteellisuus, pituuden kontraktio ja ajan dilataatio saadaan muunnoksen välittöminä seurauksina. Ilmiöitä tarkastellaan paitsi muunnosten pohjalta myös Minkowskin diagrammeihin nelilotteisessa avaruus-aika-maailmassa. Fysiikan lakien liikelilariippumattomuus on yksinkertaisinta esittää nelivektorein, joihin kurssilla tutustutaan. Kurssi johdattelee myös suhteellisuusteorian tärkeään sovellutusalueeseen, hiukkasten kinematiikkaan sironta- ja tuottoprosesseissa.

**Toteutustavat:**

22 h luentoja, 20 h harjoituksia, 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan ja fysiikan opiskelijat (pakollinen), biofysiikan, geofysiikan ja tähtitieteen opiskelijat (valinnainen).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssin tietopohja on välttämätön syventävien opintojaksojen 763621S Hiukkasfysiikan perusteet, 763625S Kenttäteoria ja 763629S Klassinen kenttäteoria omaksumiseen.

**Oppimateriaali:**

E. Suhonen: Johdatus suhteellisuusteoriaan (moniste, J. Maalampi, T. Perko: Lyhyt johdatus moderniin fysiikkaan (Limes ry), P. Mutka: Erikoinen suhteellisuusteoria (moniste).

**Vastuuhenkilö:**

Kari Rummukainen

## 765101P: Johdatus tähtitieteeseen I, 4 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

765103P Johdatus tähtitieteeseen 2.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Syyslukukausi

**Sisältö:**

Yleistajuinen johdatus nykyajan tähtitieteeseen: tähtitieteen merkitys vanhimpana tieteenä, tähtitieteen menetelmät, pääpiirteet aurinkokunnasta, Auringosta, tähdistä ja niiden kehityksestä, tähtienvälisestä aineesta, tähtijoukoista, Linnunradasta ja galakseista.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja. Tentti.

**Kohderyhmä:**

Kaikkien tiedekuntien opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Tähtitieteen perusteet, toim. H. Karttunen et al., 4. laitos, Ursan julkaisuja 87 (2003), (valittuja kohtia). H. Oja: Maailmankaikkeus 2008, Ursa 2007.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

## 765102P: Johdatus tähtitieteeseen II, 8 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Sisältö:**

Edellistä kurssia täydentävä ja kvantitatiivisempi johdatus, sisältäen mm. säteilymekanismien alkeet, taivaanmekaniikkaa, tähtien rakenteen ja kehityksen, Linnunradan rakenteen ja kosmologian perusteet.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja ja 12 h laskuharjoituksia. Tentti.

**Kohderyhmä:**

Kaikkien tiedekuntien opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Tähtitieteen perusteet, toim. H. Karttunen et al., 4. laitos, Ursan julkaisuja 87 (2003), (valittuja kohtia). H. Oja: Maailmankaikkeus 2007, Ursa 2006.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

## 762315A: Kaukokartoitus, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Kurssilla tutustutaan kaukokartoituksen perusteisiin. Luennoilla opetetaan kaukokartoitusaineiston fysikaaliset perusteet, aineiston havainnointi, käsittely ja hyödyntäminen. Sovelluksissa tutustutaan esim. erilaisten satelliittien tarjoamaan apuun geotieteellisten ongelmien ratkaisemisessa. Kurssin harjoituksissa tutustutaan johonkin käytössä olevaan kuvankäsittelyohjelmistoon. Ajoitus ja kohderyhmä: Kurssia suositellaan kaikille satelliittiaineiston hyötykäytöstä kiinnostuneille.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 10 h harjoituksia, päätekoee tai loppukoe, harjoitustyö.

**Oppimateriaali:**

Lillesand and Kiefer: Remote sensing and image interpretation. Soveltuvia osia kirjoista: Ulaby, Moore and Fung: Microwave remote sensing: Active and passive, vol. I-III. R.M. Haralick and Simonett: Image processing for remote sensing. Ford ym. (toim.): Guide to Magellan image interpretation, Hanel et al. (2003), Exploration of the Solar System by Infrared Remote Sensing, Cambridge University Press.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

## 763625S: Kenttäteoria, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti/Suomi

**Ajoitus:**

3. - 5. vuosi

**Sisältö:**

Kvanttikenttäteoriat ovat kaikkien hiukkasfysiikan teorioiden ja lopulta kaiken fysiikan perustana. Tällä kurssilla käsitellään kvanttikenttäteorioiden perusteita, rakennetta sekä etenkin laskumenetelmiä tavoitteena perehdyttää opiskelija renormalisaatioteoriaan ja mittateorioiden Feynmanin diagrammien laskemiseen. Vaikutusfunktionaali konstruoidaan klassisille ja kvanttikentille; systeemin ominaisuudet lasketaan Feynmanin polkuintegroinnilla. Renormalisaatioon tutustutaan  $\lambda\phi^4$ -teoriassa. Lisäksi käsitellään mittakenttäteorioita sekä fermioneja, jotka ovat välttämättömiä hiukkasfysiikan standardimallin ominaisuuksien ymmärtämiseksi. Tämä kurssi on perustana hiukkasfysiikan ja kenttäteorian syvemmälle tutkimukselle.

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 30 h harjoituksia ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan opiskelijat ja jatko-opiskelijat (vapaasti valittava).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina Analyttinen mekaniikka (763310A) ja Kvanttimekaniikka II (763313A). Lisäksi hyödyllisiä ovat Klassinen kenttäteoria (763629S), Hiukkasfysiikan perusteet (763621S).

**Oppimateriaali:**

Peskin, Schroder: An Introduction to Quantum Field Theory (1997), P. Ramond: Field Theory, A Modern Primer (1982), A. Zee: Quantum Field Theory in a Nutshell (2004), Luentomuistiinpanot.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Rummukainen

## 761670S: Kiinteän aineen NMR-spektroskopia, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Opintojaksossa tarkastellaan kiinteässä olomuodossa olevan näytteen tutkimiseen käytettävän ydinmagneettisen resonanssispektroskopian (NMR-spektroskopian) perusteita. Aiheita ovat NMR-parametrit kiinteässä aineessa, yhtenäiskidespektrit, jauhespektrit, näytteen pyörityskokeet (MAS, VAS, DAS ja DOR), dipolikytkennän aiheuttama viivan leveneminen ja ristipolarisaatio.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja suorittavat fysiikan ja kemian opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Materiaali jaetaan kokonaan tai osittain luennoilla.

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila

## 762192P: Kiinteän maan geofysiikka, 3 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

Opintojakson suositeltava suoritusajankohta on 1. opintovuosi geofysiikan pääaineopiskelijoille. Luennoidaan syyslukukaudella.

**Sisältö:**

Opintojakso antaa kattavan yleiskuvan maapallon sisäisestä rakenteesta ja prosesseista sekä näiden tutkimiseen käytettävistä geofysikaalisista tutkimusmenetelmistä.

*Sisältö:* Yleiskuvaus geofysiikasta. Maa taivaankappaleena – muoto, koko, kierto- ja pyörähdysliikkeet.

Painovoima – maapallon painovoimakenttä, geoidi, tiheys, isostasias, vuoksi ja luode. Kallioperän deformaatio ja reologia. Seismologia – maanjäristysaallot ja maapallon sisäinen rakenne. Maapallo magneettina – geomagnetismi, maapallon magneettikenttä sekä sen ajalliset ja paikalliset muutokset, paleomagnetismi ja mantereiden muinaiset liikkeet. Maapallon sähköiset, termiset ja radioaktiiviset ominaisuudet. Dynaaminen maapallo – laattatektoniikka ja maan sisäinen dynamiikka ja massaliikunnot.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja ja 14 h laskuharjoituksia. Tentti; lisäpisteitä lasketuista laskuharjoitustehtävistä.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso soveltuu kaikille maapallon fysikaalisesta rakenteesta ja prosesseista kiinnostuneille. Geofysiikan pääaineopiskelijoille opintojakso on pakollinen LuK-tutkinnoissa.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja luentomateriaali. Luvut 3, 4, 10 ja 11 teoksesta Kakkuri, J., 1991: Planeetta maa sekä soveltuvin osin Lowrie, W., 1997: Fundamentals of geophysics.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

## 763629S: Klassinen kenttäteoria, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**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.

Kurssi alkaa yleistämällä Analyyttisen mekaniikan kurssissa opittua Lagrangen formalismia jatkuvaan materiaan. Siitä lähtien 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.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 12 laskuharjoitusta (24 h), 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Erityisesti teoreettisen fysiikan opiskelijat. Koska kurssia luennoidaan harvoin, sille kannattaa tulla heti, kun esitiedot on opiskeltu.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina Sähkömagnetismi I ja II, 763102P Johdatus suhteellisuusteoriaan ja 763310A Analyyttinen mekaniikka. Klassisen kenttäteorian rinnalla suositellaan kurssia 763654S Hydrodynamiikka.

**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).

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763636S Kondensoidun materian fysiikka 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

4. vuosi

**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 lokalisoiduista 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.

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 12 laskuharjoitusta (24 h) ja 1 kirjallinen tentti.

**Kohderyhmä:**

Erityisesti teoreettisen fysiikan opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Syvennetty versio kurssista Aineen rakenne I (763333A). Edeltävinä opintoina Kvanttimekaniikka I (763312A) ja Termofysiikka (766328A).

**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.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

## 766655S: Kosmiset säteet, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Luennoidaan tarvittaessa englanniksi.

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**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 soihtupurkaukset 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.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Suosittelaa avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tukee mm. kursseja 766654S Aurinkofysiikka ja 766656S Heliosfäärifysiikka.

Edeltävänä opintona suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet ja/tai 761353A Plasmafysiikan perusteet.

**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.

**Vastuuhenkilö:**

Kalevi Mursula

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu <http://physics.oulu.fi/fysiikka/oj/766655S/>

## 763622S: Kvanttimekaniikan jatkokurssi, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. tai 4. syyslukukausi

**Sisältö:**



Kvanttimekaniikan perusteiden lyhyen kertauksen jälkeen tarkastellaan symmetrioita kvanttimekaniikassa: rotaatiosymmetria ja siihen liittyvä impulssimomentti sekä translaatio-, pariteetti- ja ajankäännösymmetriat. Reaalisysteemeille oleellisista menetelmistä esitellään mm. Rayleigh-Schrödingerin ja Brillouin-Wignerin ajasta riippumattomat häiriölaskut. Ajasta riippuvan häiriölaskun yhteydessä tutustutaan mm. vuorovaikutuskuvaan ja johdetaan Fermin kultainen sääntö. Säteilyn ja materian vuorovaikutuksen käsittely päätetään selittämällä, miksi taivas on sininen ja auringon lasku punainen. Kurssin lopuksi käydään vielä lyhyesti läpi relativistiset Klein-Gordonin ja Diracin yhtälöt.

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 30 h harjoituksia ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Kohdistettu teoreettisen fysiikan opiskelijoille ja spektroskopiaan syventyville opiskelijoille kuten myös muille atomien ja materian mikroskooppisesta rakenteesta kiinnostuneille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edeltävänä opintona kurssi Kvanttimekaniikka II (763313A).

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Pekka Pietiläinen

## 766646S: Kvanttimekaniikan sovelluksia SR-spektroskopiassa, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään erilaisia säteilyn ja aineen vuorovaikutuksia kvanttimekaanisten sironnamallien avulla. Perusilmiöt ovat fotonien absorptio ja emissio, sekä elektronien sironna ja emissio (fotoionisaatio ja Augerin ilmiö). Kurssi alkaa fotoabsorption käsittelyllä, jonka yhteydessä esitellään vaikutusalan ja oskillaattorivoimakkuuden käsitteet. Seuraavaksi käsitellään elastista elektronisironnasta potentiaalironnan teorian avulla. Sovelluksina käsitellään matalaenergiäsironnasta ns. efektiivisen kantaman teorian avulla, resonansseja, sekä sironnasta Coulombin potentiaalissa. Elektronien ja fotonien vuorovaikutuksia käsitellään kvantisoidun sähkömagneettisen kentän teorian avulla. Sovelluksina käsitellään Fermin kultaisen säännön johto ajasta riippumattoman sironnateorian avulla, jonka yhteydessä esitellään metastabiilien tilojen elinajan käsite ja liitetään se sidottujen- ja jatkumotilojen vuorovaikutuksiin. Tämän jälkeen käsitellään fotonien polarisaatiotilan vaikutusta fotoelektronien kulmajakaumiin esimerkkeinä tiheysmatriisien käytöstä sironnan tilastollisessa käsittelyssä. Kurssin lopuksi käsitellään epäelastista fotonisironnasta (Ramanin ja Comptonin sironna) ja Augerin ilmiötä.

**Toteutustavat:**

35h luentoja, mukaanlukien laskuharjoitustöiden käsittelyä. Tentti sopimuksen mukaan, mahdollisesti suullinen.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintojaksoja suorittavat ja jatko-opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: 766326A Atomifysiikka ja 763612S Kvanttimekaniikka I.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste. Taustamateriaalina esim. kirja H. Friedrich: Theoretical Atomic Physics.

**Vastuuhenkilö:**

Sami Heinäsmäki

**Lisätiedot:**

<http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/766646S/>

## 763312A: Kvanttimekaniikka I, 10 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763612S Kvanttimekaniikka I 10.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. syyslukukausi

**Sisältö:**

Nykyaikainen nanoteknologia on johtanut siihen, että kvanttimekaniikkaan perustuvat sovellukset ovat osa meidän jokapäiväistä elämäämme. Mikromaailman hiukkaset ovat aaltoja, joita kuvataan ns. aaltofunktion avulla. Aaltofunktio saadaan aaltoyhtälön eli Schrödingerin yhtälön ratkaisuna. Kurssilla esitetään ensin Schrödingerin yhtälön ratkaiseminen yksiulotteisissa ongelmissa, joilla on tärkeitä sovelluksia mm. kerrosrakenteisissa puolijohdeissa. Vetyatomien ominaistilojen ja aaltofunktioiden laskeminen edellyttää puolestaan kolmiulotteisen Schrödingerin yhtälön ratkaisemista. Eräs kvanttimekaniikan peruskäsitteistä on epätarkkuusperiaate, joka tarkoittaa sitä, että mm. hiukkasen paikkaa ja nopeutta ei voida mitata mielivaltaisen tarkasti yhtä aikaa. Hiukkasen paikan todennäköisyysjakautumaa kuvataan aaltofunktiolla ja mitattavat suureet, kuten paikka ja nopeus saadaan näitä suureita vastaavien operaattoreiden ominaisarvoina. Lisäksi kurssilla käsitellään häiriölaskentaa ja alkuaineiden jaksollisen järjestelmän muodostumista.

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 13 kpl harjoituksia, 2 välikoetta.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan opiskelijat (pakollinen). Fysiikan opiskelijoille suoritus tulee koodilla 763612S.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina tarvitaan Atomifysiikan ja Differentiaaliyhtälöiden kurssit. Kurssin ymmärtämistä tarvitaan Kvanttimekaniikka II:ssa ja Kvanttimekaniikan jatkokurssissa sekä useissa muissa teoreettisen fysiikan syventävissä opintojaksoissa.

**Oppimateriaali:**

M. Saarela: Kvanttimekaniikka I (luentomoniste 2004), C. Cohen-Tannoudji, L. Diu & F. Laloe: Quantum Mechanics vol. I (1977), J. J. Powell & B. Crasemann: Quantum Mechanics (1961), L.I. Schiff: Quantum Mechanics (1968). [http://physics oulu.fi/teoreettinen\\_fysiikka/oj/763312A](http://physics oulu.fi/teoreettinen_fysiikka/oj/763312A)

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Saarela

## 763612S: Kvanttimekaniikka I, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763312A Kvanttimekaniikka I 10.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. syyslukukausi

**Sisältö:**

Ks. 763312A Kvanttimekaniikka I.

**Kohderyhmä:**

Fysiikan opiskelijat (pakollinen). Aineenopettajan sv:n opiskelijat (pääaineena fysiikka) suorittavat 1. vk:n, mistä he saavat 6 op suorituksen.

**Oppimateriaali:**

[http://physics oulu.fi/teoreettinen\\_fysiikka/oj/763312A](http://physics oulu.fi/teoreettinen_fysiikka/oj/763312A)

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Saarela

**763313A: Kvanttimekaniikka II, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763613S Kvanttimekaniikka II 10.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Heisenberg kehitti kvanttimekaniikalle matriiseihin perustuvan esitystavan, joka matemaattisesti liittyy Hilbertin avaruuksien teoriaan. Kurssilla perehdytään teorian ominaisuuksiin käyttäen esimerkkinä kvanttietokoneissa tärkeää kahden tason mallia ja harmonista värähtelijää. Atomi-, molekyyli- ja ydinfysiikan kannalta keskeinen suure on kulmaliikemäärä, jonka avulla kvanttitilat luokitellaan. Kulmaliikemäärän kvanttimekaaninen käsittely esitetään kurssilla yksityiskohtaisesti, jolloin mukaan tulee myös hiukkasten spin. Esimerkkeinä lasketaan mm. vetyatomin relativistiset korjaustermit, Zeeman-efekti,  $H^-$  - ja He-molekyylien sidosenergiat sekä AB-spinsysteemin energiatasot. Viritystilojen välisten siirrostien laskemiseksi johdetaan Fermin kultainen sääntö ja sitä käytetään dipolisiirrostien ja värähtelevän magneettikentän aiheuttamien siirrostien laskemisessa. Lopuksi mikromaailman hiukkasten välisiä vuorovaikutuksia tutkitaan sirontakokeiden keinoilla. Kurssilla perehdytään vaikutusalan, sironta-amplitudin, vaihesiirron ja Greenin funktion käsitteisiin.

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 14 kpl harjoituksia, 2 välikoetta.

**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.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina tarvitaan 763312A Kvanttimekaniikka I -kurssi. Kurssin ymmärtäminen on hyödyllistä Kvanttimekaniikan jatkokurssin (763622S), Kondensoidun materian fysiikan (763628S) ja Statistisen fysiikan (763620S) opiskelijoille samoin kuin muillekin aineen mikroskooppisesta rakenteesta kiinnostuneille.

**Oppimateriaali:**

M. Saarela: Kvanttimekaniikka II (moniste 2005). C. Cohen-Tannoudji, L. Diu & F. Laloe: Quantum Mechanics vol. 2. (1977), J. J. Powell & B. Crasemann: Quantum Mechanics (1961).

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Saarela

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763634S Kvanttilaitteet 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Luennot todennäköisesti englanniksi.

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi.

**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. Tämä kurssi on johdatus tällaisten piirien fysiikkaan. 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 suprajohdavaa 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.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 11 harjoituskertaa.

**Kohderyhmä:**

Kaikille ajasta riippuvasta kvanttimekaniikasta kiinnostuneille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Ei seuraa erityisesti mitään kirjaa, lecture notes.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**761386A: Kypsyysnäyte, 0 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Opiskelijan on kirjoitettava kypsyysnäyte, joka osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan ja suomen tai ruotsin kielen taitoa. Pituus enintään yksi konsepti.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena LuK-tutkintoon.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**763685S: Kypsyysnäyte, 0 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Opiskelija kirjoittaa annetusta aiheesta aineen, joka osoittaa perehtyneisyyttä pro gradu -työn alaan. Apuvälineinä vain kynä, paperi ja kumi.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen osa FM-tutkintoa teoreettisessa fysiikassa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pro gradu -tutkielman valmistumisen jälkeen.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäytteen arvosanaksi tulee hyväksyty.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

## 761686S: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Opiskelijan on kirjoitettava kypsyysnäyte, joka osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena FM-tutkintoon. Pituus enintään yksi konsepti.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksyty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

## 765657S: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Opiskelijan on kirjoitettava kypsyysnäyte, joka osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena FM-tutkintoon.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäytteen arvosanaksi tulee hyväksyty.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 762679S: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Sisältö:**

Opiskelijan on kirjoitettava kypsyysnäyte, joka osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen (762681S) alaan. Mikäli kandidaatintutkinnossa (LuK) on kirjoitettu hyvää suomen tai ruotsin kielen taitoa osoittava kypsyysnäyte, maisterin tutkintoa varten tarvittavaksi kypsyysnäytteeksi hyväksytään pro gradu -tutkielmasta kirjoitettu tiivistelmä sen mukaan kuin tiedekunnan ohjeissa on määrätty. FM-tutkinto edellyttää hyväksytyä kypsyysnäytettä.

**Kohderyhmä:**

Kypsyysnäyte kirjoitetaan 5. opintovuotena ja sen kirjoittavat kaikki geofysiikan pääaineopiskelijat.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

**765357A: Kypsyysnäyte, 0 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Opiskelijan on kirjoitettava kypsyysnäyte, joka osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan ja suomen tai ruotsin kielen taitoa.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena LuK-tutkintoon.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäytteen arvosanaksi tulee hyväksyty.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

**763385A: Kypsyysnäyte, 0 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Opiskelija kirjoittaa aineen, jolla hän osoittaa perehtyneisyyttä aineensa ja seminaarinsa alaan sekä suomen tai ruotsin kielen taitoa. Apuvälineenä vain kynä, paperi ja kumi.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen osa LuK-tutkintoa teoreettisessa fysiikassa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

LuK-tutkielma (aine ja seminaari).

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäytteen arvosanaksi tulee hyväksyty.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**762379A: Kypsyysnäyte, 0 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

3. opiskeluvuosi

**Sisältö:**

Yleensä aiheeltaan LuK-tutkielmaan (762382A) liittyvässä kirjoitelmassa opiskelija osoittaa täydellistä kotimaisen kielen hallintaa. Kirjoitelma voidaan tehdä joko suomen tai ruotsin kielellä ja sen ohjeellinen pituus on yksi konseptillinen paperia. Kirjoitelman kieliasusta jaetaan ohjeet ennen kirjoittamista.

**Kohderyhmä:**

Kypsyysnäytteen kirjoittavat kaikki geofysiikan pääaineopiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

LuK-tutkinto edellyttää hyväksyttyä kypsyysnäytettä.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## 764695S: Kypsyysnäyte FM-tutkintoon, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Opiskelijan on kirjoitettava kypsyysnäyte, joka osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena FM-tutkintoon.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäytteen arvosanaksi tulee hyväksytty.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 764395A: Kypsyysnäyte LuK-tutkintoon, 0 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Opiskelijan on kirjoitettava kypsyysnäyte, joka osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan ja suomen tai ruotsin kielen taitoa.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena LuK-tutkintoon.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäytteen arvosanaksi tulee hyväksytyy.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 761675S: Laser- ja synkrotronisäteilyfysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766675S Laser- ja synkrotronisäteilyfysiikka 10.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Opintojaksossa käsitellään synkrotronisäteilyn perusteet, aikaansaaminen, säteilyn erityispiirteet sekä sen ja aineen vuorovaikutusmekanismit. Lisäksi esitellään säteilyn sovellutuksia, säteilylinjojen rakennetta ja mittausrakenteita samoin kuin tyypillisiä mittaustilanteita sekä tulosten tulkintaa. Myös nk. kaksivärimittauksia käsitellään. Niissä atomit ensin viritetään laservalolla haluttuihin tiloihin jonka jälkeen ne edelleen viritetään tai ionisoidaan sisemmältä kuoreltaan.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja aloittavat opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintokokonaisuuksiin:**

Täydentää 761673S Elektronispektroskopian kurssia, mutta ei edellytä välttämättä sitä.

**Oppimateriaali:**

Monistettua materiaalia ja osia kirjasta G. Margaritondo: Elements of Synchrotron Light, Oxford University Press (2002).

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Aksela

## 761664S: Laserfysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Tavoitteena on perehdyttää opiskelija niihin fysiikan ilmiöihin, joihin laser perustuu, sekä esittää laserin periaate ja toiminta yksityiskohtaisesti. Kurssissa käsitellään myös erilaisia lasertyyppisiä ja lasereiden sovellutuksia. Laserin periaate, valon aalto- ja hiukkanluonne, säteilyn absorptio ja emissio, resonaattorit, pumppaus ja vahvistus, lasersäteilyn ominaisuudet ja sovellutuksia, lasertyyppit (kaasu-, molekyyli-, puolijohde-, väriaine-, jne. laserit).

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia ja harjoituksia, pääteko tai loppukoe.

**Yhteydet muihin opintokokonaisuuksiin:**



Pohjatiedot: 761329A Valo-oppi ja 761324A Sähköoppi. Kytkeytyy: 761665S Optiikka ja 761632S Sähkömagneettinen säteily.

**Oppimateriaali:**

Oppikirjat: W.T. Silfvast: Laser Fundamentals, O. Svelto: Principles of Lasers, Seppo Alanko Laserfysiikka (luentomoniste).

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

## 761668S: Laskennallinen fysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Kurssi antaa perustiedot fysiikassa, kemiassa ja molekyylibiologiassa käytettävistä mikroskooppisten systeemien tietokonesimulointimenetelmistä.

*Käsiteltävät asiat:* Tilastollisen mekaniikan perusteiden kertaus, molekyyliidynamiikka, Monte Carlo-menetelmät, stokastinen simulointi, kvanttimekaaninen simulointi, virheenarviointi.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 4 harjoitusta, pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: Atomifysiikan ja Termofysiikan cum laude -opintojaksot tai vastaavat tiedot, numeerisen analyysin alkeet, jonkin ohjelmointikielen alkeet.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: M.P. Allen ja T.J. Tildesley: "Computer Simulation of Liquids".

Oheismateriaalia mm. W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling ja B.P. Flannery: "Numerical Recipes in Fortran /C".

**Vastuuhenkilö:**

Atomi- ja molekyyli-fysiikan professorit.

## 764628S: Lineaaristen ja epälineaaristen systeemien identifiointi, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

4. - 5. kevät

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään systeemien toiminnan matemaattisiin perusteisiin. Tavoitteena on opiskelijan kyky itsenäiseen systeemi-analyysiin. Kurssilla käsitellään lineaariset systeemit ja niiden kertaluku, differentiaaliyhtälöt ja tilaesitykset, epälineaaristen systeemien ominaisuuksia, lineaaristen systeemien identifiointi, epälineaaristen systeemien identifiointia Volterran ja Wienerin kernelien määrittämisen avulla, deterministinen kaaos ja sen analyysin perusteita. Projekteissa analysoidaan kaksi tietyn input-output -relaation systeemiä, toinen lineaarinen, toinen epälineaarinen.

**Toteutustavat:**

16 t luentoja tai pienryhmäopetusta ja 40 t projektityötä.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen FM, SMBF). Suositellaan sivuaineopinnoiksi systeemianalyysistä kiinnostuneille ja valinnaiseksi LKTBF-linjalle. Sopii myös jatko-opintoihin.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Biosysteemien analyysi on välttämätön edellytys kurssille osallistumiselle.

**Oppimateriaali:**

Luennot, luentomoniste ja Systeemien identifikaatiomoniste (engl.kielinen). Oppikirja: Marmarelis V.Z.: Nonlinear dynamic modeling of physiological systems, IEEE Press, 2004. J. Bendat, Nonlinear system techniques and applications, Wiley, New York, 1998.

**Arviointiasteikko:**

Arvostelu projektiraporttien perusteella.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**765661S: Linnunradan rakenne ja kinematiikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Tähtien avaruusjakauman ja liiketilojen määrittämisessä käytettävät menetelmät. Linnunradan tähtien ja tähtienvälisen aineen kinematiikka. Spiraali- ja ellipsigalaksit.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, laskuharjoituksia ja demonstraatioita, tentti.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Sopii hyvin kurssin Tähtijärjestelmien dynamiikka yhteyteen. Täydentää Galaksit ja kosmologia -kurssia.

**Oppimateriaali:**

Binney, J. ja Merrifield, M.: Galactic Astronomy.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**765356A: LuK-tutkielma (aine ja seminaari), 10 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Sisältö:**

Tutkielma tähtitieteen alalta kirjoitetaan kurssin vetäjän tai jonkin tutkimusryhmän tutkijan antamasta aiheesta ko. henkilön ohjaamana. Tutkielman laajuus on n. 20 sivua. Hyväksymistä varten tarvitaan lisäksi esitelmän (valmistettu tietokoneella – power-point tai vastaava) pitäminen erillisessä LuK seminaarissa ja 75% läsnäolo tähtitieteen osaston seminaareissa.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

**763330A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. vuoden kevätlukukausi

**Sisältö:**

Seminaarissa tutustutaan teoreettisen fysiikan ajankohtaisiin aiheisiin. Seminaariesitelmällä ja aineen kirjoittamisella opetellaan tärkeitä viestintätaitoja. Kurssissa painotetaan myös osallistumista esityksistä käytävään keskusteluun.

Esitelmä noudattaa tieteellisestä tyyliä ja siihen kuuluu materiaalin valmistaminen projektorilla heijastettavaksi.

Aine on samalla luonnontieteiden kandidaatin tutkintoon vaadittava tutkielma. Se on tieteellisen artikkelin tyylinen 15-20 sivua pitkä tietokoneella tehty kirjoitus.

**Toteutustavat:**

Osallistuminen seminaareihin, oma esitelmä, opponointi ja aineen kirjoitus.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen teoreettisen fysiikan opiskelijoille. Seminaariryhmän ensimmäinen kokoontuminen on syyslukukauden aikana. Tällöin jaetaan seminaariaiheet.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Suosittelaa, että mahdollisimman paljon fysiikan perus- ja aineopinnoista on suoritettu seminaariin tullessa. Jatko-opintoihin liittyvä seminaari pidetään samassa yhteydessä.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

Latex-pohja aineeseen ja seminaariin on *lisämateriaalissa*.

[http://physics oulu.fi/teoreettinen\\_fysiikka/oj/763330A/](http://physics oulu.fi/teoreettinen_fysiikka/oj/763330A/)

## 761385A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Tutkimukseen liittyy oleellisena osana raportointi ja tiedon hankkiminen. Opintojaksossa opastetaan sekä kirjalliseen (tutkielma) että suulliseen (seminariesitelmä) raportointiin. Tutkielma kirjoitetaan kurssin vetäjän tai jonkin tutkimusryhmän vanhemman tutkijan antamasta aiheesta ko. henkilön ohjaamana. Tutkielman laajuus on n. 20 sivua.

**Toteutustavat:**

16 h luentoja, 12 h harjoituksia, seminaariesitelmä ja LuK-tutkielma.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen (75 % läsnäolo esitelmissä).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tiedonhankintakurssi tulee suorittaa ennen seminaaria.

**Arviointiasteikko:**

Arvostellaan asteikolla 1-5.

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari ja Kalevi Mursula

## 764306A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. kevät

**Sisältö:**

Kurssi on LuK-tutkinnon päätetyö. Kurssin tarkoituksena on totuttaa opiskelija itsenäiseen työskentelyyn. Lisäksi kurssi perehdyttää laatimaan joko laajahkon raportin työstään, mikäli se on kirjallisuuskatsauksen kaltainen, tai suppeahkon raportin, mikäli se sisältää suuren osan omaa tutkimus-, kehitys- tai analyysityötä. Seminaari harjoittaa suulliseen oman työn esittämiseen. Tutkielmaan kuuluu myös lyhyt kurssimainen osuus, jonka tarkoituksena on perehdyttää opiskelija seuraaviin asioihin: informaationhaku, tieteellinen kirjoittaminen, apurahat, työnhaku.

**Toteutustavat:**

Opiskelija osallistuu laitoksen sisäiseen tai ulkopuoliseen projektiin (mahdollista myös yrityksissä), ja laatii siitä raportin, jonka lopullinen hyväksyminen edellyttää seminaarin pitämistä työn aiheesta. Kurssimainen osuus toteutetaan luentoina/ryhmätyöskentelynä ja itseopiskeluna.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK).

**Oppimateriaali:**

Kulloinkin kyseessä olevaan työhön tarvittava materiaali, jonka opiskelija valitsee yhdessä projektin ohjaajan kanssa.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 761102P: Lämpöoppi, 2 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766348A Termofysiikka 7.0 op

766328A Termofysiikka 6.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

Syyslukukausi

**Sisältö:**

Opintojaksossa perehdytään lämpötilan, lämmön ja aineen lämpöominaisuuksien perusteisiin sekä makroskooppisella että mikroskooppisella tasolla.

*Sisältö lyhyesti:* Lämpötila, lämpömäärä, kalorimetria, aineen lämpöominaisuudet, kineettinen ideaalikaasuteoria, termodynamiikan pääsäännöt, lämpö- ja kylmäkoneet, Carnot'n sykli, entropia.

**Toteutustavat:**

16 h luentoja, 4 laskuharjoitusta (8 h), 2 välikoetta (syksyllä) tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Fysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: H.D. Young and R.A. Freedman: University physics, Addison-Wesley, (painos 10, luvut 15-18 tai painokset 11-12, luvut 17-20). Vastaava aines löytyy myös kirjasta H. Benson: University physics, Wiley & Sons, New York (luvut 18-21).

Luentomoniste: K. Mursula: Lämpöoppi  
<http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/761102P>

**Vastuuhenkilö:**

Kalevi Mursula

## 764633S: Lääketieteellinen fysiikka, 4 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Neljännän vuoden syksystä viidennen vuoden kevääseen.

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija yleisimpiin sairaaloissa käytettäviin kuvauslaitteistoihin liittyvään fysiikkaan. Sisältönä on: röntgenkuvaus, tietokonetomografia, ultraäänitutkimukset, isotooppikuvaus, magneettikuvaus, termografia. Kuvausten periaatelaitteisto, kuvausominaisuudet, riskitekijät, sovellutukset.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 15 h laskuharjoituksia, tentti.

**Kohderyhmä:**

Kurssi järjestetään ilmoittautumisten pohjalta. Koulutuslinjan 2 biofysiikan opiskelijat (pakollinen FM, LKTBF) ja lääketieteen tekniikan ohjelman opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Fysiikan peruskurssit ja Säteilyfysiikka, biologia ja -turvallisuus (764117P tai 764317A) on hyvä olla suoritettuna ennen tätä kurssia.

**Oppimateriaali:**

P.N.T. Wells (toim.): Scientific Basis of Medical Imaging, Churchill Livingstone, New York 1982.

**Vastuuhenkilö:**

Biofysiikan yliassistentti

## 764369A: Lääkintälaitetekniikka, 3 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

Toisen vuoden keväästä neljännän vuoden kevääseen. Kurssi järjestetään ilmoittautumisten pohjalta.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään tärkeimpiin diagnostiikka- ja hoitolaitteisiin liittyvää tekniikkaa. Kurssi antaa tarvittavan pohjakäsityksen kyseisten laitteiden toiminnasta niille opiskelijoille, jotka suuntautuvat lääketieteen tekniikkaan. Laitte-esimerkkejä: biosähköilmiöiden mittauslaitteet, verenpaineen ja -virtauksen mittauslaitteet, keuhkofunktion tutkimuslaitteet, operatiiviset tutkimus- ja hoitolaitteet, fysikaaliset hoitolaitteet, säteilyteknilliset tutkimus- ja hoitolaitteet, laboratoriotutkimuslaitteet.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 10 h demonstraatioita tai alueen kattava itseopiskeltava kirjallinen materiaali, tentti.

**Kohderyhmä:**

Koulutuslinjan 2 (pakollinen FM LKTBF) biofysiikan opiskelijat ja lääketieteen tekniikan ohjelman opiskelijat tai valinnaisena opintona LuK-tutkintoon.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi kuuluu valinnaisiin koulutuslinjan 2 (lääketieteen tekniikkaan liittyvä biofysiikka) opintoihin.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste tai muu kurssilla määriteltävä kirjallisuus.

**Vastuuhenkilö:**

Timo Jämsä ja Matti Weckström

## 762624S: Maa- ja kallioperän sähköiset tutkimukset, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

3. - 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään tasavirtateorian käyttöön perustuviin sähköisiin mittausten menetelmiin ja niiden soveltamiseen maankamaran pintaosien tutkimisessa. Kurssin sisältö on pääpiirteissään seuraavanlainen: Sähköiset menetelmät maankamaran tutkimuksissa. Maa- ja kallioperän sähköiset ominaisuudet. Maavastusmenetelmä. Omapotentiaalimenetelmä. Latauspotentiaalimenetelmä. Indusoidun polarisaation (IP) menetelmä. Monielektrodimittaukset. Sähköiset kairanreikä tutkimukset. Mittausten tulkinta. Tulkintaohjelmistoista. Esimerkkejä kenttämittauksista.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja ja harjoitustyö. Tentti.

**Kohderyhmä:**

Kurssin on pakollinen kurssi FM-y –linjan pääaineopiskelijoille FM-tutkinossa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edeltävänä opintona kurssin 762102P suoritus.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja luentomateriaali. Osia kirjoista: Telford, W.M., Geldart, T.M. & Sheriff, R.E., 1990: Applied geophysics; Zhdanov, M.S. & Keller, G.V., 1994: The geoelectrical methods in geophysical exploration; Reynolds, J.M., 1997: An introduction to applied and environmental geophysics; Sharma, P.V., 1997: Environmental and engineering geophysics.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## 762628S: Maan termiset prosessit, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Moisio, Kari Juhani

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään maan termisten ilmiöiden perusteisiin sekä litosfäärissä ja vaipassa vaikuttaviin termisiin prosesseihin ja niiden seurauksiin.

Termodynamiikan perusteet. Lämmön siirtymismekanismit: johtuminen, konvektio, säteily. Lämpöenergian lähteet maapallolla. Reologia ja väliainevakiot. Lämpövuoto; mittaukset, virhelähteet sekä jakauma. Termiset prosessit mantereellisella ja merellisellä litosfäärillä sekä vaipassa ja niiden geodynaamiset ja tektoniset vaikutukset. Geoterminen energia.

**Toteutustavat:**

24 h luentoja, 15 h harjoituksia, harjoitustyö ja loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat sekä maapallon termisistä ominaisuuksista ja ilmiöistä kiinnostuneet opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali sekä soveltuvin osin teokset Turcotte, D.L. & Schubert, G., 2002: Geodynamics (2<sup>nd</sup> ed); Schubert, G., Turcotte, D.L. & Olson, P., 2001: Mantle convection in the Earth and planets; Cermak, V. & Rybach, L., (eds.), Terrestrial heat flow and the lithosphere structure sekä Lowrie, W., 1997: Fundamentals of geophysics.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Moisio

## 762616S: Maatutkaluotaus, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Moisio, Kari Juhani

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

3. - 4. vuosi

**Sisältö:**

Kurssi antaa opiskelijoille perustiedot ja -taidot maatutkaluotauksesta geofysikaalisena tutkimusmenetelmänä. Kurssilla käydään läpi maatutkaluotauksen teoria, käytännön mittausjärjestelyt, aineiston prosessointi, esittäminen ja analysointi. Kurssin aikana käydään läpi esimerkkimittauksia tulkintoihin usealta eri tutkimusalalta. Kurssiin kuuluu pakollinen harjoitustyö, jossa opiskelijat suorittavat tuloskäsittelyn ja tulkinnan itse mittaamalleen tutka-aineistolle. Harjoitustyöstä laaditaan yksityiskohtainen kirjallinen raportti.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, 20 h harjoituksia ja harjoitustyö, tentti.

**Kohderyhmä:**

Kurssin sopivin suoritusajankohta on 3.-4. opintovuosi, jolloin opiskelijalla on jo pohjatiedot sekä geologian että geofysiikan opinnoista. Opintojakso sopii erityisesti ympäristöasioiden geofysikaalisista tutkimuksista kiinnostuneille opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali; Maatutkarengas r.y., 2000: Maatutkarengas RY:n 10-vuotisjuhlaseminaari 15.-16.2.2000 Kuopio.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu: [http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762616S\\_Maatutkaus.html](http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762616S_Maatutkaus.html)

## 761657S: Magnetosfäarifysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Luennoidaan tarvittaessa englanniksi.

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**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-ionosfäärikytkentä, magnetosfäärin dynamiikka (magneettinen aktiviteetti, revontulet, alimyrskyprosessi, magneettiset myrskyt), muut planeettakunnan magnetosfäärit.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Suosittelaa avaruustieteen, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Tukee mm. kursseja 766656S Heliosfäärifysiikka ja 761649S Revontulifysiikka.

Edeltävinä opintoina suositellaan kursseja 766355A Avaruustieteen perusteet ja 761353A Plasmafysiikan perusteet.

**Oppimateriaali:**

Osa 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

**Vastuuhenkilö:**

Kalevi Mursula

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu <http://physics.oulu.fi/fysiikka/oj/761657S/>

## 762625S: Magnetotelluriikka, 5 op

**Opiskelumuuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Korja, Toivo Johannes

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

Opintojakson sopiva suoritusajakohta on 4. – 5. opintovuosi.

**Sisältö:**

Magnetotelluurinen menetelmä on yksi käytetyimmistä geofysikaalisista menetelmistä maankuoren ja ylävaipan rakenteen ja ominaisuuksien tutkimuksessa. Viimeaikaisen menetelmä- ja laitekehityksen vuoksi magnetotelluurisen menetelmän sovellutuskohteiksi ovat tulleet myös maankamaran yläosan (near-surface geophysics) tutkimukset. Tällöin menetelmästä käytetään nimityksiä audiomagnetotelluriikka ja radiomagnetotelluriikka. Kurssin tavoitteena on tutustua magnetotelluurisen (RMT, AMT, MT, LMT) menetelmän perusteisiin ja tutkimusten vaatimiin numeerisiin työkaluihin käytännön tasolla.

*Sisältö:* Menetelmän teoreettisen taustan kertaus, maastomittausten suunnittelu, mittalaitteet, mittauskäytännöt, aikasarja-aineiston prosessointi, impedanssitensoori ja sen ominaisuudet, impedanssitensoirin häiriöiden lähteet, kertaus magnetotelluurisen aineiston mallinnukseen ja inversioon 1D-, 2D- ja 3D-ympäristöissä, sähköisen anisotropian vaikutus mittaustuloksiin, aineiston ja tulosten esitystavat, johtavuusmekanismit ja johtavuusmallien tulkinta, esimerkkejä tutkimuksista.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, 20 h harjoituksia, harjoitustyö; kurssiin oleellisena osana kuuluva harjoitustyö tehdään samanaikaisesti luentojen kanssa. Tenti ja hyväksytyt harjoitustyö (lopputentin muoto sovitaan kurssin aikana).

**Kohderyhmä:**



Soveltuu sekä litosfääritutkimuksesta että soveltavasta tutkimuksesta kiinnostuneille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojaksojen "Sähkömagneettisten mittausten teoria" (762611S) ja "Sähkömagneettisten kenttien mallintaminen" (762630S) kuuntelemista suositellaan ennen magnetotelluriikan opintojaksolle osallistumista.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali. Simpson, F. & Bahr, K., 2005: Practical magnetotellurics; Vozoff, K. (ed.), 1986: Magnetotelluric methods.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

## 762636S: Matalaseismiset luotaukset, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Moisio, Kari Juhani

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Refraktioluotaus on perusmenetelmä maaperän ja kallioperän kartoituksessa, erityisesti pohjavesitutkimuksessa. Tämä kurssi antaa perustiedot seismisten refraktio- ja reflektioluotausten suorittamiseen ja tulkitsemiseen. Kurssin sisällön muodostavat seismisen refraktio- ja reflektioluotausten fysikaaliset periaatteet ja mittaustapahtumat. Lisäksi kurssilla perehdytään seismisten luotausten tulkinta- ja korjausmenetelmiin. Sovelluksia käydään läpi erilaisten esimerkkien avulla. Kurssiin kuuluvassa harjoitustyössä suoritetaan refraktioseisminen luotaus maastossa, jonka aineistolle tehdään tulkinta.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 15 h harjoituksia, harjoitustyö ja loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Kurssi soveltuu seismisistä tutkimuksista kiinnostuneille.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali sekä soveltuvien osien teokset Sjögren, B., 1984: Shallow refraction seismics; Palmer, D., 1986: Refraction seismics; Al-Sadi, H.N., 1982: Seismic exploration.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Moisio

## 763311A: Matemaattiset apuneuvot, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

3<sup>rd</sup> year (fall), especially useful for theoretical physics students, not compulsory.

**Osaamistavoitteet:**

The course provides mathematical tools needed in advanced courses in theoretical physics. Emphasis is on problem solving.

**Sisältö:**

The course is divided into three parts. First we (re-)introduce complex variables, functions, differentiation and integration. We move swiftly to properties of analytic functions, Taylor and Laurent series and classification of singularities. The main goal is to become proficient at complex integration and residue calculation. The second part covers solution of certain ordinary and partial differential equations using power series and Fourier expansions. Frobenius method, orthogonal functions, wave equation, heat equation. Finally we briefly (to the extent time permits) touch upon more concepts relevant to theoretical physics, Fourier and Laplace transforms, distributions, Green's functions, group theory.

**Toteutustavat:**

Lectures 26 h, exercises sessions 24 h, one examination.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

As a prerequisite course Complex Analysis I is recommended, but not required. There is overlap with Complex Analysis I and II and Differential Equations II, but from a more hands-on application perspective.

**Oppimateriaali:**

Schaum's Outline Series: Theory and problems of complex variables, Mikko Saarela: Lecture notes, E. Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics (Wiley, any edition). More references on request. [http://physics.oulu.fi/teoreettinen\\_fysiikka/oj/763311A](http://physics.oulu.fi/teoreettinen_fysiikka/oj/763311A)

**Vastuuhenkilö:**

Anders Tranberg

## 763694S: Materiaalfysiikan menetelmiä, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Syyslukukausi

**Sisältö:**

Kurssilla opitaan keskeisiä teoreettisia menetelmiä voimakkaasti korreloituneiden monen kappaleen kvanttisysteemien teoreettiseen tutkimiseen:

1) Muutaman kappaleen Hamiltonin tarkka diagonalisointi. Sovellutuksena ovat elektronit voimakkaassa magneettikentässä ja nanorakenteissa kuten kvanttipisteissä, -renkaissa ja -langoissa.

2) Variaatiomenetelmä ja lineaarisen vasteen teoria. Sovellutuksena lasketaan nestemäisen heliumin ja varatun kaasun ominaisuuksia.

3) Variaatio- ja diffuusio-Monte Carlo -menetelmät. Sisältönä on metropolis -algoritmi ja fixed node -menetelmä. Menetelmiä sovelletaan heliumnesteiden ja elektronikaasun perustilan ominaisuuksien laskemiseen.

**Toteutustavat:**

42 h luentoja, harjoituksia sekä projektityö, jonka tuloksista jokainen osallistuja pitää 20 minuutin esitelmän minikonferenssissa ja kirjoittaa Letter-tyyppisen julkaisun muotoisen raportin

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan opiskelijat (vapaasti valittava).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina tarvitaan Analyttinen mekaniikka ja Kvanttimekaniikan kurssit. Kurssi tarjoaa hyvän pohjan pro gradu - tutkielmaa tai lisensiaatin tutkintoa valmisteleville opiskelijoille, sekä opiskelijoille, jotka haluavat saada opastusta tieteellisen julkaisun kirjoittamiseen ja konferenssiesitelmän pitämiseen.

**Oppimateriaali:**

Harjoituksissa ja projektityössä käytetään apuna opettajien julkaisemia kirjoja ja luentomateriaalia sekä heidän kehittämiä ohjelmistoja, (moniste).

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Saarela

## 766323A: Mekaniikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761118P	Mekaniikka 1	5.0 op
761118P-01	Mekaniikka 1, luennot ja tentti	0.0 op
761118P-02	Mekaniikka 1, laboratoriotyöt	0.0 op
761323A	Mekaniikka	6.0 op

**Laajuus:**

7 op

**Ajoitus:**

1. syyslukukausi, jatkuen kevätlukukaudelle.

**Sisältö:**

Fysiikan tieteellinen kehitys alkoi mekaniikasta. Tämä johtuu siitä, että mekaniikan ilmiöillä, kuten esimerkiksi liikkeellä, on ollut ja on perustava merkitys välittömässä ympäristössämme. Toisaalta useita mekaniikan ilmiöitä voi tutkia yksinkertaisin välinein. Mekaniikan tutkimus on johtanut monien sellaisten käsitteiden ja säilymislakien määrittämiseen, joilla on nykyisin keskeinen asema kaikessa fysiikan tutkimuksessa. Modernin fysiikan perusteoriat, suhteellisuusteoria ja kvanttimekaniikka pohjautuvat mekaniikkaan, joten mekaniikan formalismin ymmärtäminen helpottaa myös modernin fysiikan opiskelua. Liike ja liikkeen dynamiikka, kolmiulotteinen liike, kentät ja energia, monen kappaleen vuorovaikutukset, gravitaatio, jäykän kappaleen dynamiikka, suhteellinen liike, hiukan erikoista suhteellisuutta, fluidien mekaniikka.

**Toteutustavat:**

62 h luentoja, 15 laskuharjoitusta (30 h), 3 välikoetta tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatietoina 1. syyslukukautena luennoitava 763101P Fysiikan matematiikkaa, erityisesti vektorit, differentiaali- ja integraalilaskenta sekä matriisialgebra. Opintojakso sisältää myös mekaniikan perusopinnot.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: M. Mansfield and C.O'Sullivan: Understanding Physics, John Wiley & Sons, Praxis Publishing, 1999 sekä laajennuksia mm. kirjasta M. Alonso and E. Finn: Physics, Pearson (aikaisemmin Addison-Wesley, Fundamental University Physics).

<http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/766323A/>

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila

## 765677S: Meteoriiitit, 4 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Sisältö:**

Kurssi alkaa meteoriittien klassisesta luokituksesta. Sen jälkeen paneudutaan uudempiin tutkimuksiin, luokitustapoihin ja niiden perusteisiin. Näin pohditaan eri meteoriittityyppien välisiä eroja ja yhteyksiä. Meteoriittimateriaalin alkuperä ja meteoriittien erilaiset kehitysvaiheet sekä törmäysten merkitys kuuluvat kurssin aihepiiriin. Kurssilla luodaan pohja meteoriittien syntyyn ja kehitykseen vaikuttaneiden tapahtumien pohdinnalle ja edelleen ymmärtämään, miten niitä voi tutkia. Luentojen ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu opiskelijoiden itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, demonstraatioita, essee, tentti.

**Kohderyhmä:**

Esim. 4. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian ja geofysiikan opiskelijoille, jotka ovat suorittaneet muitakin planetologian kursseja. Perustiedot geologiassa ja mineralogiassa helpottavat kurssin omaksumista.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Lähtötasona Planetologia I. Kurssi syventää muilla planeettakursseilla saatuja tietoja. Kurssi ohjaa osallistumaan aktiiviseen planeettatutkimukseen.

**Oppimateriaali:**

Taustalukemiseksi mm. Buchwald: Handbook of iron meteorites (soveltuvin osin), Dodd: Meteorites, Norton: Rocks from space: meteorites and meteorite hunters, Papike (toim.): Planetary materials (soveltuvin osin) ja kurssikirjoiksi H.Y. McSween (1999): Meteorites and their parent planets, Cambridge University Press. R.O. Norton (2002), The Cambridge Encyclopedia of Meteorites, Cambridge University Press. D.S. Lauretta & H.Y. McSween (eds., 2006), Meteorites and the early Solar System II, University of Arizona Press.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

## 762304A: Mittausaineiston käsittely, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

3. opintovuosi

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään geofysikaalisen (fysikaalisen) mittausaineiston luokitteluun, näytteenottoon ja digitaalisen signaalin käsittelyyn aika- ja taajuustasossa. Tutuiksi tulevat mm. Fourier-sarjat ja Fourier-muunnos, lineaarinen systeemi ja kaikkiin fysikaalisiin mittauksiin oleellisesti liittyvä virhetarkastelu.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia ja harjoitustyö. Tentti ja hyväksytyt harjoitustyöt.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kurssi geofysiikan pääaineopiskelijoille LuK-tutkinnossa.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja luentomateriaali. Osia kirjoista Al-Sadi, H.N., 1980: Seismic exploration: technique and processing, Bendat, J. & Piersol, A., 1971: Random data: analysis and measurement procedures, Karttunen, H., 2001: Datan käsittely (2. uudistettu painos).

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## 764619S: Molekyylien biofysiikka, 4 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

4. - 5 keväät

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää biosysteemeissä tavattavien molekyylien, veden, veden ioniliuosten ja orgaanisten makromolekyylien ominaisuuksiin ja niiden tutkimiseen.

**Toteutustavat:**

16 h luentoja, 12 h laskuharjoituksia, tai pienryhmätyöskentelyä, kotitentti, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (valinnainen FM, suositeltava SMBF-linjalla).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Solukalvojen biofysiikka (764323A) sekä Spektroskooppiset menetelmät (764359A) pitäisi olla suoritettuna.

**Oppimateriaali:**

Luennot ja luentomoniste; P.R. Bergethon: The Physical Basis of Biochemistry. <http://physics oulu.fi/biofysiikka/oj/764619S/>

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 761661S: Molekyylifysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Sisältö:**

Kurssi antaa välttämättömät pohjatiedot molekyylispektroskopian eri lajien ja/tai molekyylien elektronirakennelaskujen hyödyntämisestä kiinnostuneille opiskelijoille. Käsiteltävät asiat: Kvanttimekaniikan perusteiden kertaus, ryhmäteoria, häiriöteoria, variaatioteoreema, atomien spektrit ja rakenne, molekyylien elektronirakenne, molekyylien elektronirakenteen laskeminen (kvanttikemia).

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h demonstraatioita, pääteko.

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: Atomifysiikan ja Termofysiikan cum laude -opintojaksot tai vastaavat tiedot. Opintojakso on pohjana joko itseopiskeluna tai seminaarimuotoisesti tarpeen mukaan toteutettavalle jatko-opintojaksolle Molekyylien ominaisuudet, jossa käsitellään oppikirjan luvut 10 – 13.

**Oppimateriaali:**

P.W. Atkins ja R.S. Friedman, "Molecular Quantum Mechanics", 3. Painos, luvut 1 – 9, Oxford University Press, 1997.

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari

## 763624S: Monte Carlo- ja simulaatiomenetelmät, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi.

**Sisältö:**

Monte Carlo -simulaatiomenetelmät kuuluvat laskennallisen fysiikan tärkeimpiin menetelmiin. Näitä käytetään hyvin monilla fysiikan aloilla. Tällä kurssilla käydään läpi Monte Carlo -simulaatioiden perusteet; tarkoituksena on kirjoittaa oma simulaatio-ohjelma, tehdä sillä simulaatioita sekä analysoida saatuja tuloksia. Menetelmät ovat

yleisesti sovellettavissa.

**Sisältö:** Monte Carlo integrointi, satunnaislukujen generointi, hilamallien simulointi, virheanalyysi, jackknife ja bootstrap, reweighting, kollektiiviset päivitykset, simulated annealing.

**Toteutustavat:**

24 h luentoja, 4 - 5 laskuharjoitusta, 1 tentti. Laskuharjoitukset edellyttävät simulaatio-ohjelmien kirjoitusta ja käyttöä.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi edellyttää jonkin tietokoneohjelmointikielen hallintaa, mielellään C, C++ tai Fortran. Kotitehtävät voi tehdä haluamallaan kielellä.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste: K. Rummukainen, Monte Carlo simulations in physics.

Kirjoja: Gould, Tobochnik: An Introduction to Computer Simulation Methods. Binder, Heermann: Monte Carlo simulations in statistical physics. Press, Flannery, Teukolsky, Vetterling: Numerical Recipes, soveltuvin osin.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Rummukainen

## 762361A: Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa kotimaassa suoritettut kurssit, 0 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Kotimaisissa muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa suoritettuja ainetason opintojaksoja.

Suoritusmerkintä professorilta.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## 762661S: Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa kotimaassa suoritettut kurssit, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Kotimaisissa muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa suoritettuja syventäviä opintojaksoja.

Suoritusmerkintä professorilta.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## 762363A: Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa ulkomailla suoritettut kurssit, 0 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Esimerkiksi kansainvälisten vaihto-ohjelmien (Erasmus, Nordplus) piirissä suoritettuja ainetason opintojaksoja. Suoritusmerkintä professorilta.

**Vastuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## **762663S: Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa ulkomailta suoritettut kurssit, 0 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Esimerkiksi kansainvälisten vaihto-ohjelmien (Erasmus, Nordplus) piirissä suoritettuja syventäviä opintojaksoja. Suoritusmerkintä professorilta.

**Vastuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## **766661S: NMR-kuvaus, 8 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Opintojaksossa perehdytään ydinmagneettiseen resonanssiin perustuvien kuvausmenetelmien perusteisiin sekä siihen, miten NMR-kuvausta käytetään erilaisten materiaalien fysikaalisten ominaisuuksien karakterisointiin.

Yksidimensionaalinen Fourier-kuvaus,  $k$ -avaruus ja gradienttikaiut. Monidimensionaalinen Fourier-kuvaus.

Jatkuva ja diskreetti Fourier-muunnos. Näytepisteiden keräys ja kuvan peilautuminen. Suodatus ja resoluutio.

Kontrasti.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Aineopintojen loppuvaiheessa olevat, syventäviä opintoja aloittavat fyysiikan ja kemian opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari ja Juhani Lounila

## 761663S: NMR-spektroskopia, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Opintojaksossa perehdytään ydinmagneettisen resonanssin perusteisiin sekä siihen, miten NMR-spektroskopiaa käytetään molekyylien ja erilaisten materiaalien fysikaalisten ominaisuuksien karakterisointiin.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, päätekoe tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Aineopintojen loppuvaiheessa olevat, syventäviä opintoja aloittavat fysiikan ja kemian opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali jaetaan opintojakson edistyessä. Sopivaa oheiskirjallisuutta ovat mm.: M. Levitt, Spin dynamics (John Wiley & Sons, 2001), D. Canet, Nuclear Magnetic Resonance, Concepts and Methods (John Wiley & Sons, Chichester, 1996), J. Keeler, Understanding NMR Spectroscopy (John Wiley & Sons, Chichester, 2007).

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Opintojaksossa käsitellään ydinmagneettiseen resonanssispektroskopiaan (NMR-spektroskopiaan) liittyviä ajankohtaisia, vuosittain vaihtuvia aiheita, kuten NMR-spektroskopian spintiheysmatriisimenetelmiä, nestekiteiden NMR-spektroskopiaa tai ydinmagneettista relaksaatiota.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h harjoituksia, päätekoe tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja suorittavat fysiikan ja kemian opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

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



**Oppimateriaali:**

Materiaali jaetaan kokonaan tai osittain luennoilla.

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila

**764638S: Neurotieteen perusteet, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764338A Neurotieteen perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

2. - 3. vuoden kevät

**Sisältö:**

Ks. 764338A Neurotieteen perusteet

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Vähäsöyrinki

**764338A: Neurotieteen perusteet, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2009 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764638S Neurotieteen perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

2. - 3. vuoden kevät

**Sisältö:**

Kurssilla käydään läpi keskus- ja ääreishermoston toiminnan perusteet kurssikirjan sekä luennoilla jaettavien ajankohtaisten artikkeleiden perusteella, joista opiskelijat pitävät seminaarin. Kurssin tavoitteena on antaa opiskelijoille nykytietämyksen mukainen laaja kuva hermoston toiminnan peruseräiteistä.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, viikkotehtävät, seminaari, tentti.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Kurssilla esitetyt perusteet auttavat ymmärtämään Solujen ja molekyylien biofysiikan suuntautumismuutosten kurssien asioiden sijoittumista laajempaan kokonaisuuteen. Kurssi on perusteena neurobiofysiikan jatko-opinnoilla, mutta voi olla myös jatko-opintojen osana.

**Oppimateriaali:**

Kurssikirja Dale Purves et al.: Neuroscience 4 ed., Sinauer Associates Inc., MA, USA, 2008 (osittain).

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Vähäsöyrinki

**762382A: Opinnäyte (LuK-tutkielma ja esitelmä), 10 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. opiskeluvuosi

**Sisältö:**

Tutkielman tavoitteena on opastaa opiskelija tieteellisen kirjallisuuden (lähdeaineiston) käyttöön sekä tieteelliseen kirjoittamiseen. Tämä toteutetaan perehtymällä syvällisemmin johonkin geofysiikan alan osa-alueeseen.

Tutkielmasta pidetään suullinen seminaariesitelmä.

**Kohderyhmä:**

Tutkielman tekevät kaikki geofysiikan pääaineopiskelijat.

**Vastuuhenkilö:**

Perti Kaikkonen

## 762681S: Opinnäyte (pro gradu -tutkielma ja esitelmä), 30 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Sisältö:**

Pro gradu -tutkielmassa opiskelijan on osoitettava valmiutta tieteelliseen ajattelutapaan; tutkimusongelman asettamiseen, tutkimusmenetelmien valintaan ja hallintaan sekä ongelman ratkaisemiseen. Lisäksi opiskelijan on osoitettava perehtyneisyyttä tutkielman aihepiiriin liittyvään kirjallisuuteen sekä valmiutta tieteelliseen viestintään geofysiikan alalla. Tutkielman aiheesta sovitaan professorin kanssa.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen.

**Arviointiasteikko:**

Laitosneuvosto arvostelee pro gradu -tutkielman arvosanoilla approbatur,...., laudatur. Tutkielman tarkastajat määrää dekaani oppiaineen professorin esityksestä.

**Vastuuhenkilö:**

Perti Kaikkonen

**Lisätiedot:**

## 762684S: Opintoretki, 2 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Korja, Toivo Johannes

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

Opintoretken järjestelyistä ilmoitetaan erikseen.

**Sisältö:**

Opintojen loppuvaiheessa oleville geofysiikan pääaineopiskelijoille järjestetään opintoretki, jolla tutustutaan geofysiikan alan työtehtäviin eräissä suomalaisissa yrityksissä ja tutkimuslaitoksissa.

**Toteutustavat:**

Kaksi - kolme vuorokautta kestävä opintoretki. Opintoretken jälkeen opiskelijat laativat retkestä yhteisen matkakertomuksen, joka voi olla kirjallinen selostus tai poster-esitelmä. Hyväksyty matkakertomus.

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

**Lisätiedot:**

Matkakulut ja pääosin myös majoituskulut katetaan geofysiikan osaston käyttövaroista. Osallistujat maksavat ruokailut.

**761665S: Optiikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761685S Optiikka 5.0 op

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Tavoitteena on muodostaa opiskelijoille aineopintojaksoa 761329A syvällisempi näkemys valituista optiikan alueista, sekä tarjota pohjakoulutusta sellaisille fyysikoille, jotka suuntautuvat optiikan tai optisen spektroskopian tutkimuksen pariin tai hakeutuvat optisen teollisuuden palvelukseen.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoeloppukoe.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: 761329A Valo-oppi ja 761324A Sähköoppi.

Kytkeytyy: 761664S Laserfysiikka ja 761632S Sähkömagneettinen säteily.

**Oppimateriaali:**

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

<http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/761665S/>

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

**761011Y: Orientoivat opinnot, 2 op**

**Opiskelumuoto:** Yleisopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761010Y Orientoivat opinnot 3.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

1. syyslukukausi

**Sisältö:**

Opintojaksolla vanhemmat opiskelijat tutustuttavat uudet tulokkaat opiskeluympäristöön ja -järjestelmään, antavat tietoa koulutusalan sisällöstä, tavoitteista ja kehitysnäkymistä sekä auttavat opiskelun aloittamiseen liittyvissä käytännön ongelmissa.

**Toteutustavat:**

10-15 h työskentelyä pienryhmissä.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen kaikille koulutusohjelman opiskelijoille.

**Vastuuhenkilö:**

Anja Pulkkinen

**762085Y: Orientoivat opinnot, 2 op**

**Voimassaolo:** - 31.07.2009

**Opiskelumuoto:** Yleisopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

1. opintovuosi, syyslukukausi

**Sisältö:**

Opintojaksossa vanhemmat opiskelijat tutustuttavat uudet opiskelijat yliopiston opiskelijärjestelmään ja opiskeluympäristöön, antavat tietoja oman koulutusohjelman ja pääaineen tavoitteista, sisällöstä ja kehitysnäkymistä sekä auttavat opiskelun aloittamiseen ja suunnitteluun liittyvissä käytännön ongelmissa.

**Toteutustavat:**

10-15 h työskentelyä pienryhmissä pienryhmäohjaajan johdolla.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen kaikille geofysiikan suuntautumisvaihtoehdon opiskelijoille.

**Vastuuhenkilö:**

Anja Pulkkinen (fysikaaliset tieteet) ja Toivo Korja (geofysiikka)

**762612S: Painovoima- ja magneettiset menetelmät, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Elena Kozlovskaya

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

3. - 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Tavoitteena on antaa perusvalmiudet geofysikaalisten painovoima- ja magneettisten mittausten tulkintaan. Kurssilla käydään läpi menetelmien fysikaaliset perusteet, käytännön mittausjärjestelyt, aineiston käsittely- ja tulkintamenetelmät sekä erilaisten rakenteiden aiheuttamia anomalioita. Harjoituksissa perehdytään mallinnus- ja tulkintaohjelmien käyttöön.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, demonstraatioita sekä harjoitustyö, tentti.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali; Valittuja artikkeleita geofysiikan julkaisuista sekä Blakely, R.J., 1995: Potential theory on gravity and magnetic applications.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu: [http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762612S\\_Painovoima\\_ja\\_magn.html](http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762612S_Painovoima_ja_magn.html)

## 764641S: Patch-clamp -tekniikat, 3 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Sisältö:**

Kurssilla tutustutaan teoriassa ja käytännössä solukalvon yksittäisten ionikanavien ominaisuuksiin, ja opitaan käyttämään patch-clamp -rekisteröintiä muunnoksineen ioni-kanavien tutkimiseen. Kurssilla käsitellään myös solujen viljelyä, solujen eristämistä (primaariviljelmät), kudostutkimuksia, ionikanavien erottelua ja kineettistä analyysia, sekä solujen sisäistä perfuusiota.

**Toteutustavat:**

10 h luentoja, 20 h harjoitustöitä tai pienryhmäopetusta, tentti.

**Kohderyhmä:**

Järjestetään sopimuksen ja tarpeen mukaan etupäässä neljännen vk:n tai sitä vanhemmille opiskelijoille koulutuslinjalla 1 (solujen ja molekyylien biofysiikka), tai jatko-opintoihin liittyvänä kurssina.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Valinnainen (SMBF). Solukalvon biofysiikka ja Hermoston tiedonkäsittely -kurssit ovat välttämättömiä edellytyksiä kurssille osallistumiselle.

**Oppimateriaali:**

Luennot, Oppikirjat: Microelectrode Techniques, toim. D. Ogden, Company of Biologists, Cambridge 1994 (tai uudempi); Sakmann ja Neher, Single-channel recording, Plenum, New York, 1995 (tai uudempi).

**Vastuuhenkilö:**

Biofysiikan yliassistentti

## 761101P: Perusmekaniikka, 4 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761118P	Mekaniikka 1	5.0 op
761118P-01	Mekaniikka 1, luennot ja tentti	0.0 op
761118P-02	Mekaniikka 1, laboratoriotyöt	0.0 op
761111P-01	Perusmekaniikka, luennot ja tentti	0.0 op
761111P-02	Perusmekaniikka, laboratoriotyöt	0.0 op
761111P	Perusmekaniikka	5.0 op
761101P2	Perusmekaniikka	4.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Syyslukukausi

**Sisältö:**

Mekaniikan ilmiöt ovat hyvin tuttuja jokapäiväisessä elämässämme ja monet insinööritieteet pohjautuvat mekaniikkaan. Mekaniikka muodostaa perustan muille fysiikan osa-alueille, myös moderniin fysiikkaan. Opintojakson alussa on lyhyt kertaus vektorilaskennasta. Mekaniikan osuus alkaa kinematiikalla, jossa tarkastellaan kappaleen liikettä yhdessä, kahdessa ja kolmessa ulottuvuudessa. Tämä osa sisältää myös vinon heittoliikkeen ja ympyräliikkeen. Dynamiikan aluksi opiskellaan Newtonin liikelait ja tutustutaan kitkavoimiin. Seuraavaksi tarkastellaan työn ja eri energiamuotojen käsitteitä sekä energian säilymlakia eri muodoissaan. Liikemäärä ja impulssi sekä törmäysprobleemat käsitellään. Pyörimisliike sekä siihen liittyvät peruskäsitteet kuten hitausmomentit opiskellaan. Pyörimisliikkeen dynamiikkaan liittyvät voiman momentti sekä liikemäärämomentti. Liikemäärämomentin säilymlaki ja tasapaino-ongelmien ratkaiseminen opiskellaan. Gravitaatio sisältää mm. Newtonin painovoimalain ja satelliittien ympyräliikkeen. Värähdysliike sekä nesteiden ja kaasujen mekaniikka muodostavat omat kokonaisuutensa kurssin lopussa.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 8 laskuharjoitusta (16 h), 4 osatenttiä ja päätekoel tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Fysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Vektorilaskennan sekä differentiaali- ja integraalilaskennan perusteiden hallinta suotavaa.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: H.D. Young and R.A. Freedman: University physics, Addison-Wesley, 12. painos, 2008, luvut 1-14. Myös 11. ja 10. painos käyvät.

Luentomateriaali: Suomenkielinen luentomateriaali on saatavissa kurssin verkkosivuilta <http://physics.oulu.fi/fysiikka/oj/761101P>

**Vastuuhenkilö:**

Anita Aikio

**762327A: Petrofysiikka, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

Geofysiikan pääaineopiskelijoille opintojakson suositeltava ajakohta on 3. opintovuosi.

**Sisältö:**

Petrofysiikka on oppi kivien fysikaalisista ominaisuuksista. Petrofysiikassa tutkitaan maankamaran materiaalien (mineraalit, kivilajit) fysikaalisia ominaisuuksia ja siten maankamaran rakennetta kuvaavien geofysikaalisten ja geologisten mallien välistä yhteyttä. Kurssilla tutustutaan mineraalien ja kivilajien petrofysikaalisten parametrien perusominaisuuksiin. Kurssiin liittyvissä harjoituksissa tutustutaan petrofysikaalisten ominaisuuksien keskinäiseen riippuvuuteen ja petrofysiikan suureiden mittaamiseen. Sisältö: Johdanto, tiheys ja huokoisuus, magneettiset ominaisuudet, seismiset (elastiset) ominaisuudet, sähkönjohtavuus, termiset ominaisuudet, radiometriset ominaisuudet.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 14 h laskuharjoituksia ja harjoitustyö. Tentti (lopputentin muoto sovitaan kurssin aikana) sekä hyväksytyt harjoitustyöt; lisäpisteitä tehdyistä harjoitustehtävistä.

**Kohderyhmä:**

Kurssi on pakollinen geofysiikan pääaineopiskelijoiden LuK-opinnoissa ja se soveltuu kaikille, jotka ovat tekemisissä geofysikaalisten mallien geologisten tulkintojen kanssa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Opintojakson "Maa- ja kallioperän geofysikaaliset tutkimukset" suorittamista suositellaan ennen petrofysiikan opintojakson suorittamista. Geologian perusteiden tunteminen on myös suositeltavaa.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja luentomateriaali. Schön, J.H., 1998: Physical properties of rocks, volume 18: Fundamentals and principles of petrophysics (Handbook of geophysical exploration: Seismic exploration).

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

**762086Y: Pienryhmäohjaus, 2 op****Voimassaolo:** - 31.07.2009**Opiskelumuoto:** Yleisopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

Ohjaus syyslukukaudella, koulutus kevätlukukaudella.

**Sisältö:**

Toisen vuosikurssin tai sitä vanhempi opiskelija, aktiivinen ja uusista opiskelijoista kiinnostunut henkilö voi halutessaan toimia pienryhmän ohjaajana opintojaksolla 762085Y Orientoivat opinnot.

**Toteutustavat:**

10-15 h pienryhmän ohjausta sekä koulutus ohjaukseen.

**Kohderyhmä:**

Vapaaehtoinen, geofysiikan 2.-5. vuoden pääaineopiskelija.

**Vastuuhenkilö:**

Anja Pulkkinen (fysikaaliset tieteet) ja Toivo Korja (geofysiikka)

**761013Y: Pienryhmäohjaus, 2 op****Opiskelumuoto:** Yleisopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

2. - 5. syksy

**Sisältö:**

Muutaman vuoden opiskellut, aktiivinen ja uusista opiskelijoista kiinnostunut henkilö voi halutessaan toimia pienryhmän ohjaajana opintojaksolla 761011Y Orientoivat opinnot.

**Toteutustavat:**

10-15 h pienryhmän ohjausta.

**Kohderyhmä:**

Vapaaehtoinen.

**Vastuuhenkilö:**

Anja Pulkkinen

**765645S: Planeettojen kartoitus, 4 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

4 op

**Sisältö:**

Planeettaluotaimet tuovat tutkimuksen ulottuville yhä tarkempia aineistoja eri planeetoilta ja niiden kuilta. Kurssi käsittelee kiinteiden planeettakunnan kappaleiden kartoittamista mukaanlukien kartoituksen historia, kartoitusmenetelmät, karttaprojektiot ja -tyypit sekä teemakartat. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

Luentoja n. 30 h, tentti ja harjoitustyö.

**Kohderyhmä:**

Sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian ja geofysiikan opiskelijoille, jotka ovat suorittaneet Planetologia I -kurssin ja jonkin muun planeettakurssin.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Lähtötasona Planetologia I.

**Oppimateriaali:**

*Taustatietoa:* esim. Batson: Planetary mapping.

Whitaker: Mapping and naming the Moon: A history of lunar cartography and nomenclature ja muut vastaavat teokset kuten

R.A. Hanel et al. (2003), Exploration of the Solar System by Infrared Remote Sensing, Cambridge University Press.

B. Bussey & P. Spudis (2004), The Clementine Atlas of the Moon, Cambridge University Press.

C.J. Byrne (2005), Lunar Orbiter Photographic Atlas of the Near Side of the Moon, Springer.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

## 765303A: Planetologia, 7 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on esittää perusteet maankaltaisista planeetoista ja niiden tutkimuksesta; tutustuttaa opiskelijat luotainaineistoihin ja niiden käyttöön sekä uusiin tutkimustuloksiin. Varsinaisten maankaltaisten planeettojen lisäksi kurssilla käsitellään planeettojen kuut, asteroidit, komeetat ja meteoriitit, jotka kaikki antavat lisää tietoa planeettakunnan kehityksestä. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu ohjattua ja itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, demonstraatioita, harjoituksia, essee, tentti.

**Kohderyhmä:**

1., 2. tai 3. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian ja geofysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi ei vaadi esitietoja. Se tarjoaa välttämättömät perustiedot planeetoista kiinnostuneelle opiskelijalle ja mahdollistaa myöhempien planetologiaan syventävien kurssien seuraamisen.

**Oppimateriaali:**

Esim. Greeley: Planetary Landscapes, King: Space geology, Beatty, Petersen & Chaikin (toim.): The New Solar System (4. painos soveltuvin osin), Ladders & Fegley: The planetary scientist's companion, Weissman, McFadden & Johnson (toim.): Encyclopedia of the Solar System (soveltuvin osin). N. McBride ja I. Gilmour (toim., 2004): An Introduction to the Solar System, Cambridge University Press 2004 (alkuosa). L.-A. McFadden, P. Weissman, T. Johnson (2006): Encyclopedia of the Solar System, 2nd Edition, Academic Press (soveltuvin osin).

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

## 765339A: Planetologia II, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso



**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on esittää perusteet ulkoplaneetoista ja niiden tutkimuksesta; tutustuttaa opiskelijat saatavana oleviin joviaanisten planeettojen luotainaineistoihin ja niiden käyttöön sekä uusiin tutkimustuloksiin. Kurssilla käsitellään atmosfäärifysiikkaa ja -kemiaa, magnetosfäärejä ja ionosfäärejä sekä yleisesti että erityisesti joviaanisten planeettojen sisäosien, atmosfäärien, magnetosfäärien ja renkaiden kannalta. Kurssilla käsitellään myös Pluto-systeemiä. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu ohjattua ja itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, demonstraatioita, harjoituksia, essee, tentti.

**Kohderyhmä:**

1., 2. tai 3. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian ja geofysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi ei vaadi esitietoja. Se tarjoaa välttämättömät perustiedot planeetoista kiinnostuneelle opiskelijalle ja mahdollistaa myöhempien planetologiaan syventävien kurssien seuraamisen.

**Oppimateriaali:**

Esim. Beatty, Petersen & Chaikin (toim.): The New Solar System (4. painos soveltuvin osin), Ladders & Fegley: The planetary scientist's companion, Yung & DeMore: Photochemistry of planetary atmospheres.

Burgess: Far encounter: The Neptune system.

P. Dasch et al. (2004), Icy Worlds of the Solar System, Cambridge University Press.

F. Bagenal et al. (2004), Jupiter: The Planet, Satellites and Magnetosphere, Cambridge University Press (Cambridge Planetary Science Series).

N. McBride ja I. Gilmour (toim., 2004): An Introduction to the Solar System, Cambridge University Press 2004 (loppuosa).

L.-A. McFadden, P. Weissman, T. Johnson (2006): Encyclopedia of the Solar System, 2nd Edition, Academic Press (soveltuvin osin).

Tietoja on täydennettävä uusien julkaisujen sekä NASAn Galileo- ja Cassini-nettisivujen avulla.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

## 761353A: Plasmafysiikan perusteet, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Luennoidaan tarvittaessa englanniksi.

**Ajoitus:**

Pyritään luennoimaan joka toinen kevätlukukausi.

**Sisältö:**

Plasmafysiikan ja avaruusfysiikan perusteita esittelevä kurssi.

Suurin osa universumin normaalista materiasta 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.

*Sisältö lyhyesti:* Plasmaolomuoto, plasmaehdot, varatun hiukkasen liike, adiabaattiset invariantit, plasman törmäykset ja johtavuus, plasman konvektio ja korotaatio, ionosfääriin virrat, alimyrsky, plasman kineettisen teorian perusteet, magnetohydrodynamiikan perusteet.

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoee tai loppukoee.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen fysiikan opiskelijoille. Suositellaan avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille. Antaa tarpeellisia esitietoja kaikille avaruusfysiikan syventäville kursseille, erityisesti kurssille 761653S Plasmafysiikka.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Suosittelaa kursseja 766321A Sähkömagnetismi I ja 766322A Sähkömagnetismi II tai vastaavia tietoja.

**Oppimateriaali:**

Baumjohann-Treumann: Basic Space Plasma Physics, Imperial College Press, 1997 (kpl 1-7).

Muita kirjoja: H. Koskinen, Johdatus plasmafysiikkaan ja sen avaruus-sovellutuksiin. 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.

Luentomoniste: K. Mursula: Plasmafysiikan perusteet.

**Vastuuhenkilö:**

Kalevi Mursula

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu <http://physics.oulu.fi/fysiikka/oj/761353A/>

## 761653S: Plasmafysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Luennoidaan tarvittaessa englanniksi.

**Ajoitus:**

Luennoidaan noin 3 vuoden välein.

**Sisältö:**

Suurin osa universumin normaalista materiasta 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, kuten erilaisiin plasma-aaltoihin.

*Sisältö lyhyesti:* Plasman kineettinen teoria, magnetohydrodynamiikka, plasman rajapinnat ja shokit, MHD-aallot, plasma-aallot, Landaun vaimennus, makroinstabiliteetit, elektromagneettiset instabiliteetit.

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edeltävinä opintoina suositellaan 761353A Plasmafysiikan perusteet -kurssia, tai vastaavia tietoja.

**Oppimateriaali:**

Osa 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.

Luentomoniste: T. Asikainen: Plasmafysiikka; K. Mursula: Plasmafysiikka

**Vastuuhenkilö:**

Kalevi Mursula

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu <http://physics.oulu.fi/fysiikka/oj/761653S/>

## 761684S: Pro gradu -tutkielma, 20 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

20 op

**Sisältö:**

Tutkielman laadittuaan opiskelijalla on valmius kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten kriittiseen arviointiin ja raportointiin.

**Toteutustavat:**

Aineenopettajan suuntautumisvaihtoehdossa laaditaan ensisijassa kirjallisuuteen perustuva tutkielma, jonka laajuus on noin 50 sivua. Tutkielman tarkastajat määrää luonnontieteellisen tiedekunnan dekaani oppiaineen professorin esityksestä.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen aineenopettajaksi opiskeleville ja ns. sivulaudaturia varten.

**Arviointiasteikko:**

Tutkielman hyväksyy ja arvostelee laitosneuvosto arvosanoilla approbatur ... laudatur.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**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.

## 764697S: Pro gradu -tutkielma, 35 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Sisältö:**

Pro gradu on pääaineopintojen lopputyö, jonka laadinta perustuu pääsääntöisesti omaan tutkimustyöhön, joka on kuitenkin tarkasti ohjattua.

**Toteutustavat:**

Opiskelija perehtyy itsenäisesti ja ohjattuna johonkin biofysiikan osa-alueeseen ja laatii oman tutkimustyönsä perusteella tutkielman, jonka laajuus on n. 50 sivua.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen (FM), yleensä viidentenä opintovuonna.

**Arviointiasteikko:**

Tutkielman tarkastajat määrää tiedekunnan dekaani biofysiikan professorin esityksestä ja tutkielman hyväksyy ja arvostelee laitosneuvosto arvosanoilla approbatur...laudatur.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 763682S: Pro gradu -tutkielma, 20 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

20 op

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Sisältö:**

Joltakin teoreettisen fysiikan erikoisalalta laadittava ensisijaisesti kirjallisuuteen perustuva tutkielma, jonka laajuus on noin 50 sivua. Työhön sisältyy esitelmän pitäminen.

**Kohderyhmä:**

Aineenopettajat, joilla teoreettinen fysiikka on pääaineena (pakollinen).

**Arviointiasteikko:**

Laitosneuvosto hyväksyy.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Sisältö:**

Ohjattua tutkimustyötä tähtitieteen alalta, tutkielman kirjoittaminen ja seminaarin pitäminen.

**Arviointiasteikko:**

Tutkielman hyväksyy ja arvostelee laitosneuvosto arvosanoilla approbatur ... laudatur. Tutkielman tarkastajat määrää dekaani oppiaineen professorin esityksestä.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Sisältö:**

Tutkielman laadittuaan opiskelijalla on valmius tieteelliseen ajatteluun, tutkimukseen ja viestintään.

**Toteutustavat:**

Joltakin fysiikan erikoisalalta laadittava omaan tutkimukseen ja kirjallisuuden käyttöön perustuva kirjallinen tutkielma, jonka laajuus on vähintään 50 sivua. Tutkielman tarkastajat määrää luonnontieteellisen tiedekunnan dekaani oppiaineen professorin esityksestä.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen avaruusfysiikan ja atomi-, molekyyli- ja materiaalfysiikan suuntautumisvaihtoehdossa.

**Arviointiasteikko:**

Tutkielman hyväksyy ja arvostelee laitosneuvosto arvosanoilla approbatur ... laudatur.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**765621S: Pro gradu -tutkielma, 20 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

20 op

**Sisältö:**

Ohjattua tutkimustyötä tähtitieteen alalta, tutkielman kirjoittaminen ja seminaarin pitäminen.

**Kohderyhmä:**

Aineenopettajan sv:ssa opiskelevat.

**Arviointiasteikko:**

Tutkielman hyväksyy ja arvostelee laitosneuvosto arvosanoilla approbatur ... laudatur. Tutkielman tarkastajat määrää dekaani oppiaineen professorin esityksestä.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

### 763683S: Pro gradu -tutkielma, 35 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Sisältö:**

Joltakin teoreettisen fysiikan erikoisalalta laadittava omaan tutkimukseen ja kirjallisuuden käyttöön perustuva tutkielma, jonka laajuus on vähintään 50 sivua. Työhön sisältyy esitelmän pitäminen.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan opiskelijat (pakollinen paitsi aineenopettajille).

**Arviointiasteikko:**

Laitosneuvosto hyväksyy.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

### 766647S: Quantum Information, 6 op

**Voimassaolo:** 01.01.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

English

**Sisältö:**

Challenge and promises of quantum computations, a short account on classical computations, some mathematics around qubits, models of quantum computations, quantum communication & algorithms, entanglement and quantum measures.

Quantum information is a rather young and multidisciplinary field of modern physics in which many questions, that have been raised during the last decade, have not been answered yet until now. This makes this field a very interesting topic that currently attracts many students and researchers from different areas, including mathematicians, physicists, computer scientists, quantum optics and others. Quantum information shows in particular that the laws of physics and information processing are closely linked to each other. In this lecture, we present the foundations of quantum information science and discuss the relationship between physics and information.

**Toteutustavat:**

Lectures 35 h, exercises 20 h, one examination.

**Kohderyhmä:**

This lecture is appropriate for 3rd year under-graduate and higher.

**Vastuuhenkilö:**

Stephan Fritzsche

## 765676S: Radiative Processes in Astrophysics, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Sisältö:**

The course is devoted to the classical radiation theory (Maxwell equations, retarded potentials, multipole radiation, spectral distribution, Larmor formula, relativistic effects, bremsstrahlung, synchrotron radiation, and Compton scattering) and its astrophysical applications to the emission processes in pulsars, relativistic jets, accretion-powered compact sources such as black holes and neutron stars, and clusters of galaxies.

**Toteutustavat:**

Lectures 30 h, exercise sessions 8 h, home exercises (30% of the final score), exam (70%).

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Fits well together with Relativistic Astrophysics course.

**Oppimateriaali:**

Shu, F.H.: The Physics of Astrophysics. Vol 1, Radiation; Rybicki, G. & Lightman, A.: Radiative Processes in Astrophysics, and compendium.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 765648S: Relativistic Astrophysics, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Sisältö:**

Introduction to the relativistic astrophysics. Black holes in the Milky Way and supermassive black holes in other galaxies. Neutron stars, pulsars, supernovae. Physics of accretion. Relativistic jets. Clusters of galaxies.

**Toteutustavat:**

Lectures 32 h, exercise sessions 8 h, home exercises (30% of the final score), short essay and presentation (20%) and the exam (50%).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Fits well together with Radiative Processes in Astrophysics.

**Oppimateriaali:**

Charles P.A., Seward F.D.: Exploring the X-ray Universe, Cambridge Univ. Press, 1995; Frank J., King A., Raine D.: Accretion power in Astrophysics, 3rd ed., Cambridge Univ. Press, 2002.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 761649S: Revontulifysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Auringosta lähtee jatkuva varattujen hiukkasten virtaus sitä ympäröivään avaruuteen. Osa aurinkotuulen hiukkasista pääsee Maan magnetosfäärin sisäpuolelle, saa siellä lisää energiaa ja syöksyy lopulta korkeiden leveysasteiden ilmakehään tunkeutuen tyypillisesti n. 100 km korkeudelle. Kun varatut hiukkaset törmäilevät ilmakehän hiukkasten kanssa, syntyy valoa, joka nähdään revontulina (aurora borealis). Revontulifysiikan kurssilla tarkastellaan revontulien syntyyn liittyviä prosesseja sekä ionosfäärissä että magnetosfääri-ionosfäärirytkentän kannalta.

*Sisältö lyhyesti:* Ilmakehämallit, neutraali-ilmakehä, elektronien törmäykset, ionisaatio ja viritykset, ionisaationopeus. Atomien ja molekyylien viritykset, eliniät ja emissiot. Elektronien ja protonien synnyttämät revontulet ja revontulten morfologia. Revontulien syntyyn liittyvä aurinkotuuli-magnetosfääri-ionosfäärirytkentä, revontulihukkasten kiihdytysmekanismit ja revontulien sähködynamiikkaa.

**Toteutustavat:**

36 h luentoja, 10 h laskuharjoituksia, päätekoee.

**Kohderyhmä:**

Pääasiassa fysiikan opiskelijat, joiden erikoisalana on avaruusfysiikka.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edeltävinä opintoina suositellaan kursseja 766355A Avaruusfysiikan perusteet ja 761658S Ionosfäärifysiikka. Kurssi hyödyttää muita avaruusfysiikan syventäviä kursseja.

**Oppimateriaali:**

Osia oppikirjoista: M.H. Rees: Physics and chemistry of the upper atmosphere (Cambridge, 1989), A. Vallance Jones: Aurora (D. Reidel Publ., 1974), G.Paschmann, S. Haaland and R. Treumann (Eds.): Auroral Plasma Physics (Kluwer Academic Publishers 2003).

Luentomateriaali (englanniksi) on saatavilla kurssin web-sivulta.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila ja Anita Aikio

## 761672S: Röntgenfysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Opintojakso esittelee röntgensäteilyn ja röntgendiffraktion fysikaaliset perusteet sekä vuorovaikutusmekanismit säteilyn ja aineen välillä. Myös röntgenspektrometrian perusteet sekä sen soveltaminen esim. kemialliseen analyysiin sisältyvät kurssiin. Muista sovellutuksista mainittakoon esim. mikroanalyysi. Kurssi on varsin käytännönläheinen eikä edellytä esim. kvanttimekaniikan hallintaa.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja aloittavat opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei edellytä erityisiä taustatietoja, soveltuu yleissivistäväksi syventäväksi kurssiksi.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Aksela

**762321A: Seismologia ja maan rakenne, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

3.-5. opintovuosi

**Sisältö:**

Opintojaksossa perehdytään maapallon sisäosien tärkeimpien tutkimusmenetelmien eli seismologisten ja seismisten menetelmien perusteiden oppimiseen.

Laattatektoniikan ja seismologian suhteesta. Seismisen energian lähteet. Aaltoliike ja seismiset aallot, niiden eteneminen, ominaisuudet ja rekisteröinti. Maanjäristysten paikantaminen, niiden suuruuden määrittäminen ja maanjäristysten siirrostasoratkaisut. Maapallon seisminen kehärakenne, globaalit radiaalimallit ja seismisten ominaisuuksien vaakavaihtelut. Kuoren, vaipan ja ytimen kehärakenne seismisten tutkimusten valossa.

Globaalitomografia. Seismiset heijastus ja taittumismenetelmät kuoren ja ylävaipan rakenteiden tutkimuksessa. Seismiset luotaukset Suomessa ja Euroopassa.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 15 h harjoituksia ja loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat sekä maapallon rakenteesta ja niiden tutkimusmenetelmistä kiinnostuneet opiskelijat, joilla on riittävä matemaattis-fysikaalinen tausta.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali sekä soveltuvin osin Bolt, B.A., 1999: Inside the Earth. Evidence from earthquakes; Bullen, K.E. & Bolt, B.A., 1985: An introduction to the theory of seismology; Kasahara, K., 1981: Earthquake mechanics; Meissner, R., 1986: The continental crust. A geophysical approach.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Moisio

**765609S: Selenologia, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi



**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Kuuluotaimet ja uudet kuututkimuksen suuntaviivat tekevät kurssista kiinnostavan. Kurssin puitteissa keskitytään Kuun kaukokartoitukseen, pinnan ja kivien stratigrafiaan ja iänmäärittäisiin sekä Kuun kehityksen aikakausiin. Kuunäytteet ja sen kivien kemialliset erityispiirteet kertovat Kuun syntyaikoina vallinneista olosuhteista ja kiviaineksen differentiaatiosta Kuun sisällä sen kehityksen myötä. Selenofysikaaliset mittaukset antavat tietoa Kuun olosuhteista ja sisäosista. Kurssilla pohditaan erilaisia Kuun syntyvaihtoehtoja ja sen myöhempää kehitystä. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu ohjattua ja itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, demonstraatio, harjoitus, essee, tentti.

**Kohderyhmä:**

4. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian ja geofysiikan opiskelijoille, jotka ovat suorittaneet Planetologia I -kurssin.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi syventää Planetologia I -kurssilla saatuja tietoja. Kurssi ohjaa osallistumaan kuututkimukseen sekä kuuohjelmiin ja -lentoihin.

**Oppimateriaali:**

Lähtötasona Taylor: Lunar Science: A postApollo view ja Open University: Lunar geology case study sekä paneutumiseen esim. Wilhelms: The geologic history of the Moon, Heiken, Vaniman & French: Lunar sourcebook: A user's guide to the Moon, Papike (toim.): Planetary materials (soveltuvin osin).

B. Bussey & P. Spudis (2004), The Clementine Atlas of the Moon, Cambridge University Press.

B. L. Jolliff, M. A. Wieczorek, C. K. Shearer and C. R. Neal (eds, 2006): New Views of the Moon. Mineralogical Society of America. Uusien kuulentojen nettisivut.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

**764115P: Solujen biofysiikan perusteet, 4 op****Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

764125P Solujen biofysiikan perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

2. kevät

**Sisältö:**

Kurssilla käydään läpi solujen toiminta biofysiikan näkökulmasta. Tämä tarkoittaa keskittymistä energia-aineenvaihduntaan, informaation siirtoon ja sellaisiin solujen rakenteellisiin piirteisiin, jotka ovat biofysikaalisesti kiinnostavia. Läpikäytäviä asioita ovat mm. johdatus solujen fysikaaliseen kemiaan, solujen ja solukalvojen rakenne (solubiologian perusteet), solujen energialähteet ja aineenvaihdunta, aineiden kuljetus solujen sisällä, entsyymien katalysoimien reaktioiden kinetiikka, solukalvon perustoiminnot (aineiden kuljetus- ja siirtoilmiöt), johdatus solukalvon sähköisten ilmiöiden tutkimiseen, ja solujen informaationkäsittelyn perusteet.

**Toteutustavat:**

14 h luentoja, 6 h harjoituksia, viikkotehtävät, kotitentti, loppuentti.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen biofysiikan pääaineopinnoissa (LuK) ja 25 op (approbatur) sivuainekokonaisuudessa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Johdatus biofysiikkaan (764162P) suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia. Johtaa luontevasti kurssiin Solukalvojen biofysiikka (764323A).

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste, P.J. Antikainen, Biotieteiden fysikaalista kemiaa, WSOY, Helsinki 1981 (osittain); J. Heino ja M. Vuento, Solubiologia, WSOY, Porvoo 2002 (osittain).

<http://physics oulu.fi/biofysiikka/oj/764115P/>

**Vastuuhenkilö:**

Biofysiikan yliassistentti

## 764323A: Solukalvojen biofysiikka, 7 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764623S Solukalvojen biofysiikka 7.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

3. syksy

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija keskeisiin solukalvojen biofysikaalisiin ilmiöihin, kuten: solukalvon fysikaalinen rakenne ja ominaisuudet, kalvolipidit ja proteiinit, permeaatio ja selektiivisyys, ionikanavat ja kanavakinetiikka. Lisäksi perehdytään solukalvojen mittauksien teoriaan ja signaalien analyysimenetelmiin.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, 12 h laskuharjoituksia, 20 h seminaari, viikkotehtävät, tentti, kotitentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK) ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Johdatus biofysiikkaan (764162P) suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia. Tämä kurssi antaa tarvittavaa pohjatietoa kurssille Hermoston tiedonkäsittely (764680S).

**Oppimateriaali:**

Luennot; J. Keener, J. Sneyd: Mathematical Physiology, Springer, Berlin, 1998 (osittain).; D. Johnston, S. Wu: Foundations of Cellular Neurophysiology, MIT Press, Cambridge MA, 1995 (osittain).

**Vastuuhenkilö:**

Biofysiikan yliassistentti

## 762644S: Sovelletun geofysiikan maastokurssi, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

3. - 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Kurssilla sovelletaan geofysiikan menetelmiä esim. malmitutkimuksissa, kallioperän rakenneselvityksissä, maa-ainesten ja pohjaveden etsimiseen sekä harjujen ja erilaisten moreenimuodostumien tutkimiseen. Kurssilla käytettäviä geofysikaalisia tutkimusmenetelmiä ovat mm. seismiset, sähköiset ja sähkömagneettiset luotaukset sekä magneettiset, sähköiset ja sähkömagneettiset profiilimittaukset. Kurssin keskeiset osat ovat geofysikaaliset mittaukset, mittausaineiston käsittely ja tulosten tulkinta. Kurssi pyritään toteuttamaan yhdessä geotieteiden laitoksen kurssien 772662S ja 773673S kanssa muodostaen kaksi erillistä osaa maaperägeologian ja kallioperägeologian osalta.

**Toteutustavat:**

10 h luentoja ja 60 h maastoharjoitus, mitatun aineiston käsittely ja tulkinta, työselostus.

**Kohderyhmä:**

Kaikille kenttämittauksista kiinnostuneille. Opintojakso on pakollinen geofysiikan pääaineopiskelijoille FM-tutkinnossa. Opintojakso järjestetään syyslukukaudella joka toinen tai kolmas vuosi.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edellyttää kurssin 762102P aikaisempaa suoritusta.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu: [http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762644S\\_Sov.geof\\_maastokurssi.html](http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762644S_Sov.geof_maastokurssi.html)

## 766320A: Soveltava sähkömagnetiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766325A Sähkömagnetismi (TTK) 4.0 op

761398A Sähköoppi 6.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

2. syyslukukausi

**Sisältö:**

Kurssi koostuu sähkömagneettisesta kenttäteoriasta ja sen sovelluksista. Kurssi koostuu kolmesta osiosta: a) kenttäteorian luennot ja niihin liittyvät laskuharjoitukset, 4 osatenttiä ja pääteko b) arvosteltavat kotitehtävät ja c) projekti sekä siitä laadittava raportti. Kukin näistä osioista tulee läpäistä hyväksytysti. Kurssin arvosana määräytyy painotettuna keskiarvona osioiden a), b) ja c) tuloksista painoilla 50 %, 25 % ja 25 %.

a) Kenttäteorian luennot ja laskuharjoitukset

Kenttäteorian lähtökohtana ovat kokeellisesti perustellut Maxwellin yhtälöt, joista johdetaan sähköstatiikka, virtausstatiikka, magnetostatiikka, dynaamisten sähkömagneettisten kenttien teoria ja sähkömagneettisten aaltojen eteneminen avaruudessa. Tämä teoria muodostaa perustan kaikelle sähkötekniikalle, mutta sen hallinta on edellytyksenä erityisesti antennien ja aaltojohtojen (koaksiaalijohtojen, parijohtojen ja aaltoputkien) toiminnan ymmärtämiselle. Laskuharjoitustehtävät ovat lyhyehköjä ja niissä sovelletaan luennoilla esitettyä teoriaa yksinkertaisiin ongelmiin.

b) Arvosteltavat kotitehtävät

Arvosteltavat kotitehtävät ovat laajempia kuin laskuharjoitustehtävät ja edellyttävät omaehtoista pohdintaa.

Tehtäviä tulee kunkin osallistujan ratkaistavaksi 6 kpl.

c) Projekti

Projektityössä konkretisoidaan sähkömagnetismin ilmiöitä. Työtä ei tehdä yksityiskohtaisten ohjeiden mukaan, vaan tehtävä kuvataan väljästi. Ryhmän tulee keksiä itse koejärjestely saatavissa olevien laitteiden avulla. Ryhmä laatii työstään raportin.

**Toteutustavat:**

36 h luentoja, 12 kpl laskuharjoituksia (24 h, laskupäivämenetelmällä), 4 osatenttiä ja pääteko tai loppukoe.

Kotitehtävät 6 kpl. Projekti.

**Kohderyhmä:**

Sähkötekniikan opiskelijat

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edeltävinä opintoina 761103P Sähkö- ja magnetismioppi sekä 031011P Matematiikan peruskurssi II. Toimii pohjana kurssille 521384A Radiotekniikan perusteet. On myös hyödyllinen useille muille aineopintokursseille ja syventäville kursseille.

Osio a) korvaa aiemmat kurssit 766325A Sähkömagnetismi (TTK) ja 761398A Sähköoppi.

**Oppimateriaali:**

Kurssin runkona toimivat oppikirjat Ismo Lindell ja Ari Sihvola: Sähkömagneettinen kenttäteoria 1 ja 2

(jälkimmäisestä vain alkuosa). Luentomateriaali toimitetaan saataville verkkoon: <http://physics.oulu.fi/fysiikka/oj/766320A/>

**Arviointiasteikko:**

Kurssi koostuu kolmesta osiosta. Kukin näistä osioista tulee läpäistä hyväksytysti.

**Vastuuhenkilö:**

Tuomo Nygrén

## 764359A: Spektroskooppiset menetelmät, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Sisältö:**

Opintojaksossa käydään läpi massa-, IR- ja NMR-spektroskopian sekä röntgenanalytiikan perusteet. Tavoitteena on, että opiskelija tietää opintojakson suoritettuaan, minkälaisen fysikaalisten / biofysikaalisten ilmiöiden tutkimukseen ao. menetelmät soveltuvat ja minkälaista informaatiota tutkittavan systeemin ominaisuuksista niillä voidaan saada.

**Toteutustavat:**

46 h luentoja, 24 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita, 2 välikoetta tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen biofysiikan opiskelijoille ja valinnainen fysiikan opiskelijoille. Opintojaksoa suositellaan erityisesti opiskelijoille, jotka aikovat suuntautua jollekin atomi- ja molekyyllifysiikan alalle.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Pohjatietoja ei edellytetä.

**Oppimateriaali:**

Moniste

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari

## 763620S: Statistinen fysiikka, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi/englanti

**Ajoitus:**

3. tai 4. vuoden syksy

**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.

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 30 h harjoituksia ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Kohdistettu teoreettisen fysiikan opiskelijoille ja kaikille materian makroskooppisista ominaisuuksista kiinnostuneille opiskelijoille (vapaasti valittava).

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Edeltävänä opintona kurssit Kvanttimekaniikka II (763313A) ja Termofysiikka (766328A), suositeltavana myös Kvanttimekaniikan jatkokurssi (763622S). Kurssi on hyvä pohja kaikille materiaalfysiikkaan ja monen kappaleen systeemeihin liittyville opinnoille.

**Oppimateriaali:**

Arponen: Statistinen fysiikka

Reichl: A Modern Course in Statistical Mechanics, luentomoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Rummukainen

## 765373A: Stellar atmospheres, 7 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

7 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**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.

**Toteutustavat:**

Lectures 32 h and exercises. One written examination.

**Oppimateriaali:**

E. Böhm-Vitense: Stellar astrophysics, vol. 2, Cambridge Univ. Press, 1989.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 765343A: Stellar structure and evolution, 7 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Sisältö:**

Tähtien synty, rakenne ja kehitys. Interstellaarinen aine. Kurssin voi suorittaa myös syventävinä opintoina laajennettuna.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, laskuharjoituksia.

**Oppimateriaali:**

E. Böhm-Vitense: Stellar astrophysics, vol. 3; Kippenhahn, R., Weigert, A.: Stellar structure and evolution.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 765643S: Stellar structure and evolution, 7 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Sisältö:**

Ks. Tähtien rakenne ja evoluutio (765343A).

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 763645S: Suprajohtavuus, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

3. tai 4. syyslukukausi

**Sisältö:**

Suprajohtavuus on poikkeuksellinen ilmiö, jossa kvanttimekaniikka tulee näkyviin makroskooppisella mittakaavalla. Suprajohtavuus osataan suureksi osaksi selittää BCS-teorian pohjalta, joka on yksi kondensoidun aineen hienoimpia teorioita.

Kurssin aluksi tarkastellaan suprajohtavuuden kokeellisia ominaisuuksia ja kerrataan tilastollisen fysiikan perusteita. Suprajohteen termodynamiikkaa käsitellään magneettikentässä. Kurssin pääkohdat ovat Bardeen-Cooper-Schrieffer-teoria (BCS-teoria), jolla voidaan ymmärtää supratilan synty, sekä Ginzburg-Landau-teoria, jolla voidaan selittää suuri joukko havaittuja ilmiöitä. Lopuksi käsitellään toisen lajin suprajohtavuutta ja Josephsonin ilmiötä.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 12 laskuharjoitusta (24 h), 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Erityisesti teoreettisen fysiikan opiskelijat (vapaasti valittava).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina Kvanttimekaniikka I ja II.

**Oppimateriaali:**

mm. M. Tinkham, Introduction to Superconductivity, McGraw-Hill (1975, 1996); E. Thuneberg: Suprajohtavuus (luentomoniste).

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

## 763699S: Syventävä erikoiskurssi, 6 - 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

10 op

**Sisältö:**

Vaihtuva aihe.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg ja Kari Rummukainen

**763698S: Syventävä erikoiskurssi:, 6 - 8 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Vaihtuva aihe.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg ja Kari Rummukainen

**761103P: Sähkö- ja magnetismioppi, 4 op****Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

761119P	Sähkömagnetismi 1	5.0 op
761119P-01	Sähkömagnetismi 1, luennot ja tentti	0.0 op
761119P-02	Sähkömagnetismi 1, laboratoriotyöt	0.0 op
761113P-01	Sähkö- ja magnetismioppi, luennot ja tentti	0.0 op
761113P-02	Sähkö- ja magnetismioppi, laboratoriotyöt	0.0 op
761113P	Sähkö- ja magnetismioppi	5.0 op
766319A	Sähkömagnetismi	7.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Kevätlukukausi

**Sisältö:**

Sähkömagneettinen vuorovaikutus on yksi neljästä perusvoimasta ja monet arkipäivän ilmiöt perustuvat tähän vuorovaikutukseen (esim. valo, radioaallot, sähkövirta, magnetismi ja kiinteän aineen koossapysyminen).

Nykyinen teknologinen kehitys pohjautuu suurelta osin sähkömagnetismin sovellutuksiin energiantuotossa ja -siirrossa, valaistuksessa, tietoliikenteessä sekä informaatioteknologiassa.

Opintojaksossa tutustutaan sähkökentän ja -potentiaalın käsitteisiin, Gaussin lakiin, eristeisiin ja kondensaattoreihin, sähkövirtaan, vastuksiin ja tasavirtapiireihin, magneettikenttään, varatun hiukkasen liikkeeseen sähkö- ja magneettikentissä sekä ilmiötä soveltaviin laitteisiin, Amperen sekä Biot-Savartin lakeihin, sähkömagneettiseen induktioon sekä Faradayn lakiin, induktanssiin ja keloihin, RLC-tasavirtapiireihin sekä vaihtovirtaan ja vaihtovirtapiireihin.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 6 laskuharjoitusta (12 h), 4 osatenttiä ja päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Fysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edellyttää vektorilaskennan sekä differentiaali- ja integraalilaskennan perusteiden hallitsemista.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: H.D. Young and R.A. Freedman: University physics, Addison-Wesley, 12. painos, 2008, luvut 21-31.  
Myös 11. ja 10. painos käyvät.

Luentomateriaali: Suomenkielinen luentomateriaali on saatavissa kurssin verkkosivuilta.

**Vastuuhenkilö:**

Anita Aikio

## 763626S: Sähköheikot vuorovaikutukset, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Englanti/suomi

**Ajoitus:**

3. - 5. vuosi

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään leptonien ja kvarkkien sähkömagneettisia ja heikkoja vuorovaikutuksia kuvaavaan standardimalliin, spontaaniin symmetriarikkoon ja Higgsin mekansimiin, neutriinofysiikkaan ja hiukkasfysiikan standardimallin ominaisuuksiin.

**Toteutustavat:**

50 h luentoja, 30 h harjoituksia ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Teoreettisen fysiikan opiskelijat ja jatko-opiskelijat (vapaasti valittava).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: teoreettisen fysiikan perus- ja aineopintokurssit ja hiukkasfysiikan perusteet.

**Oppimateriaali:**

F. Halzen, A.D. Martin: Quarks & Leptons, luvut 12-15, K. Grotz ja H. V. Klaptor: The Weak Interaction in Nuclear, Particle and Astrophysics (osittain), C. Burgess, G. Moore: The standard model: A Primer.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Rummukainen

## 763696S: Sähköiset kuljetusilmiöt mesoskooppisissa rakenteissa, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Kurssissa selvitetään elektronien kulkua hyvin pienissä puolijohtavissa tai metallisissa rakenteissa. Johdantona käydään läpi kaksikulotteisen elektronikaasun ominaisuuksia. Pääsisältö on formalismi, jolla voidaan kuvata johtavuutta pienissä rakenteissa. Sitä sovelletaan kvantti-Hall-ilmiöön, lokalisaatioon ja tunnelointiin kahden potentiaalivallin läpi. Kurssissa käytetään suurelta osalta varsin yksinkertaista kvanttimekaanista kuvailua, mutta paikoitellen tutustutaan myös vaativiin laskuihin Greenin funktioita käyttäen.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 12 laskuharjoitusta (24 h) ja 1 suullinen tentti.

**Kohderyhmä:**

Kohdistettu teoreettisen fysiikan opiskelijoille ja kaikille materian mesoskooppisista ominaisuuksista kiinnostuneille opiskelijoille (vapaasti valittava).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**



Edeltävinä opintoina suositellaan kurssit Kvanttimekaniikka I (763312A), Termofysiikka (766328A) ja Aineen rakenne (766330A).

**Oppimateriaali:**

Kurssi seuraa tarkasti kirjaa Supriyo Datta: Electronic transport in mesoscopic systems, ei luentomonistetta.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

## 761632S: Sähkömagneettinen säteily, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Luennoidaan tarvittaessa englanniksi.

**Ajoitus:**

Pyritään luennoimaan noin joka kolmas vuosi.

**Sisältö:**

Valinnainen syventävä fysiikan kurssi sähkömagneettisen säteilyn ominaisuuksista, teoriasta ja sovelluksista. Maxwellin yhtälöt, sähkömagneettiset aallot, säteilyn heijastuminen ja läpäisy rajapinnassa, aaltoputket, säteilyn synty, Hertzin dipoli, yksinkertaiset antennit, säteilyn havaitseminen, sähkömagneettisten kenttien relativistinen kuvaus ja Lorentz-muunnos.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoee tai loppukoe.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edeltävinä opintoina suositellaan kursseja 766321A Sähkömagnetismi I ja 766322A Sähkömagnetismi II tai vastaavia tietoja.

**Oppimateriaali:**

Osia kirjoista: I.S. Grant and W.R. Phillips, Electromagnetism, Second edition (toinen painos), Wiley & Sons; F.H. Read: Electromagnetic Radiation, 1980.

Luentomoniste: K. Mursula: Sähkömagneettinen säteily.

**Vastuuhenkilö:**

Kalevi Mursula

**Lisätiedot:**

Kurssin sivu <http://physics.oulu.fi/fysiikka/oj/761632S/>

## 762630S: Sähkömagneettisten kenttien mallintaminen, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään erilaisiin menetelmiin saada maankamaran yksi- tai moniulotteiset teoreettiset vasteet (anomaliat), joita tarvitaan tulkittaessa maankamaran tutkimiseksi tehtyjä sähkömagneettisia mittauksia. Kurssin sisältö on pääpiirteissään seuraavanlainen: Sähkömagneettiset kentät: kenttäyhtälöt, reunaehdot. Kerroksellinen

malli. Moniulotteinen malli: pienoismallimittaukset, erotusosamäärämenetelmä, siirtolinja-analogia, elementtimenetelmä ja integraaliyhtälömenetelmä. Ohutlevyaprossimaatio. Yhtälöryhmän ratkaiseminen. Virheistä.

**Toteutustavat:**

5 h luentoja, 10 h demonstraatioita ja harjoitustyö. Tentti ja hyväksytyt harjoitustyöt.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali. Valittuja artikkeleita alan lehdistä. Osia kirjasta: Nabighian, M. N. (ed.), 1988: Electromagnetic methods in applied geophysics, Volume 1, Theory, s. 313-363 ja 365-441.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## 762611S: Sähkömagneettisten mittausten teoria, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Kurssi antaa syventävää tietoa geofysiikassa käytettävien sähkömagneettisten menetelmien teoriasta ja sovellutuksista. Kurssilla käsitellään mm. sähkömagneettinen induktio, vaimeneminen ja heijastuminen, aika- ja taajuusalueen mittaukset, sähköinen ja magneettinen dipolilähde tyhjiössä, johtavassa väliaineessa, kerrosmaan päällä, sekä kaksi- ja kolmiulotteisten kappaleiden lähistöllä. Lisäksi käsitellään erityisesti pinnanläheisiin tutkimuksiin käytettäviä erilaisia sähkömagneettisia mittaussjärjestelmiä, niiden vasteita ja anomaloiden muodostumista, johtavan irtomaapeitteen ja ympäristön vaikutusta sekä tarkastellaan mittausten tulkintaa. Harjoituksissa perehdytään mallinnus- ja tulkintaohjelmien käyttöön.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, demonstraatioita ja harjoitustyö, tentti.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali. Ward, S.H. & Hohmann, G.W., 1988: Electromagnetic theory for geophysical applications; Frischknecht, F.C., Labson, V.F., Spies, B.R. & Anderson, W.L., 1991: Profiling methods using small sources; Spies, B.R. & Frischknecht, F.C., 1991: Electromagnetic sounding, In: Nabighian, M.N. (ed.), 1988 & 1991: Electromagnetic methods in applied geophysics. Volumes 1 and 2.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu: [http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762611S\\_SM\\_mittausten\\_teoria.html](http://www.cc.oulu.fi/~mpi/opetus/762611S_SM_mittausten_teoria.html)

## 766321A: Sähkömagnetismi I, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766319A Sähkömagnetismi 7.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Kevätlukukausi

**Sisältö:**

Sähkömagnetismi on mekaniikkaa myöhempi fysiikan teoria, joka kehittyi pääasiassa 1800-luvulla. Keskeistä sähkömagnetismissä on kentän käsite. Sähkömagnetismi on liittänyt aiemmin erillisinä pidetyt sähköiset ja magneettiset ilmiöt yhtenäiseksi teoriaksi ja samalla sulauttanut itseensä optiikan. Näin ollen se on ensimmäinen esimerkki fysikaalisesta yhtenäisteoriasta. Se kätkee myös sisäänsä suhteellisuusteorian siemenen, joten sillä on ollut suuri merkitys myöhemmälle fysiikan kehitykselle. Nykyinen elinympäristömme on hyvin suuressa määrin sähkömagnetismin sovellusten muokkaama, sillä sähköllä ja magnetismilla on perustava merkitys energiantuotossa ja -siirrossa, valaistuksessa, tietoliikenteessä sekä informaatioteknologiassa. Sähkömagnetismin kurssi on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen osa koostuu sähköstatiikasta ja magnetostatiikan perusteista.

*Sisältö lyhyesti:* Matemaattisia työkaluja, sähkövaraus, Coulombin laki ja sähkökenttä, potentiaali ja potentiaalienergia, Gaussin laki, eristeet, polarisoituma ja indusoituneet varaukset, johteet, kondensaattorit, sähkökentän energiatiheys, sähköstatiikan reunaehtoprobleemat, Laplacen ja Poissonin yhtälöt, kuvalähdeperiaate, magneetikenttä, Lorentz-voima, magneettivuon tiheyden lähteettömyys, Ampèren ja Biot Savartin lait, vektoripotentiaali, magneettimomentti.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 7 laskuharjoitusta (14 h), 4 osatenttiä ja päätekoel tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen. Hyödyllinen useimmissa avaruusfysiikan kursseissa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi on alkuosa sähkömagnetismin opintojen kokonaisuudesta, joka jatkuu kurssilla 766322A Sähkömagnetismi II (4 op).

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali verkkosivuilla. Lisämateriaalina voi käyttää teoksia I.S. Grant ja W.R. Phillips: Electromagnetism (toinen painos, Wiley & Sons) sekä I. Lindell ja A. Sihvola: Sähkömagneettinen kenttäteoria, 1. Staattiset kentät ja A. Sihvola ja I. Lindell: Sähkömagneettinen kenttäteoria, 2. Dynaamiset kentät (Otatieto).

**Vastuuhenkilö:**

Tuomo Nygrén

## 766322A: Sähkömagnetismi II, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766319A Sähkömagnetismi 7.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. syyslukukausi

**Sisältö:**

Kurssi on toinen osa sähkömagnetismia käsittelevästä kokonaisuudesta ja se on jatkoa luentosarjalle 766321A Sähkömagnetismi I. Toinen osa täydentää magnetostatiikkaa ja käsittelee sen jälkeen sähkömagneettista induktiota sekä tasa- ja vaihtovirtojen teoriaa. Lopuksi sähkömagnetismin peruslait kootaan Maxwellin yhtälöiksi, joita sovelletaan sähkömagneettisten aaltojen teoriaan.

*Sisältö lyhyesti:* Magneetikentän voimakkuus, magneetit, sähkömagneettinen induktio, Faradayn laki, induktanssi, magneettinen energia, vaihtovirrat, impedanssi ja admittanssi, teho vaihtovirtapiirissä, sarjapiirin resonanssi, transientit, kolmivaihejärjestelmä, lineaaripiirit, Kirchhoffin lait, vaihtovirtasillat, tulo- ja lähtöimpedanssit, Théveninin ja Nortonin teoreemat, suotimet, jatkuvuusyhtälö, siirtymävirta, Maxwellin yhtälöt, sähkömagneettiset tasoallot vapaassa tilassa, aallon polarisaatio, sähkömagneettiset tasoallot eristeessä, dispersio ja ryhmänopeus, sähkömagneettisten aaltojen energia, Poyntingin teoreema, sähkömagneettisten aaltojen absorptio ja skinefekti.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 7 laskuharjoitusta (14 h), 4 osatenttiä ja päätekoel tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen. Hyödyllinen useimmissa avaruusfysiikan kursseissa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Loppuosa sähkömagnetismin opintojen kokonaisuudesta, joka alkaa kurssilla 766321A Sähkömagnetismi I.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali verkkosivuilla <http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/766322A>

Lisämateriaalina voi käyttää teoksia I.S. Grant ja W.R. Phillips: Electromagnetism (toinen painos, Wiley & Sons) sekä I. Lindell ja A. Sihvola: Sähkömagneettinen kenttäteoria, 1. Staattiset kentät ja A. Sihvola ja I. Lindell: Sähkömagneettinen kenttäteoria, 2. Dynaamiset kentät (Otatieto).

**Vastuuhenkilö:**

Tuomo Nygrén

## 761117P: Säteilifysiikka, 2 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764116P Säteilifysiikka, -biologia ja -turvallisuus 3.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

Syyslukukausi

**Sisältö:**

Säteilifysiikka on soveltava fysiikan alue, joka tutkii mm. säteilyn ilmaisemista, tunnistamista ja mittaamista sekä säteilyn ja fysikaalisten systeemien välisiä vuorovaikutuksia. Kurssilla käsitellään säteilifysiikan perusteita, ydinfysiikkaa ja radioaktiivisuutta, säteilyn ja aineen vuorovaikutusmekanismeja, säteilyn ilmaisimia, säteilyyn liittyviä suureita ja mittayksiköitä, ihmisen luonnollista säteilevää ympäristöä, säteilyn käyttöä sekä säteilytoiminnan turvallisuusperusteita, käyttöorganisaatioita ja säteilysuojelua.

**Toteutustavat:**

16 h luentoja, 8 h harjoituksia, pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan lisäopinnot -kokonaisuuteen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Alkuosa biofysiikan opintojaksosta 764117P Säteilifysiikka, biologia ja turvallisuus.

**Oppimateriaali:**

Luennot ja luennolla jaettava materiaali. <http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/761117P/>

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

## 764317A: Säteilifysiikka, -biologia ja -turvallisuus, 3 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Sisältö:**

Ks. Säteilifysiikka, biologia ja -turvallisuus (764117P).

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko ja biofysiikan yliassistentti

## 764117P: Säteilifysiikka, -biologia ja -turvallisuus, 3 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764116P Säteilyfysiikka, -biologia ja -turvallisuus 3.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

2. syksy

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on antaa perusteet säteilysuojeluun ionisoivan säteilyn käytössä teollisuudessa ja tutkimuksessa. Kurssilla käsitellään röntgensäteilyn ja radioaktiivisten aineiden ominaisuuksia, biologisen vaikutuksen perusteita ja lainsäädäntöä. Kurssi antaa valmiudet suorittaa vastaavan johtajan kuulustelu.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 10 h harjoituksia, kotitentti, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK) ja ne fysiikan opiskelijat, joille kurssi 761117P säteilyfysiikka (2 op) on pakollinen, sekä lääketieteen tekniikan ohjelman opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Sopii peruskurssiksi, mutta myös aineopintoihin säteilynkäyttöä varten.

**Oppimateriaali:**

Luennot, luennoilla jaettavat monisteet

<http://physics oulu.fi/biofysiikka/oj/764117P/>

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko ja biofysiikan yliassistentti.

## 765304A: Taivaanmekaniikka I, 5 - 8 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Planeettojen rataliike: planeetan paikan laskeminen ja rataelementtien määrittäminen havainnoista. Yleinen kahden kappaleen probleeman käsittely. Vektoriaalisen häiriöteorian sovellutuksia ja monenkappaleen probleeman erikoistapauksia.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, laskuharjoituksia ja demonstraatioita, tentti.

**Kohderyhmä:**

Toisen ja ylemmän vuosikurssin opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Murray, C.D and Dermott, S.F.: Solar System Dynamics, Roy, A.E: Orbital motion. Karttunen H.: Johdatus taivaanmekaniikkaan.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

## 766328A: Termofysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761314A Termofysiikka 5.0 op

766348A Termofysiikka 7.0 op

761102P Lämpöoppi 2.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

3. syyslukukausi

**Sisältö:**

Opintojaksossa termofysiikan perusperiaatteista pyritään antamaan mahdollisimman selkeä ja fysikaalisesti ymmärrettävä kuva käyttäen statistisen fysiikan menetelmiä. Pyrkimyksenä on selvittää, miten systeemin makroskooppiset ominaisuudet (esim. tilanyhtälö) ovat johdettavissa sen mikroskooppisista perusominaisuuksista (esim. molekyylien käyttäytymisestä). Opintojaksossa käsitellään seuraavia aiheita: Peruskäsitteitä. Termodynamiikan ensimmäinen pääsääntö. Lämpölaajeneminen ja lämmön siirtyminen. Toinen pääsääntö. Yhdistetty pääsääntö. Lämpövoimakoneet ja jäädyttimet. Termodynaamiset potentiaalit. Aineen olomuodot. Klassinen ideaalikaasu. Klassiset ja avoimet systeemit. Kvantti-ideaalikaasu.

**Toteutustavat:**

46 h luentoja, 12 laskuharjoitusta (24 h), 2 välikoetta tai loppukoe.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Termofysiikan antama syvälinen näkökulma makroskooppisten systeemien käyttäytymiseen on hyödyllinen aineopinnoissa erityisesti opintojaksoissa 763333A Aineen rakenne I ja 766334A Aineen rakenne II sekä kaikissa fysiikan syventävissä opinnoissa. Se on välttämätön erityisesti opintojaksoissa 761661S Molekyyelifysiikka, 761668S Laskennallinen fysiikka ja teoreettisen fysiikan opintojaksossa 763620S Statistinen fysiikka. Opintojakso sisältää myös lämpöopin perusopinnot.

Sisältyy Fysiikan lisäopinnot -kokonaisuuteen.

**Oppimateriaali:**

Oppikirjat: H. D. Young and R. A. Freedman: University Physics, 12<sup>th</sup> edition, Pearson Addison Wesley, 2008 (osittain), F. Mandl: Statistical Physics, second edition, John Wiley & Sons Ltd., 1988 (osittain).

Luentomoniste: Juhani Lounila: 766328A Termofysiikka, Oulun yliopisto, 2007. <http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/766328A>

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila

## 765637S: Terrestristen planeettojen basalttinen vulkanismi, 6 op

**Opiskelumuuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Maankaltaisten planeettojen vulkanismin kurssilla käsitellään, mitä tiedämme eri planeettojen vulkaanisesta aktiivisuudesta, sen syistä, kehittymisestä ja tuloksista. Kurssi johdattelee ymmärtämään niitä samankaltaisuuksia ja eroja, joita vulkaanisessa toiminnassa ilmenee erilaisissa olosuhteissa ja ympäristöissä. P-T -olosuhteiden, kemiallisen koostumuksen ja planeetan koon vaihtuessa syntyy erilaisia magmasyntyisiä kiviä ja vulkaanisia pinnanmuotoja. Kurssilla opitaan, kuinka yhdistää planeetan pinnalta tehdyt havainnot vulkaanisten kivien geokemiaan ja kehitykseen ja edelleen ensin osaksi planeetan kehitystä ja sitten edelleen osaksi planeettojen vulkanismin kokonaisvaltaisempaa ymmärtämistä. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu ohjattua ja itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, demonstraatioita, harjoituksia, essee, tentti.

**Kohderyhmä:**

Esim. 4. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian ja geofysiikan opiskelijoille, jotka ovat suorittaneet myös muita planetologian kursseja. Perustiedot geologiassa ja mineralogiassa helpottavat kurssin omaksumista.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Lähtötasona Planetologia I. Kurssi syventää muilla planeetakursseilla saatuja tietoja. Kurssi ohjaa osallistumaan aktiiviseen planeettatutkimukseen.

**Oppimateriaali:**

Esim. Carr & Greeley: Volcanic features of Hawaii: A basis for comparison with Mars.

Mursky: Introduction to planetary volcanism.

Basaltic Volcanism Study Project: Basaltic volcanism on terrestrial planets.

Sigurdsson, Houghton, McNutt, Rymer & Stix (toim.): Encyclopedia of volcanoes (soveltuvin osin).

Zimbelman & Gregg (toim.): Environmental effects of volcanic eruptions: From the deep ocean to the deep space.

R. Lopes (2005), The Volcano Adventure Guide, Cambridge University Press.

G.R. Foulger et al. (2005), Plates, Plumes, and Paradigms, Geological Society of America (GSA Special Paper 388).

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

## 765673S: Theoretical astrophysics, 7 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

7 op

**Sisältö:**

See Theoretical Astrophysics (765373A)

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 762187P: Tiedonhankinta ja tieteellinen kirjoittaminen geofysiikassa, 2 op

**Voimassaolo:** - 31.07.2009

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

Opintojakson sopiva suoritusajankohta on 2. opintovuosi.

**Sisältö:**

Opintojakso antaa valmiudet tieteellisen tiedon hankintaan ja arviointiin sekä perusteet opinnäytetöiden, raporttien ja tieteellisten artikkelien kirjoittamiseen. Opintojakson sisältö: Opintojakson tiedonhankintaosuutena on tiedekirjasto Telluksen kurssi (030005P, 1 op, Tiedonhankintakurssi). Geofysiikan osuutena (1 op) on opintojakson tieteellisen kirjoittamisen osa: opinnäytetöiden, raporttien ja artikkelien rakenne, jäsentäminen ja laatiminen, tieteelliset viestintätavat ja -kanavat, kirjoitustekniikka, kuvien ja taulukoiden laatiminen, julkaisufoorumit, viittauskäytäntö.

**Toteutustavat:**

Luennot ja harjoitustyöt.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen geofysiikkaa pääaineenaan opiskeleville LuK-tutkinnossa.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali, luennoilla esiteltävä kirjallisuus ja verkkomateriaali.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Hyväksytyt harjoitustyöt.

**Arviointiasteikko:**

Hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Informaatikot (Tiedekirjasto Tellus), Toivo Korja (geofysiikka)

## 763641S: Tieteellinen ohjelmointi, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää olioperustaiseen ohjelmointiin C++-kielellä. Kielen esittelyn jälkeen tutustutaan tärkeimpiin tietorakenteisiin ja niiden oliopohjaiseen toteutukseen tavoitteena C++-standardikirjaston hallitseminen. Tapaustutkimusten avulla katsotaan, miten olio-ohjelmointia käytetään tieteellisessä työssä. Koska tieteellisessä ohjelmoinnissa on usein tarpeen sovittaa yhteen eri kielisiä ohjelmia, esim. FORTRAN-kielisiä numeerisia kirjastoja ja konekielisiä laiteohjaimia C++-ohjelmaan, perehdytään kurssin lopuksi monikieliohjelmointiin ja symboliseen konekieleen.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 30 h laboratoriotyöskentelyä, 4 harjoitustyötä ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Kohdistettu kaikille opiskelussaan, tutkimuksessaan tai työelämässään ohjelmointitaitoja tarvitseville.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edeltävänä opintona ATK I Ohjelmoinnin perusteet (763114P) tai muuten hankittu C- tai Java kielen taito. Suositeltavaa ATK IV Numeerinen ohjelmointi (763616S). Esimerkkitapausten ymmärtämistä helpottaa kvanttimekaniikan perusteiden tuntemus.

**Oppimateriaali:**

Strourstrup: The C++ Programming Language, Pekka Pietiläinen: Luentomoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Pekka Pietiläinen

## 765617S: Tietokonesimulaatiot, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

N-kappaleen simulaatiomenetelmistä. Esimerkkejä sovellutuksista planetaaristen renkaiden ja galaksien dynamiikkaan. Monte Carlo -menetelmä ja sen soveltaminen valonsirontalaskuihin.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja ja laskuharjoituksia, 16 h demonstraatioita. Tentti tai itsenäinen harjoitustyö.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Suosittelaa Taivaanmekaniikan tai Tähtijärjestelmien dynamiikan suorittamista.

**Oppimateriaali:**



Jaetaan luennolla.

**Vastuhenkilö:**

Heikki Salo

## **765666S: Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Ks. Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä (765366A).

**Vastuhenkilö:**

Heikki Salo

## **765366A: Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Tilastollinen päättely tähtitieteessä. Todennäköisyysjakaumat, hypoteesin testaus, korrelaatioanalyysi, datan mallintaminen.

**Toteutustavat:**

22 h luentoja ja laskuharjoituksia, 18 h demonstraatioita, tentti.

**Kohderyhmä:**

Fysikaalisten tieteiden opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Wall, J. V. ja Jenkins, C. R.: Practical Statistics for Astronomers Bevington P. R. ja Robinson D. K.: Data Reduction and Errors Analysis for the Physical Sciences.

**Vastuhenkilö:**

Heikki Salo

**Lisätiedot:**

Voidaan suorittaa syventävänä kurssina erikseen sovittavan lisämateriaalin perusteella.

## **762605S: Tulkintateoria, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Tavoitteena on systemaattinen johdatus geofysikaalisten maastomittausten inversio- eli tulkintamenetelmiin.

*Sisältö:* Tulkinnan peruskäsitteet, tulkintamallien ja -menetelmien valinta. Nomogrammitulkinta.

Lineaariparametritulkinta: Aidot lineaariparametrit, linearisointi, yleistetty inversio, tomografiaperiaate.

Epälineaarinen tulkinta: yksi- ja moniulotteinen optimointi. Tulkinnan erikoismenetelmät: Analyttinen inversio, funktioteoreettiset menetelmät, tilastolliset menetelmät. Todennäköisyystiheyden ja entropian maksimin periaatteet. Virheanalyysi.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia ja harjoitustyö. Tentti ja hyväksytyt harjoitustyöt.

**Kohderyhmä:**

Kurssi on pakollinen geofysiikan pääaineopiskelijoiden FM-tutkinnossa.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja luentomateriaali. Hjelt, S.E., 1992: Pragmatic inversion of geophysical data sekä soveltuvin osin

Menke, W., 1989: Geophysical data analysis: discrete inverse theory; Sen, M. & Stoffa, P.L., 1995: Global

optimization methods in geophysical inversion; Scales, J.A., Smith, M.L. & Treitel, S., 2001: Introductory geophysical inverse theory.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Johdettua tähtitieteellistä tutkimustyötä.

**Toteutustavat:**

Raportti

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

120 t kokeellista työskentelyä jossain tutkimusryhmässä ja työskentelyä koskeva raportti.

**Kohderyhmä:**

Vain avaruusfysiikan sv:n, atomi-, molekyyli- ja materiaalfysiikan sv:n ja fysiikan tietotekniikan sv:n opiskelijoille.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**762652S: Työharjoittelu, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Maisteriopintojen aikana

**Sisältö:**

Opiskelija toimii työntekijänä sopivaksi katsotuissa paikoissa vähintään 8 viikkoa. Harjoittelusta sovitaan etukäteen geofysiikan opintoneuvojan tai oppiaineesta vastaavan professorin kanssa.

**Toteutustavat:**

Työharjoittelua vähintään kahdeksan viikkoa. Harjoittelustaan opiskelija laatii selostuksen ja pitää 15-30 min mittaisen esitelmän. Hyväksytty työharjoitteluraportti ja pidetty esitelmä.

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat; pakollinen FM-tutkinnossa.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

## 764337A: Työharjoittelu, 3 - 9 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Työharjoittelu

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 - 9 op

**Sisältö:**

Oletko löytänyt sellaista (kesä)työtä, joka tukee biofysiikan opiskelua ja jonka laitos voi hyväksyä työharjoitteluksi? Siinä tapauksessa yksi harjoittelukuukausi vastaa puoltatoista opintopistettä. Työharjoittelusta voi sisältyä perustutkinnon (LuK tai FM) opintopistemäärään (180/120 op) kolme opintopistettä, loput jäävät ylimeneviin opintopisteisiin.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 763650S: Työharjoittelu, 3 - 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Työharjoittelu

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

2. - 4. vuosi

**Sisältö:**

Harjoittelu, joka ei suoraan liity muihin opinnäytteisiin, esim. kesätyö.

**Toteutustavat:**

Opiskelija laatii harjoittelukertomuksen.

**Vastuuhenkilö:**  
Erkki Thuneberg

### **761337A: Työharjoittelu, 3 - 6 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Työharjoittelu

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 - 6 op

**Sisältö:**

Oletko löytänyt sellaista (kesä)työtä, joka tukee fysiikan opiskelua ja jonka laitos voi hyväksyä työharjoitteluksi? Jos olet, yksi harjoittelukuukausi vastaa 1,5 opintopistettä. Työharjoittelua voi sisältyä LuK- ja/tai FM-tutkintoon yhteensä enintään 6 op.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen.

**Vastuuhenkilö:**

Anja Pulkkinen

### **765608S: Tähtijärjestelmien dynamiikka, 7 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

7 op

**Sisältö:**

Galaksien dynamiikka, spiraalirakenne, galaksien vuorovaikutukset.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja ja laskuharjoituksia, 20 h demonstraatioita, tentti.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Suositteluaan fysiikan Mekaniikan tai Taivaanmekaniikan suorittamista ennen kurssia. Sopii hyvin Linnunradan rakenne ja kinematiikka yhteyteen.

**Oppimateriaali:**

Binney, J. ja Tremaine, S.: Galactic Dynamics.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

4 - 6 op

**Sisältö:**

Vaihtuva aihe.

**Toteutustavat:**

Tentti.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 765106P: Tähtitieteen historia, 3 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

765308A Tähtitieteen historia 5.0 op

765107P-02 Tähtitieteen maailmankuva (osa 2): Tähtitieteen historia 0.0 op

765107P-01 Tähtitieteen maailmankuva (osa 1): Johdatus tähtitieteeseen 0.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Sisältö:**

Tähtitieteellisen maailmankuvan kehitys kivikaudesta kuulentoihin.

**Toteutustavat:**

Kirjatentti.

**Kohderyhmä:**

Kaikkien tiedekuntien opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

H. Karttunen: Vanhin tiede, Ursa 1997.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

## 765693S: Tähtitieteen syventäviä opintoja muissa korkeakouluissa, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

0 op

**Sisältö:**

Toisessa korkeakoulussa tai ulkomailla suoritettuja opintojaksoja.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 765660S: Törmäyskraaterit, 4 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Sisältö:**

Kurssi esittelee törmäyskraatereiden yleisyyttä ja esiintymistä. Kurssi ohjaa törmäyskraatereiden synnyn ja niissä vallinneiden fysikaalisten olosuhteiden ja kemiallisten prosessien ymmärtämiseen. Kurssilla käsitellään erilaisia törmäyskiviä ja -mineraaleja sekä niistä tunnistettavia kiderakenteen ja -koostumuksen piirteitä, jotka ovat törmäystapahtuman aiheuttamia. Osa näistä piirteistä kertoo P-T-olosuhteista ja osa taas meteoriittimateriaalin ja kohdekiven sekoittumisesta, murskautumisesta, sulamisesta ja jopa haihtumisesta. Tärkeitä ovat myös itse törmäyksen jälkeiset tapahtumat ja deformaatio. Kurssilla ohjataan tunnistamaan törmäyksissä syntyneitä piirteitä. Oppilaat johdatellaan törmäyskraatereiden ja niiden merkityksen tutkimiseen niin Maassa ja sen eri aikakausilla kuin myös muilla planeetoilla. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu opiskelijoiden ohjattua työskentelyä.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, demonstraatioharjoitus, essee, tentti.

**Kohderyhmä:**

Esim 4. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian ja geofysiikan opiskelijoille, jotka ovat suorittaneet muitakin planetologian kursseja. Perustiedot geologiassa ja mineralogiassa helpottavat kurssin omaksumista.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Lähtötasona Planetologia I. Kurssi syventää muilla planeetakursseilla saatuja tietoja. Kurssi ohjaa osallistumaan törmäyskraatereiden tutkimukseen.

**Oppimateriaali:**

Taustaksi esim. Hartmann & Cain: Craters!: A multi-science approach to cratering and impacts ja kurssikirjoiksi B. M. French (1998): Traces of Catastrophe, LPI (saatavana myös [www.lpi.usra.edu](http://www.lpi.usra.edu)), Melosh: Impact cratering: A geologic process, Roddy, Pepin & Merrill: Impact and explosion cratering. Spudis: The geology of multi-ring impact basins, A. Montanari and C. Koeberl (2000): Impact stratigraphy (alkuosa; Springer). T. Kenkmann et al. (eds., 2005): Large Meteorite Impacts III, GSA SP 384 sekä uusia julkaisuja.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

**762617S: VLF-menetelmä, 5 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään syvällisesti VLF-menetelmään, joka on nykyään eräs suosituimmista maankamaraan pintaosien tutkimiseen käytettävistä sähkömagneettisista menetelmistä. Kurssin sisältö on pääpiirteissään seuraavanlainen: Lähdekenttä: lähetasemat ja -antennit, etäiset lähettimet, paikalliset lähettimet, eteneminen, polarisaatio, vaimeneminen. Kallistuskulmamittaus (VLF): kallistuskulma, elliptisyys, mittausperiaate. Vastusmittaus (VLF-R): näennäinen ominaisvastus, vaihe, mittausperiaate. Perusanomaliat: homogeeninen maankamara, kaksikerrosmaa, levymäinen johde, prisma. Erikoisanomaliaita. Tulkinta: yleistä, kvalitatiivinen tulkinta, visuaalinen tulkinta, suodatintulkinta, kvantitatiivinen tulkinta, nomogrammitulkinta, numeerinen mallintaminen, inversio, eri malliparametrien vaikutuksia. Esimerkkejä VLF-mittauksista.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 10 h demonstraatioita ja harjoitustyö. Tentti ja hyväksytyt harjoitustyöt.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali. Valittuja artikkeleita alan lehdistä. Osia kirjasta: Nabighian, M. N. (ed.), 1991: Electromagnetic methods in applied geophysics, Volume 2, Part B, s. 521-640.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## 765683S: Venus: geologiaa ja geofysiikkaa, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Avaruusajan myötä on lähetetty useita Venus-luotaimia ja saatu uusia tutkimustuloksia niin planeetan olosuhteista kuin kehityksestäkin. Uusista tutkimuksista huolimatta kaikkea ei kuitenkaan vielä tiedetä. Venuksen kaasukehä on hyvin tiheä ja koostumukseltaan osin eksoottinen ja sen myötä Venuksella on verrattoman voimakas kasviuoneilmiö ja korkea pintalämpötila. Magellan-luotainaineiston avulla on saatu uutta tietoa Venuksen vulkanismista, tektoniikasta ja törmäyksistä. Planeetan sisäosat ja litosfäärin ja kuoren ominaisuudet ovat kuitenkin yhä kiihkeän tutkimuksen kohteina. Esimerkiksi Venuksen pinnan ja sen rakenteiden uusiutuminen on yhä avoin: onko kyseessä jatkuva muutos vai jaksottainen uusiutuminen. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu ohjattua ja itsenäistä työskentelyä. Venus Expressin data ja tulokset.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, demonstraatioita, harjoituksia, essee, tentti.

**Kohderyhmä:**

4. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian ja geofysiikan opiskelijoille, jotka ovat suorittaneet Planetologia I -kurssin.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi syventää Planetologia I -kurssilla saatuja tietoja. Kurssi ohjaa aktiiviseen planeettatutkimukseen sekä osallistumaan luotainohjelmiin.

**Oppimateriaali:**

Lähtötasona on Ford ym. (toim.): Guide to Magellan image interpretation sekä Roth & Wall (toim.): The face of Venus. Syventymiseen Bougher, Hunten & Phillips (toim.): Venus II sekä uudet julkaisut ja ESan VEX-nettisivut.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

## 765385A: Vierailevan luennoitsijan antama kurssi, 4 - 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 - 6 op

**Sisältö:**

Vaihtuva aihe.

**Toteutustavat:**

Tentti.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 764327A: Virtuaaliset mittausympäristöt, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764627S Virtuaaliset mittausympäristöt 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

3. syksy

**Sisältö:**

Kurssin tavoite on perehdyttää opiskelija tärkeimpien tutkimustoiminnassa (myös yrityspuolella) käytössä oleviin työkaluihin. Kurssilla siis tutustutaan eräisiin mittaus- ja analyysiohjelmistoihin ja niiden ohjelmallisiin kehittämiin (esim. MATLAB, LabView).

**Toteutustavat:**

10 h luentoja ja n. 60 tuntia työskentelyä pienissä projekteissa, joissa perehdytään eri työkalujen toimintaan ratkaisemalla niillä annettuja tehtäviä.

**Kohderyhmä:**

Työkaluja tarvitaan erityisesti tutkimusprojekteissa ja pro gradu -työssä, joten tämä kurssi on syytä suorittaa niitä ennen. Biofysiikan opiskelijat (pakollinen, LuK).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Työkaluja tarvitaan erityisesti tutkimusprojekteissa ja pro gradu -työssä, joten tämä kurssi on syytä suorittaa niitä ennen.

**Oppimateriaali:**

Luennot; Annettavien projektitehtävien kuvaukset; ko. työkalujen opaskirjat (enimmäkseen englanniksi).

<http://physics oulu.fi/biofysiikka/oj/764327A/>

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**764606S: Vuosittain vaihtuva aihe, 5 - 9 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

3 - 9 op

**Sisältö:**

Ajankohtaiset biofyysikoiden toimenkuvaan liittyvät asiat muuttuvat monesti kohtuullisen nopeasti. Tällä kurssilla voidaan käsitellä jotain olennaista uutta asiaa tai kokonaisuutta, joka ei sisälly muihin kursseihin.

*Työtavat:* Riippuvat aiheesta. Esim: luentoja, harjoituksia tai pieniä projekteja; sovittava erikseen professorin kanssa.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen. Aiheesta riippuen toisen vuoden keväästä neljännen vuoden kevääseen. Biofysiikan opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Aiheesta riippuen voi sisältää jotain kurssia läheisesti tukevaa materiaalia.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**761104P: Yleinen aaltoliikeoppi, 3 op****Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

761310A Aaltoliike ja optiikka 5.0 op



761310A-01	Aaltoliike ja optiikka, luennot ja tentti	0.0 op
761310A-02	Aaltoliike ja optiikka, laboratoriotyöt	0.0 op
761114P-01	Yleinen aaltoliikeoppi, luennot ja tentti	0.0 op
761114P-02	Yleinen aaltoliikeoppi, laboratoriotyöt	0.0 op
761114P	Yleinen aaltoliikeoppi	5.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

Kevätlukukausi

**Sisältö:**

Aaltoliikkeen käsite yhtenäistää tärkeällä tavalla monien luonnontieteen eri alueilla esiintyvien ilmiöiden kuvausta. Tällaisia ilmiöitä ovat esim. veden pinnan aaltoilu, maanjäristykset, ääni, valo, radio- ja televisiolähetkset sekä kvanttimekaniikan kuvaama hiukkasten aaltoluonne, joka hallitsee aineen mikroskooppista käyttäytymistä. Tässä opintojaksossa tarkastellaan kaikkien aaltoliikkeiden yhteisiä ominaisuuksia ja lisäksi sovellusten kannalta tärkeimpien aaltojen äänen ja sähkömagneettisten aaltojen – erityisominaisuuksia. Erityinen paino on valo-opilla, josta tarkasteltavina aiheina ovat valon heijastuminen ja taittuminen, peilit, linssit ja optiset instrumentit, valon interferenssi ja diffraktio sekä polarisaatio ja laser.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 5 laskuharjoitusta (10 h), 4 osatenttiä ja päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Fysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Oppimateriaali:**

Oppikirja: H.D. Young and R.A. Freedman: University physics, Addison-Wesley, 12. painos, 2008. Luvut 15, 16, 32 - 36 ja 38 (osittain). Myös 11. ja 10. painos käyvät.

Vastaava aines löytyy myös kirjasta H. Benson: University physics, Wiley & Sons, New York 1991 (ensimmäinen painos) tai 1996 (toinen painos), kappaleet 16, 17, 19.8, 34 - 38 ja kappaleen 40 loppu (Special topic: Lasers).

Luentomoniste: Seppo Alanko: 761104P Yleinen aaltoliikeoppi, Oulun yliopisto, 2005.

**Vastuuhenkilö:**

Sami Heinäsmäki

**Lisätiedot:**Ks. <http://physics.oulu.fi/opetus/>**763695S: Yleinen suhteellisuusteoria, 6 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysikaalisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Yleinen suhteellisuusteoria on yksi teoreettisen fysiikan perusteorioista. Kurssilla pyritään käymään läpi yleisen suhteellisuusteorian formalismi niin että voidaan ymmärtää mustan aukon ratkaisu ja kosmologian alkeet.

Kurssi alkaa tarkastelemalla tensorilaskentaa ja differentiaaligeometriaa 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. Erityistä huomiota kiinnitetään teorian kokeellisesti havaittaviin ennustuksiin. Johdanto kosmologiaan päättää kurssin.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 24 h harjoituksia ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Vapaasti valittava, luennoidaan tarpeen ja mahdollisuuksien mukaan.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina Johdatus suhteellisuusteoriaan (763102P). Opiskeltavaa asiaa tukevat myös kurssit Analyttinen mekaniikka (763310A) ja Klassinen kenttäteoria (763629S).

**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.

**Vastuhenkilö:**

Erkki Thuneberg