

# Opasraportti

## LuTK - Fysiikka 2010-11 (2010 - 2011)

### Fysiikan koulutusohjelma

Fysiikan koulutusohjelman opinnot ovat uudistuneet Oulun yliopistossa. Fysiikan laitos koostuu kahdesta osastosta: AINEEN RAKENTEEEN JA TOIMINNAN FYSIIKKA sekä MAAN JA AVARUUDEN FYSIIKKA. Osastojen tutkimusryhmissä tehdään kansainvälisesti korkeatasoista tutkimusta. Tutkijaopettajat kouluttavat uusia opiskelijoita fysiikan eri alojen asiantuntijoiksi.

Koulutusohjelmassa opiskelija voi perehtyä ja syventyä esimerkiksi siihen, miten satelliittien avulla tutkitaan Auringon aktiivisuuden vaihteluita ja niiden vaikutusta Maahan, mallinnetaan ionosfääriä ja revontulia tai pureudutaan aineen rakenteeseen, tutkitaan nestekiteitä tai lasereita tai kehitetään kiihdytinpohjaisia valolähteitä, etsitään pohjavettä, löydetään taloudellisesti merkittäviä malmiesiintymiä tai jopa timantteja, selvitetään, miten ja miksi mannerlaatat liikkuvat, selvitetään hermosolujen toiminnan lainalaisuuksia, mitä suprajohtavuus on, tutkitaan galakseja ja maailmankaikkeutta tai opitaan opettamaan ja havainnollistamaan fysiikkaa. Koulutusohjelmassa voi erikoistua myös aineenopettajaksi. Pääaineeksi voi valita biofysiikan, fysiikan, geofysiikan, teoreettisen fysiikan tai tähtitieteen. Nämä ovat eksakteja luonnontieteitä, joille on ominaista matemaattisten menetelmien käyttö.

Laitoksessa on kaksi osastoa, mutta luonnontieteiden kandidaatin opinnot ovat kaikille hyvin pitkälle samat. Tämä takaa hyvät tiedot fysiikan perusteissa, mahdollistaa pätevyitymisen monipuolisiin työelämän tehtäviin ja avaa ovet useisiin erikoistumislinjoihin. Maisteriopintovaiheessa on valittavana kolme suuntautumismuuttoa: Maan ja avaruuden fysiikan suuntautumismuuttoa, Aineen rakenteen ja toiminnan fysiikan suuntautumismuuttoa ja lisäksi aineenopettajan suuntautumismuuttoa.

AINEEN RAKENTEEEN JA TOIMINNAN FYSIIKASSA opiskellaan ja tutkitaan ainetta sen pienimmistä rakenneselementeistä solutasolle asti sekä aineen käyttäytymistä. Suuntautumismuutossa voi erikoistua atomi-, molekyyli- ja materiaalfysiikkaan (pääaineena fysiikka) tai teoreettiseen fysiikkaan tai biofysiikkaan. Jos haluaa erikoistua ensin mainittuun, syventäviä fysiikan opintoja voi valita kahden spektroskopian tutkimusryhmän aloilta: Molekyylien ja materiaalien NMR (Nuclear Magnetic Resonance) -tutkimus ja Synkrotronisäteilyherätteinen (SR) elektronirakenteen ja dynamiikan tutkimus. Spektroskopian aloilla tehdään sekä kokeellista että teoreettista tutkimusta ja annetaan niihin liittyvää opetusta. SR-spektroskopiassa osallistutaan myös kansainvälisten kiihdytinpohjaisten valolähteiden sekä mittausasemien instrumentointiin. Teoreettisen fysiikan opiskelun tavoitteena on luonnontieteellisen ajattelutavan kehittäminen, ja keskeinen piirre on luonnonilmiöiden matemaattinen mallintaminen. Tutkimus kohdentuu etenkin kvanttimekaniikkaan ja siihen liittyviin ilmiöihin aineen rakenteessa: suprajohtavuus ja supranesteet, kvanttipisteet ja nanoskaalan ilmiöt. Biofysiikassa opiskellaan biologisten systeemien eksaktia tutkimusta ja maisterivaiheessa voi erikoistua joko solujen toimintaan tai lääketieteen tekniikkaan. Biofysiikan tutkimus keskittyy hermosolujen signaloinnin selvittämiseen.

MAAN JA AVARUUDEN FYSIIKASSA opiskellaan ja tutkitaan maan ja lähiavaruuden fysiikkaa sekä tähtitiedettä. Suuntautumismuutoksen tieteenaloina ovat avaruusfysiikka (pääaineena fysiikka), geofysiikka ja tähtitiede. Avaruusfysiikassa opiskellaan ja tutkitaan ylemmän ilmakehän, lähiavaruuden, aurinkotuulen, kosmisten säteiden ja auringon fysiikkaa. Geofysiikassa opiskellaan ja tutkitaan maapallon eri osien, ilmakehän, vesikehän ja kiinteän maan, fysikaalisia ominaisuuksia ja niiden ajallisia ja paikallisia muutoksia. Oulussa tutkimus keskittyy kiinteän maan rakenteiden, ominaisuuksien ja prosessien selvittämiseen. Tähtitieteessä tarkastellaan koko maailmankaikkeutta ja sen ilmiöitä eri mittakaavoissa.

Laitoksella edustettuina olevat **TIETEENALAT** ovat:

- [biofysiikka](#)
- [kokeellinen fysiikka](#) (atomi-, molekyyli- ja materiaalfysiikka ja avaruusfysiikka)
- [geofysiikka](#)
- [teoreettinen fysiikka](#)
- [tähtitiede](#)

## KOULUTUS

### • [Luonnontieteiden kandidaatin tutkinto \(LuK\)](#)

Ohjeellinen lukujärjestys

### • [Filosofian maisterin tutkinto \(FM\)](#)

Fysiikan koulutusohjelmassa on FM-opintoja varten valittavana kolme suuntautumisvaihtoehtoa:

- o [Maan ja avaruuden fysiikka](#) (pääaineena fysiikka, tähtitiede tai geofysiikka)
- o [Aineen rakenteen ja toiminnan fysiikka](#) (pääaineena fysiikka, teoreettinen fysiikka tai biofysiikka)
- o [Aineenopettaja](#)

Tarkemmin [OPINNOISTA](#)

## KURSSIKUVAUKSET

Kurssikuvaukset löytyvät yliopiston www-sivuilta osoitteesta:

<https://weboodi oulu.fi/oodi/> kohdasta Hae.

Alla lista koulutusohjelman opintojaksoista. [Lista opintojaksoita](#) on myös opinto-oppaan sivuilla.

## SIVUAINEOPINTOKOKONAISUUDET

- [Perus- ja aineopintokokonaisuuksia](#)
- [Teknillisen tiedekunnan opiskelijoille tarkoitetut opintojaksot ja -kokonaisuudet](#)

## FYSIIKAN KOULUTUSOHJELMAN OPINTOJAKSOT

### FYSIIKKA / PHYSICS

op/cu

#### Yleisopinnot

#### General studies

761011Y	Orientoivat opinnot	2
	Orientation course for new students	
761013Y	Pienryhmäohjaus	2
	Tutoring	
761012Y	Omaopettajaohjaus	1
	Senior tutoring	

#### Fysiikan perusopinnot

**Basic studies in physics**

761105P	Atomi- ja ydinfysiikka	3
	Atomic and nuclear physics	
761121P	Fysiikan laboratoriotyöt 1	3
	Laboratory exercises in physics 1	
766106P	Fysiikan laboratoriotyöt 2	4
	Laboratory exercises in physics 2	
761112P	Fysikaalisen maailmankuvan kehittyminen	3
	Development of the physical world view	
761102P	Lämpöoppi	2
	Basic thermodynamics	
761101P	Perusmekaniikka	4
	Basic mechanics	
761103P	Sähkö- ja magnetismioppi	4
	Electricity and magnetism	
761104P	Yleinen aaltoliikeoppi	3
	Wave motion	

**Fysiikan aineopinnot****Intermediate studies in physics**

766329A	Aaltoliike ja optiikka	6
	Wave motion and optics	
766326A	Atomifysiikka 1	6

	Atomic physics 1	
766355A	Avaruusfysiikan perusteet	5
	Basics of space physics	
766309A	Fysiikan ja kemian demonstraatiot	2
	Demonstrations in physics and chemistry	
766308A	Fysiikan laboratoriotyöt 3	6
	Laboratory exercises in physics 3	
766338A	Fysiikkaa aineenopettajille	4
	Physics for teachers	
761386A	Kypsyysnäyte	0
	Maturity test	
761385A	LuK-tutkielma ja seminaari	10
	B.Sc. thesis and seminar	
766323A	Mekaniikka	6
	Mechanics	
761353A	Plasmafysiikan perusteet	5
	Basics of plasma physics	
766320A	Soveltava sähkömagnetiikka	6
	Applied electromagnetism	
761359A	Spektroskooppiset menetelmät	5
	Spectroscopic methods	
766319A	Sähkömagnetismi	6

	Electromagnetism	
766328A	Termofysiikka	6
	Thermophysics	
761337A	Työharjoittelu	3-6
	Practical training	
766334A	Ydin- ja hiukkasfysiikka	2
	Nuclear and particle physics	

### **Fysiikan syventävät opinnot**

#### **Advanced studies in physics**

766643S	Atomifysiikan sovellutukset	4
	Applications of atom physics	
761671S	Atomifysiikka 2	8
	Atomic physics 2	
766654S	Aurinkofysiikka	8
	Solar physics	
761673S	Elektroni- ja ionispektroskopia	8
	Electron and ion spectroscopy	
766648S	Elektronispektroskopian jatkokurssi	8
	Extension course in electron spectroscopy	
761648S	Epäkoherentin sirontatutkan perusteet	8
	Fundamentals of incoherent scatter radar	
766694S	Erikoiskurssi	
	Special course	

761666S	Fourier-muunnokset ja niiden sovellutukset	6
	Fourier transform with applications	
766651S	Fysiikan tutkimusprojekti	6
	Research project in physics	
761644S	Fysikaaliset mittaukset	6
	Physical measurements	
766656S	Heliosfäärifysiikka	8
	Heliospheric physics	
761662S	Infrapunaspektroskopia	8
	Infrared spectroscopy	
761658S	Ionosfäärifysiikka	8
	Ionospheric physics	
761670S	Kiinteän aineen NMR-spektroskopia	6
	NMR spectroscopy in solids	
766655S	Kosmiset säteet	8
	Cosmic rays	
766646S	Kvanttimekaniikan sovelluksia SR-spektroskopiassa	6
	Applications of quantum mechanics in SR based spectroscopy	
761686S	Kypsyysnäyte	0
	Maturity test	
761675S	Laser- ja synkrotronisäteilyfysiikka	6
	Laser and synchrotron radiation physics	

761664S	Laserfysiikka	6
	Laser physics	
761668S	Laskennallinen fysiikka	6
	Computational physics	
761657S	Magnetosfäärifysiikka	8
	Magnetospheric physics	
766660S	Molekyylien ominaisuudet	6
	Molecular properties	
761661S	Molekyylifysiikka	6
	Molecular physics	
766661S	NMR-kuvaus	8
	NMR imaging	
761663S	NMR-spektroskopia	8
	NMR spectroscopy	
761669S	NMR-spektroskopian sovellukset	6
	Applications of NMR spectroscopy	
761665S	Optiikka	8
	Optics	
761653S	Plasmafysiikka	8
	Plasma physics	
761683S	Pro gradu -tutkielma	35
	Pro gradu thesis	

761684S	Pro gradu -tutkielma	20
	Pro gradu thesis	
766647S	Quantum information	6
	Quantum information	
761649S	Revontulifysiikka	6
	Auroral physics	
761672S	Röntgenfysiikka	6
	X-ray physics	
766650S	SR-fysiikan sovellutukset	4
	Applications of SR physics	
766649S	Strong- and short-pulse atomic physics	6
	Strong- and short-pulse atomic physics	
766632S	Sähkömagneettiset aallot	6
	Electromagnetic waves	
761645S	Tutkimustyön perusteet	6
	Introduction to experimental physical research	

## **GEOFYSIIKKA / GEOPHYSICS**

**op/cu**

### **Geofysiikan perusopinnot**

#### **Basic studies in geophysics**

762153P	Geofysiikan laboratoriotyöt	2
---------	-----------------------------	---



	Geophysical laboratory experiments	
762106P	GIS ja paikkatiedon perusteet 1	3
	GIS and spatial data 1	
762193P	Hydrologian ja hydrogeofysiikan perusteet	4
	Introduction to hydrology and hydrogeophysics	
762103P	Johdatus geofysiikkaan	3
	Introduction to geophysics	
762135P	Johdatus globaaliin ympäristögeofysiikkaan	6
	Introduction to global environmental geophysics	
762102P	Maa- ja kallioperän geofysikaaliset tutkimusmenetelmät	8
	Geophysical research methods of rock and soil	

### **Geofysiikan aineopinnot**

#### **Intermediate studies in geophysics**

762332A	Aerogeofysiikka	3
	Airborne geophysics	
762322A	Geomagnetismi	5
	Geomagnetism	
762315A	Kaukokartoitus	5
	Remote sensing	
762379A	Kypsyysnäyte	0
	Maturity test	
762382A	LuK-tutkielma ja seminaari	10
	B.Sc. thesis and seminar	

762304A	Mittausaineiston käsittely	6
	Geophysical data processing	
762361A	Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa kotimaassa suoritettut kurssit	
	An intermediate level course from another Finnish university	
762363A	Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa ulkomailla suoritettut kurssit	
	An intermediate level course from another university abroad	
762321A	Seismologia ja maan rakenne	5
	Seismology and the structure of the earth	
762352A	Työharjoittelu	5
	Practical training	

### **Geofysiikan syventävät opinnot**

#### **Advanced studies in geophysics**

762627S	Aika-alueen sähkömagneettiset tutkimusmenetelmät	3
	Time-domain electromagnetic research methods	
762629S	Fennoskandian kallioperän geofysikaaliset ominaisuudet	4
	Geophysical properties of the crust and upper mantle in Fennoscandia	
762620S	Geofysiikan ATK	3
	Computers in geophysics	
762662S	Geofysiikan erikoisluennot	
	Special courses in geophysics	
762603S	Geofysikaaliset kentät	8

	Geophysical field theory	
762606S	GIS ja paikkatiedon perusteet 2	3
	GIS and spatial data 2	
762660S	Ice & Snow Physics & Chemistry & Glaciology	3
	Ice & Snow Physics & Chemistry & Glaciology	
762645S	Kallioperägeologian ja geofysiikan maastokurssi	3
	Field course in bedrock mapping and applied geophysics	
762679S	Kypsyysnäyte	0
	Maturity test	
762624S	Maa- ja kallioperän sähköiset tutkimukset	5
	Electrical research methods of rock and soil	
762628S	Maan termiset prosessit	5
	Thermal processes of the earth	
762616S	Maatutkaluotaus	5
	Ground penetrating radar sounding	
762625S	Magnetotelluriikka	5
	Magnetotellurics	
762636S	Matalaseismiset luotaukset	6
	Shallow seismic soundings	
762661S	Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa kotimaassa suoritettut kurssit	
	An advanced level course from another Finnish university	
762663S		

Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa ulkomailla  
suoritetut kurssit

An advanced level course from another university abroad

762681S Opinnäyte (pro gradu -tutkielma ja esitelmä) 35

M.Sc. work (thesis and seminar)

762684S Opintoretki 2

Excursion

762612S Painovoima- ja magneettiset menetelmät 5

Gravimetric and magnetic methods

762607S Petrofysiikka 6

Physical properties of rocks

762630S Sähkömagneettisten kenttien mallintaminen 5

Modelling of electromagnetic fields

762611S Sähkömagneettisten mittausten teoria 5

Theory of electromagnetic methods

762605S Tulkintateoria 6

Interpretation theory

762617S VLF-menetelmä 5

VLF-method

762646S Ympäristögeologian ja geofysiikan maastokurssi 3

Field course in environmental geology and applied  
geophysics

**TEOREETTINEN FYSIIKKA / THEORETICAL PHYSICS**

op/cu

**Teoreettisen fysiikan perusopinnot****Basic studies in theoretical physics**

763101PFysiikan matematiikkaa 6

Mathematics for physics

763105PJohdatus suhteellisuusteoriaan 1 2

Introduction to relativity 1

763114POhjelmoinnin perusteet 4

Introduction to programming

**Teoreettisen fysiikan aineopinnot****Intermediate studies in theoretical physics**

763310AAanalyttinen mekaniikka 6

Analytical mechanics

763306AJohdatus suhteellisuusteoriaan 2 2

Introduction to relativity 2

763333AKiinteän aineen fysiikka 4

Solid state physics

763312AKvanttimekaniikka I 10

Quantum mechanics I

763313AKvanttimekaniikka II 10

Quantum mechanics II

763385AKypsyysnäyte	0
Maturity test	
763330ALuK-tutkielma ja seminaari	10
B.Sc. thesis and seminar	
763311AMatemaattiset apuneuvot	6
Mathematical methods	
763315ANumeerinen mallintaminen	4
Numerical modelling	
<b>Teoreettisen fysiikan syventävät opinnot</b>	
<b>Advanced studies in theoretical physics</b>	
763655SAstrohiukkasfysiikka	6
Astroparticle physics	
763654SHydrodynamiikka	6
Hydrodynamics	
763629SKlassinen kenttäteoria	6
Classical field theory	
763628SKondensoidun materian fysiikka	10
Condensed matter physics	
763622SKvanttimekaniikan jatkokurssi	10
Advanced course in quantum mechanics	
763612SKvanttimekaniikka I	10
Quantum mechanics I	

763693SKvanttioptiikkaa sähköisissä piireissä	6
Quantum optics in electric circuits	
763685SKypsyysnäyte	0
Maturity test	
763694SMateriaalifysiikan menetelmiä	6
Methods in material physics	
763616SNumeerinen ohjelmointi	6
Numerical programming	
763682SPro gradu -tutkielma	20
Pro gradu thesis	
763683SPro gradu -tutkielma	35
Pro gradu thesis	
763620SStatistinen fysiikka	10
Statistical physics	
763645SSuprajohtavuus	6
Superconductivity	
763698SSyventävä erikoiskurssi	6-10
Advanced special course	
763696SSähköiset kuljetusilmiöt mesoskooppisissa rakenteissa	6
Electronic transport in mesoscopic systems	
763641STieteellinen ohjelmointi	6
Programming	
763650STyöharjoittelu	3

## Practice

763695SYleinen suhteellisuusteoria 6

## General relativity

**BIOFYSIKKA / BIOPHYSICS**

op/cu

**Biofysiikan perusopinnot****Basic studies in biophysics**

764103P Johdatus biofysiikkaan 3

Introduction to biophysics

764115P Solujen biofysiikan perusteet 2-4

Foundations of cellular biophysics

764116P Säteilyfysiikka, -biologia ja -turvallisuus 3

Radiation physics, biology and safety

**Biofysiikan aineopinnot****Intermediate studies in biophysics**

764364A Biosysteemien analyysi 4

Analysis of biosystems

764395A Kypsyysnäyte LuK-tutkintoon 0

Maturity test for BSc

764306A LuK-tutkielma ja seminaari 10

B.Sc. thesis and seminar



764369A	Lääkintälaitetekniikka	3
	Medical equipments	
764338A	Neurotieteen perusteet	5
	Basic neuroscience	
764323A	Solukalvojen biofysiikka	6
	Cell membrane biophysics	
764337A	Työharjoittelu	3-9
	Practical training	
764327A	Virtuaaliset mittausympäristöt	5
	Virtual measurement environments	

### **Biofysiikan syventävät opinnot**

#### **Advanced studies in biophysics**

764660S	Bioelektroniikka	4
	Bioelectronics	
764625S	Biofysiikan laboratoriprojektit	4-9
	Laboratory projects of biophysics	
764651S	Biofysiikan tutkimusprojekti ja seminaari	10
	Research project in biophysics	
764631S	Bioprosessien dynamiikka	4
	Bioprocess dynamics	
764668S	Biosysteemien simulointi	5
	Simulation of biosystems	

764630S	Epälineaaristen systeemien identifiointi	6
	Identification of nonlinear systems	
764694S	Erikoiskurssi	
	Special course	
764620S	Hemodynamiikka	4
	Hemodynamics	
764680S	Hermoston tiedonkäsittely	5
	Neuronal information processing	
764695S	Kypsyysnäyte FM-tutkintoon	0
	Maturity test for MSc	
764629S	Lineaaristen systeemien identifiointi	5
	Identification of linear systems	
764633S	Lääketieteellinen fysiikka	4
	Medical physics	
764619S	Molekyylien biofysiikka	4
	Molecular biophysics	
764638S	Neurotieteen perusteet	5
	Basic neuroscience	
764697S	Pro gradu -tutkielma	35
	Pro gradu thesis	
764623S	Solukalvojen biofysiikka	6
	Cell membrane biophysics	
764632S	Sähköfysiologian menetelmät	6

Electrophysiological methods

764606S Vuosittain vaihtuva aihe 3-9

Special advanced course

## **TÄHTITIEDE / ASTRONOMY**

**op/cu**

### **Tähtitieteen perusopinnot**

#### **Basic studies in astronomy**

765103PJohdatus tähtitieteeseen 3

Introduction to astronomy

765106PTähtitieteen historia 3

History of astronomy

765104PTähtitieteen perusteet 8

Fundamentals of astronomy

### **Tähtitieteen aineopinnot**

#### **Intermediate studies in astronomy**

765394AErikoiskurssi

Special course

765330AGalaksit ja kosmologia 5

Galaxies and cosmology

765357AKypsyysnäyte 0

Maturity test

765356ALuK-tutkielma ja seminaari	10
B.Sc. thesis and seminar	
765303APlanetologia	7
Planetology	
765304ATAivaanmekaniikka	5
Celestial mechanics	
765373ATEoreettinen astrofysiikka	7
Theoretical astrophysics	
765366ATilastolliset menetelmät tähtitieteessä	5
Statistical methods in astronomy	
765343ATähtien rakenne ja evoluutio	8
Stellar structure and evolution	
765336ATähtitieteen havaintomenetelmät	5
Astronomical observing techniques	
765333ATähtitieteen tutkimusprojekti 1	7
Study project in astronomy 1	
765385AVierailevan luennoitsijan antama kurssi	4-6
Special course given by a visiting lecturer	

### **Tähtitieteen syventävät opinnot**

#### **Advanced studies in astronomy**

765638SAreologia	6
Areology	

765694SE	Erikoiskurssi	4-10	
	Special course		
765671S	Gasdynamics and interstellar medium		8
	Gasdynamics and interstellar medium		
765657S	Kypsyysnäyte		0
	Maturity test		
765661S	Linnunradan rakenne ja kinematiikka		6
	Structure and kinematics of Milky Way		
765678S	Meteoriitit ja törmäyskraaterit		6
	Meteorites and impact craters		
765645S	Planeettojen kartoitus		4
	Mapping the planets		
765621S	Pro gradu -tutkielma		20
	Pro gradu thesis		
765624S	Pro gradu -tutkielma		35
	Pro gradu thesis		
765676S	Radiative Processes in Astrophysics		8
	Radiative Processes in Astrophysics		
765648S	Relativistic Astrophysics		8
	Relativistic Astrophysics		
765609S	Selenologia		6
	Selenology		
765637S	Terrestristen planeettojen basalttinen vulkanismi		6

Basaltic volcanism on terrestrial planets	
765673STheoretical astrophysics	7
Theoretical astrophysics	
765617STietokonesimulaatiot	5
Computer simulations	
765666STilastolliset menetelmät tähtitieteessä	5
Statistical methods in astronomy	
765655STutkimusprojekti 2 / Työharjoittelu	6
Research project	
765643STähtien rakenne ja evoluutio	8
Stellar structure and evolution	
765608STähtijärjestelmien dynamiikka	7
Stellar dynamics	
765693STähtitieteen syventäviä opintoja muissa korkeakouluissa	
Advanced astronomy studies at other universities	
765683SVenus: geologiaa ja geofysiikkaa	6
Venus: geology and geophysics	
765692SVierailevan luennoitsijan antama kurssi	4-6
Special course given by a visiting lecturer	

## **Tutkintorakenteisiin kuulumattomat opintokokonaisuudet ja -jaksot**

766329A: Aaltoliike ja optiikka, 6 op  
 762332A: Aerogeofysiikka, 3 op  
 762627S: Aika-alueen sähkömagneettiset tutkimusmenetelmät, 3 op  
 763310A: Analyttinen mekaniikka, 6 op  
 765638S: Areologia, 6 op  
 763655S: Astrohiukkasfysiikka, 6 op  
 765336A: Astronomical observing techniques, 5 op  
 761105P: Atomi- ja ydinfysiikka, 3 op  
 766643S: Atomifysiikan sovellutukset, 4 op  
 766326A: Atomifysiikka 1, 6 op  
 761671S: Atomifysiikka 2, 8 op  
 766654S: Aurinkofysiikka, 8 op  
 765331A: Aurinkokunnan dynamiikka, 7 op  
 765631S: Aurinkokunnan dynamiikka, 7 op  
 766355A: Avaruusfysiikan perusteet, 5 op  
 764660S: Bioelektroniikka, 5 op  
 764625S: Biofysiikan laboratorioprojektit, 3 - 6 op  
 764651S: Biofysiikan tutkimusprojekti ja seminaari, 10 op  
 764364A: Biosysteemien analyysi ja simulointi, 6 op  
 764668S: Biosysteemien simulointi, 5 op  
 761673S: Elektroni- ja ionispektroskopia, 8 op  
 766648S: Elektronispektroskopian jatkokurssi, 8 op  
 761648S: Epäkoherentin sirontatutkan perusteet, 8 op  
 764630S: Epälineaaristen systeemien identifiointi, 6 op  
 765394A: Erikoiskurssi, 7 op  
 765694S: Erikoiskurssi, 7 op  
 762629S: Fennoskandian kallioperän geofysikaaliset ominaisuudet, 4 op  
 761666S: Fourier-muunnokset ja niiden sovellutukset, 6 op  
 766309A: Fysiikan ja kemian demonstraatiot, 2 op  
 761121P: Fysiikan laboriotyöt 1, 3 op  
 766106P: Fysiikan laboriotyöt 2, 4 op  
 766308A: Fysiikan laboriotyöt 3, 2 - 6 op  
 761112P: Fysiikan maailmankuva, 3 op  
 763101P: Fysiikan matematiikkaa, 6 op  
 766651S: Fysiikan tutkimusprojekti, 6 op  
 766338A: Fysiikkaa aineenopettajille, 4 op  
 761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op  
 762106P: GIS ja paikkatiedon perusteet 1, 3 op  
 762606S: GIS ja paikkatiedon perusteet 2, 3 op  
 765330A: Galaksit, 6 op  
 765671S: Gasdynamics and interstellar medium, 8 op  
 762620S: Geofysiikan ATK, 3 op  
 762662S: Geofysiikan erikoisluennot, 0 op  
 762153P: Geofysiikan laboriotyöt, 2 op  
 762603S: Geofysikaaliset kentät, 8 op  
 762322A: Geomagnetismi, 5 op  
 766656S: Heliosfäärifysiikka, 8 op  
 764620S: Hemodynamiikka, 4 op  
 764680S: Hermoston tiedonkäsittely, 5 op  
 763654S: Hydrodynamiikka, 6 op  
 762193P: Hydrologian ja hydrogeofysiikan perusteet, 4 op  
 762660S: Ice & Snow Physics & Chemistry & Glaciology, 3 op  
 761662S: Infrapunaspektroskopia, 8 op  
 761658S: Ionosfäärifysiikka, 8 op  
 763684J: Jatko-opintoihin sisältyvä harjoittelu, 2 - 8 op  
 762684J: Jatko-opintoihin sisältyvä harjoittelu, 2 - 8 op  
 765684J: Jatko-opintoihin sisältyvä harjoittelu, 2 - 8 op  
 764103P: Johdatus biofysiikkaan, 2 op  
 762103P: Johdatus geofysiikkaan, 2 op  
 762135P: Johdatus globaaliin ympäristögeofysiikkaan, 6 op  
 763105P: Johdatus suhteellisuusteoriaan 1, 2 op  
 763306A: Johdatus suhteellisuusteoriaan 2, 2 op  
 765103P: Johdatus tähtitieteeseen, 2 op

762645S: Kallioperägeologian ja geofysiikan maastokurssi, 3 op  
 762315A: Kaukokartoitus, 5 op  
 761670S: Kiinteän aineen NMR-spektroskopia, 6 op  
 763333A: Kiinteän aineen fysiikka, 4 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  
 764629S: Lineaaristen systeemien identifiointi, 5 op  
 765661S: Linnunradan rakenne ja kinematiikka, 6 op  
 765356A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op  
 763330A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op  
 762382A: 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  
 765678S: Meteoritit ja törmäyskraaterit, 6 op  
 762304A: Mittausaineiston käsittely, 6 op  
 764619S: Molekyylien biofysiikka, 4 op  
 766660S: Molekyylien ominaisuudet, 6 op  
 761661S: Molekyyelifysiikka, 8 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  
 763315A: Numeerinen mallintaminen, 4 op  
 763616S: Numeerinen ohjelmointi, 6 op  
 763114P: Ohjelmoinnin perusteet, 4 op  
 761012Y: Omaopettajaohjaus, 1 op  
 766684J: Opetustehtävät, 2 - 8 op



764684J: Opetustehtävät, 2 - 8 op  
 762681S: Opinnäyte (pro gradu -tutkielma ja esitelmä), 30 op  
 762684S: Opintoretki, 2 op  
 761665S: Optiikka, 6 op  
 761011Y: Orientoivat opinnot, 2 op  
 762612S: Painovoima- ja magneettiset menetelmät, 5 op  
 761101P: Perusmekaniikka, 4 op  
 762607S: Petrofysiikka, 6 op  
 761013Y: Pienryhmäohjaus, 2 op  
 765645S: Planeettojen kartoitus, 4 op  
 765303A: Planetologia, 7 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: Revontulifysiikka, 6 op  
 761672S: Röntgenfysiikka, 6 op  
 766650S: SR-fysiikan sovellutukset, 5 op  
 762321A: Seismologia ja maan rakenne, 5 op  
 765609S: Selenologia, 6 op  
 764115P: Solujen biofysiikan perusteet, 4 op  
 764623S: Solukalvojen biofysiikka, 7 op  
 764323A: Solukalvojen biofysiikka, 7 op  
 766320A: Soveltava sähkömagnetiikka, 6 op  
 761359A: Spektroskooppiset menetelmät, 5 op  
 763620S: Statistinen fysiikka, 10 op  
 765343A: Stellar structure and evolution, 7 op  
 765643S: Stellar structure and evolution, 7 op  
 766649S: Strong- and short-pulse atomic physics, 6 op  
 763645S: Suprajohtavuus, 6 op  
 763698S: Syventävä erikoiskurssi, 6 - 8 op  
 761103P: Sähkö- ja magnetismioppi, 4 op  
 764632S: Sähköfysiologian menetelmät, 6 op  
 763696S: Sähköiset kuljetusilmiöt mesoskooppisissa rakenteissa, 6 op  
 766632S: Sähkömagneettiset aallot, 6 op  
 762630S: Sähkömagneettisten kenttien mallintaminen, 5 op  
 762611S: Sähkömagneettisten mittausten teoria, 5 op  
 766319A: Sähkömagnetismi, 7 op  
 764116P: Säteilysfysiikka, -biologia ja -turvallisuus, 3 op  
 761116P: Säteilysfysiikka, -biologia ja -turvallisuus, 3 op  
 765304A: Taivaanmekaniikka, 5 - 8 op  
 766328A: Termofysiikka, 6 op  
 765637S: Terrestristen planeettojen basalttinen vulkanismi, 6 op  
 765673S: Theoretical astrophysics, 7 op  
 765373A: Theoretical astrophysics, 7 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  
 764337A: Työharjoittelu, 3 - 9 op  
 763650S: Työharjoittelu, 3 - 5 op  
 761337A: Työharjoittelu, 3 - 6 op  
 762352A: Työharjoittelu, 5 op

765608S: Tähtijärjestelmien dynamiikka, 7 op  
 765106P: Tähtitieteen historia, 3 op  
 765104P: Tähtitieteen perusteet, 8 op  
 765693S: Tähtitieteen syventäviä opintoja muissa korkeakouluissa, 0 op  
 765333A: Tähtitieteen tutkimusprojekti 1, 7 op  
 762617S: VLF-menetelmä, 5 op  
 765683S: Venus: geologiaa ja geofysiikkaa, 6 op  
 765692S: Vierailevan luennoitsijan antama kurssi, 4 - 6 op  
 765385A: Vierailevan luennoitsijan antama kurssi, 4 - 6 op  
 764327A: Virtuaaliset mittausympäristöt, 5 op  
 764606S: Vuosittain vaihtuva aihe, 5 - 9 op  
 766334A: Ydin- ja hiukkasfysiikka, 2 op  
 766669S: Ydinmagneettinen relaksaatio, 6 op  
 761104P: Yleinen aaltoliikeoppi, 3 op  
 763695S: Yleinen suhteellisuusteoria, 6 op  
 762646S: Ympäristögeologian ja geofysiikan maastokurssi, 3 op

## Opintojaksojen kuvaukset

### Tutkintorakenteisiin kuulumattomien opintokokonaisuuksien ja -jaksojen kuvaukset

#### 766329A: Aaltoliike ja optiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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:**

1. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Aaltoliikkeen käsite yhtenäistää monia luonnontieteen eri alueilla esiintyviä ilmiöitä, esim. veden pinnan aaltoilu, maanjäristykset, ääni, valo, radio- ja televisiolähettykset. Kurssin tavoitteena on antaa opiskelijalle valmiudet käsitellä erilaisia aaltoliikkeitä yhtenäisen teorian tarjoamilla menetelmillä. Tärkeä osa kurssista käsittelee valon aaltoluonnetta ja optiikka.

**Sisältö:**

Tässä opintojaksossa tarkastellaan yleisesti aaltoliikkeeseen liittyviä perusominaisuuksia 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, 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:**

Pakollinen fysiikan koulutusohjelmassa syksystä 2009 lähtien. Aikaisemmin aloittaneille sisältyy Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**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.

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766329A/>

## 762332A: Aerogeofysiikka, 3 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

2. tai 3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija tunteegeofysikaalisten lentomittausten ominaispiirteet ja osaa arvioida, miten aerogeofysikaalista mittausaineistoa voi hyödyntää omassa tutkimuksessa.

**Sisältö:**

Kurssi tarjoaa perustietoa ilma-aluksesta käsin tehtävistä aerogeofysikaalisista tutkimusmenetelmistä. Kurssi keskittyy Geologian tutkimuskeskuksen Suomessa tekemiin kartoitusohjelmiin käsittäen magneettiset, sähkömagneettiset ja radiometriset mittaukset. Kurssilla käydään läpi edellä mainitut geofysikaaliset mittausmenetelmät ja -laitteistot, tukimittaukset, navigointi- ja paikannus, mittausaineiston käsittely ja magneettisten ja sähkömagneettisten anomalioiden erityispiirteet. ATK-harjoituksissa syvennetään luennoilla opittuja asioita mallinnus- ja tulkintaohjelmien avulla.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, demonstraatioita, tentti.

**Kohderyhmä:**

Kurssi on pakollinen geofysiikan LuK-opinnoissa. Suositellaan geotieteiden opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762332A/>

## 762627S: Aika-alueen sähkömagneettiset tutkimusmenetelmät, 3 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee sähkömagneettisten pulssimenetelmien erikoisominaisuudet ja anomalioiden pääpiirteet ja osaa tulkita luotausaineistoa kerrosmallin avulla.

**Sisältö:**

Kurssi tarjoaa 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 tietokoneharjoituksia, käytännön mittauksia ja aineiston tulkintaa.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja ja demonstraatioita, tentti.

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat.

**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.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762627S/>

**763310A: Analyyttinen mekaniikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

2. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

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.

**Sisältö:**

Newtonin lait, hiukkasjoukko, häiriöteoria, Lagrangen yhtälö, variaatiolaskenta, säilymlait, kahden kappaleen ongelma, pienet värähtelyt, jäykän kappaleen liike, Hamiltonin yhtälöt, yhteys kvanttimekaniikkaan.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 12 harjoituskertaa (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 Analyyttisen mekaniikan kurssin pohjalta.

**Oppimateriaali:**

A. Fetter ja J. Walecka: Theoretical mechanics of particles and continua; H. Goldstein: Classical Mechanics; E. Thuneberg: Analyyttinen mekaniikka (luentomoniste).

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763310A/>

**765638S: Areologia, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Syventävät kurssit luennoidaan joka toinen tai kolmas vuosi, joten opiskelijan on oivallettava itselleen sopivin suoritusajankohta.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelija hallitsee sen sisällön sekä teoriassa että käytännössä.

Kurssisuorituksesta opiskelijalle annettu arvosana kuvaan tämän tavoitteen saavuttamistasoa.

**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 vaihdellessa 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:**

The Martian Surface Composition, Mineralogy and Physical Properties Edited by Jim Bell. Published June 2008 | Hardback | ISBN-13:9780521866989 | Hinta: 95,00 GBP

Mars: An Introduction to its Interior, Surface and Atmosphere by Nadine Barlow. Hardback | Published January 2008 | Hinta: 95,00 GBP

Taustaa antavat Cattermole: Mars: The story of the red planet, Greeley & Iversen: Wind as a geological process, Papike (toim.): Planetary materials (soveltuvien 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 NASAn (MGS, MO, MRO ja MER) ja ESAn (MEX) nettisivujen avulla.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765638S/>

## 763655S: Astrohiukkasfysiikka, 6 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Luentomoniste on englanniksi. Luennot suomeksi tai englanniksi riippuen opiskelijoista.

**Ajoitus:**

Syventävät opinnot, jatko-opinnot.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään astrohiukkasfysiikan perusilmiöitä ja uusimpia tuloksia. Aiheita ovat esimerkiksi suurienergiset kosmiset säteet, supernovaneutriinot ja muinaiset supernovaneutriinot, auringon neutriinot, geoneutriinot, kaksoisbeetahajoaminen, protonin (aineen) hajoaminen, pimeä aine ja taustasäteily maan alla.

**Toteutustavat:**

Luentoja 39 h (13 x 3h). Ensimmäinen luento 15.09.2009 ja viimeinen 15.12.2009 (tiistaina 29.09. ei ole luentoa). Laskuharjoituksia 14h tai 16h. Harjoitusajat päätetään ensimmäisellä luennolla.

**Kohderyhmä:**

Tähtitieteestä tai ydin- tai hiukkasfysiikasta kiinnostuneet opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ydin- ja hiukkasfysiikan ja tähtitieteen perusteita olisi hyvä tietää, mutta muuten varsinaisia esitietovaatimuksia ei ole, eikä näidenkään tietojen puuttuminen estä osallistumista.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste, joka täydentyy kurssin aikana, saatavana verkosta.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Suoritustavat ja -ajankohdat päätetään luennolla.

**Vastuuhenkilö:**

Timo Enqvist

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763655S/>

## 765336A: Astronomical observing techniques, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

5 op

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää havaintojen merkityksen tähtitieteellisen tiedon muodostumisessa ja tuntee tärkeimmät havaintomenetelmät ja -laitteet.

**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 12 h harjoituksia. Tenti.

**Kohderyhmä:**

Toisen ja ylemmän vuosikurssin opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tähtitieteen perusteet (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

**Lisätiedot:**

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

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

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766326A Atomifysiikka 6.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

Ei luennoida enää. Kurssin voi suorittaa tässä muodossa loppukokeella.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakso antaa yleiskuvan atomien, ydinten ja alkeishiukkasten ominaisuuksista.

**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. Syksystä 2009 lähtien kurssi on osa opintojaksoa *766326A Atomifysiikka 1* ja sen päätekokeena on ko. opintojakson ensimmäinen välikoe.

**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, 2009.

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila (aikaisempi kurssi) ja Helena Aksela (uusi kurssi)

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761105P/> ja

<https://wiki oulu.fi/display/766326A/>

## 766643S: Atomifysiikan sovellutukset, 4 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää pääpiirteissään spektroskooppisen atomifysiikan tutkimuksen tämänhetkiset tutkimuskohteet ja käytettävät menetelmät. Opiskelija osaa hakea tietoa ajankohtaisista tutkimusaiheista.

**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:**

24 h luentoja, 10 h harjoitustöitä, tentti.

**Kohderyhmä:**

Syventävien opintojen kuluessa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: 766326A Atomifysiikka 1, Kytkeytyy opintojaksoihin 761671S Atomifysiikka 2, 761672S Röntgenfysiikka, 761673S Elektroni- ja ionispektroskopia ja 761675S Laser- ja synktronisäteilyfysiikka.

**Vastuuhenkilö:**

Helena Aksela

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766643S/>

## 766326A: Atomifysiikka 1, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää ne klassisen fysiikan käsitteiden ja järjestelmien muutokset, joita atomifysikaalista suuruusluokkaa olevien kohteiden tutkimus ja tuntemus vaativat. Opiskelija osaa kuvailla joitakin mekanismeja, joilla sähkömagneettinen säteily ja atomit ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Opiskelija tuntee laskennalliset periaatteet, joiden avulla pystytään ratkaisemaan yksinkertaisten systeemien, erityisesti vetyatomin, energiatilat ja aaltofunktiot. Opiskelija osaa käyttää alkuaineiden jaksollista järjestelmää hyväksi arvioidessaan atomin kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia sen elektroniverhon rakenteen perusteella. Opiskelija tietää molekyyllisidoksen muodostumisen edellytykset ja alkeet molekyylien vibraatio-, rotaatio- ja elektronisista energiatiloista.

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään käytännön esimerkkien kautta kvanttimekaniikkaan, joka on yksi modernin fysiikan suurista teorioista. Kvanttimekaniikka on muuttanut radikaalilla tavalla käsityksiämme maailmasta, erityisesti aineen ja säteilyn luonteesta. Kvanttimekaniikan ilmiöt tulevat esiin lähinnä materian mikroskooppisten rakenneosasten, kuten atomien, elektronien ja ytimien, toiminnassa. Opintojakson alussa käydään läpi niitä taustoja ja tapahtumia, jotka johtivat kvanttimekaniikan kehittymiseen 1900-luvulla. Tässä yhteydessä käydään läpi sähkömagneettisen säteilyn ja materian vuorovaikutusprosesseja, kuten mustan kappaleen säteilyä, valosähköistä ilmiötä ja säteilyn sirontaa aineesta. Kvanttimekaniikassa materiahiukkasia kuvataan aaltofunktioiden avulla. Johdantona hiukkasten aalto-ominaisuuksien ymmärtämiseen toimivat de Broglien aallonpituus, hiukkasten ryhmä- ja vaihenopeus sekä Heisenbergin epätarkkuusperiaate. Opintojakson alkuosa päättyy Bohrin atomimalliin ja atomien elektronisiin siirtymiin sekä atomien emissiospektreihin.

Kurssin toisessa osassa tutustutaan kvanttimekaniikkaan esitellen systeemin tilaa kuvaavat aaltoyhtälöt ja niiden ratkaiseminen muutamassa yksinkertaisessa tapauksessa. Kvanttimekaniikkaa käytetään hyvin kuvailevalla tasolla keskittyen kvanttimekaniikan sovelluksiin. Vety-atomien aaltofunktioiden ja energiatilojen lisäksi käsitellään lyhyesti monielektronista atomia, molekyyliä ja kemiallista sidosta. Opintojaksossa pyritään tuomaan esille, miten tieto edelleen tarkentuu atomi- ja molekyyllifysiikan nykytutkimuksessa ja miten atomifysiikan ilmiöt näkyvät arkielämässä käytössä olevissa sovelluksissa.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan koulutusohjelmassa syksystä 2009 lähtien. Aikaisemmin aloittaneilla sisältyy Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen.

Kurssin ensimmäisellä välikokeella voi korvata fysiikan peruskurssikokonaisuuteen (25 op) kuuluvan kurssin 761105P Atomi- ja ydinfysiikka (3 op).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**



Antaa pohjan Aineen rakenne I ja II -kurssille, on myös johdanto Kvanttimekaniikka I -kurssille ja hyvä tausta atomifysiikan ja molekyylyfysiikan syventäville kursseille. 761105P Atomi- ja ydinfysiikka -kurssista saa suoritusmerkinnän tenttimällä hyväksytysti 766326A Atomifysiikka -kurssin ensimmäisen välikokeen.

**Oppimateriaali:**

Oppikirjat: A. Beiser: Concepts of Modern Physics, McGraw-Hill Inc., R. Eisberg and R. Resnick: Quantum physics of atoms, molecules, solids, nuclei and particles, John Wiley & Sons.

**Vastuuhenkilö:**

Helena Aksela ja Leena Partanen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766326A/>

## 761671S: Atomifysiikka 2, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija hallitsee atomien laskennallisen tutkimuksen periaatteet, erityisesti Hartree-Fock -tyyppisten menetelmien käytön ja pystyy tulkitsemaan atomien ja molekyylien spektrien yleispiirteet käytettyjen fysikaalisten periaatteiden avulla. Opiskelija hallitsee periaatteet olemassa olevien koodien käytöstä yksinkertaisten atomirakennelaskujen tekemistä varten.

**Sisältö:**

Tavoitteena on muodostaa opiskelijoille 766326A Atomifysiikan opintojaksoa syvällisempi näkemys monielektronisen atomin rakenteesta sekä elektronisen rakenteen ja dynamiikan spektroskooppisista tutkimusmenetelmistä. Kvanttimekaniikan formalismeja sovelletaan monielektronisten atomien kvanttitilojen 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 (sopimuksen mukaan) suullisena.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja aloittavat opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: 766326A Atomifysiikka 1 ja 763612S Kvanttimekaniikka I. Liittyy osittain teoreettisen fysiikan opintojaksoon 763622S Kvanttimekaniikan jatkokurssi, mutta on lähestymistavaltaan formalismia soveltava. Tarjoaa elektronispektroskopian kursseille teoriapohjaa.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Helena Aksela

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761671S/>

## 766654S: Aurinkofysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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 Heliosfäärifysiikka 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:**<https://wiki oulu.fi/display/766654S/>**765331A: Aurinkokunnan dynamiikka, 7 op****Voimassaolo:** 01.01.2011 -**Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

7 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on käsitys Aurinkokunnan kappaleisiin vaikuttavista dynaamisista mekanismeista, sekä Aurinkokunnan syntyhistoriasta.

**Sisältö:**

Aurinkokunnan dynamiikan perusteita: planeettojen, satelliittien, asteroidien ja komeettojen rataliike, Aurinkokunnan synty ja stabiilisuus. Kurssi sisältää runsaasti IDL harjoituksia, joissa käsitellään mm. kolmen kappaleen rataliikettä, ratojen numeerista integrointia, kaoottisia ratoja ja resonanssihäiriöitä.

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 24 h ohjattua tietokoneharjoittelua, harjoitustyö, tentti.

**Oppimateriaali:**

Luennolla jaettava luento- ja harjoitusmateriaali.

Murray, C.D and Dermott, S.F.: Solar System Dynamics (osia)

Imke de Pater, Lissaur J.J. Planetary Sciences (osia)

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/765331A/>**765631S: Aurinkokunnan dynamiikka, 7 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2011 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

7 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on käsitys Aurinkokunnan kappaleisiin vaikuttavista dynaamisista mekanismeista, sekä Aurinkokunnan syntyhistoriasta.

**Sisältö:**

Aurinkokunnan dynamiikan perusteita: planeettojen, satelliittien, asteroidien ja komeettojen rataliike, Aurinkokunnan synty ja stabiilisuus. Kurssi sisältää runsaasti IDL harjoituksia, joissa käsitellään mm. kolmen kappaleen rataliikettä, ratojen numeerista integrointia, kaoottisia ratoja ja resonanssihäiriöitä.

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 24 h ohjattua tietokoneharjoittelua, harjoitustyö, tentti.

Syventävässä kurssissa vaaditaan lisäksi toinen laaja, itsenäisesti tehtävä harjoitustyö.

**Oppimateriaali:**

Luennoilla jaettava luento- ja harjoitusmateriaali.

Murray, C.D and Dermott, S.F.: Solar System Dynamics (osia)

Imke de Pater, Lissaur J.J. Planetary Sciences (osia)

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765631S/>

## 766355A: Avaruusfysiikan perusteet, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766345A Avaruusfysiikan perusteet 6.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelijalla on perustiedot Auringon toiminnan vaikutuksesta Maan lähiavaruudessa; aurinkotuulesa, magnetosfäärissä ja ionosfäärissä.

**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 aurinkotuulesa, 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 761653S Plasmafysiikka.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali (T. Nygren: Avaruusfysiikan perusteet) on jakelussa fysikaalisten tieteiden laitoksen verkkosivuilla.

**Vastuuhenkilö:**

Tuomo Nygrén

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766355A>

**764660S: Bioelektroniikka, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

4. kevät

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija tunnistaa biosähkösignaalien mittaamisen erityispiirteet ja osaa suunnitella mittauksissa käytettäviä elektrodi- ja vahvistinratkaisuja.

**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 (valinnainen FM) ja lääketieteen tekniikkaan liittyvään biofysiikan sivuaineopiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Biosysteemien analyysi (764364A), Signaalit ja järjestelmät (031024A) sekä Piiriteoria I (521302A) tai vastaavat tiedot ovat edellytys tämän kurssin menestyksekkäälle suorittamiselle.

**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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764660S/>

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

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

4. - 5. kevät

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää tutkimustyön luonteen sekä tietää tulosten esittelyn peruseriaatteen.

**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

## 764364A: Biosysteemien analyysi ja simulointi, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764664S Biosysteemien analyysi ja simulointi 6.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

2. kevät

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija pystyy analysoimaan mallintaen yksinkertaisia biosysteemejä ja hyödyntämään tässä ajatusta erilaisten systeemien välisistä analogioista.

**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 perehdytään siirtofunktion ja impedanssin käyttöön analyysissä ja identifioinnissa.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 16 h harjoituksia, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK) ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Johdatus biofysiikkaan (764162P) suositellaan suoritettavaksi 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) tai muu vastaava.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764364A/>

**764668S: Biosysteemien simulointi, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. - 5. syksy

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa ratkaista numeerisesti biosysteemejä kuvaavia matemaattisia malleja.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

8 h luentoja, 4 h harjoituksia, 4 simulointiharjoitusta.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen FM).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatieto säätö- ja systeemitekniikan perusteista on eduksi. Kurssit Biosysteemien analyysi (764364A) ja 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 simulointiharjoitusten raporttien perusteella.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764668S/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

3. vuosi tai syventävien opintojen alussa

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija osaa keskeisimmät elektroni- ja ionispektroskopiaan liittyvät käsitteet. Opiskelija tietää synkrotronisäteilyn erityispiirteet ja osaa elektroni- ja ionispektrien mittaamisen perusteet. Opiskelija osaa joitakin laskennallisia menetelmiä, joiden avulla hän pystyy tulkitsemaan kokeellisia elektroni- ja ionispektrejä.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h harjoituksia, sisältää harjoitustöitä, päätekoel 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:**

Saana-Maija Huttula

**Lisätiedot:**

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

## 766648S: Elektronispektroskopian jatkokurssi, 8 op

**Opiskelumuuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelijat perehtyvät elektronispektroskopian tutkimusmenetelmiin.

**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 hyväksytyin suorittamisen.

**Vastuuhenkilö:**

Helena Aksela

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766648S/>

## 761648S: Epäkoherentin sirontatutkan perusteet, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija hallitsee signaaliteorian kurssin edellyttämässä laajuudessa. Hän ymmärtää sähkömagneettisen säteilyn klassisen sironnan periaatteen, modulaatiomenetelmien sekä tutkasignaalin autokorrelaatiofunktion ja plasman autokorrelaatiofunktion välisen riippuvuuden.

**Sisältö:**

Maan ionosfäärin tutkimiseen käytetään useita erilaisia radioaaltomenetelmiä. Yksi näistä on epäkoherentti sironta, joka perustuu radioaallon sirontaan ionosfäärin 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 ionosfäärin elektronitiheys, ioni- ja elektronilämpötilat, plasman nopeus sekä joukko muita fysikaalisia parametreja. Tässä mielessä epäkoherentti sirontatutka on ionosfäärin tutkimuslaitteista tehokkain. Sirontatutkat käyttävät monimutkaisia modulaatiomenetelmiä, ja niiden mittaustulosten analysointi on muita ionosfäärimittauksia monimutkaisempaa. Tämä kurssi antaa sirontatutkamenetelmän ymmärtämiseen tarvittavat perustiedot.

*Sisältö lyhyesti:* Epäkoherentti sironta plasman termisistä 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:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ionosfäärifysiikka (761658S) sisältää hyödyllisiä perustietoja.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali laitoksen verkkosivuilla.

**Vastuuhenkilö:**

Tuomo Nygrén

**Lisätiedot:**

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

## 764630S: Epälineaaristen systeemien identifiointi, 6 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

4. - 5. kevät

**Osaamistavoitteet:**



Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa määritellä epälineaaristen systeemien toiminnan matemaattiset perusteet ja toteuttaa itsenäisesti systeemanalyysiin epälineaarille systeemeille.

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään systeemien toiminnan matemaattisiin perusteisiin. Kurssilla käsitellään epälineaaristen systeemien ominaisuuksia, epälineaaristen systeemien identifiointia mm. Volterran ja Wienerin kernelien määrittämisen avulla, deterministinen kaaos ja sen analyysin perusteita.

**Toteutustavat:**

10 t luentoja tai pienryhmäopetusta ja 20 t projektityötä.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (valinnainen FM). Soveltuu myös jatko-opintokurssiksi. Suositellaan sivuaineopinnoiksi systeemanalyysistä kiinnostuneille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Biosysteemien analyysi (764364A) ja Lineaaristen systeemien identifiointi (764629S) tai vastaavat tiedot ovat välttämättömät edellytykset kurssin menestyksellään suorittamiselle.

**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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764630S/>

## 765394A: Erikoiskurssi, 7 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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:** Fysiikan 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:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

4. ja 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee Fennoskandian litosfäärin geofysikaaliset erityispiirteet ja osaa verrata niitä muihin kiinteän maan tutkimuksen tuloksiin (geologia, geokemia). Lisäksi opiskelija tuntee aiheen keskeisimmät tutkimukset ja tutkimusta tekevät ryhmät.

**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 ryhmätöitä. Tunti (lopputentin muoto sovitaan kurssin aikana).

**Kohderyhmä:**

Soveltuu kaikille geotieteiden opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762629S/>

## 761666S: Fourier-muunnokset ja niiden sovellutukset, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin hyväksytysti suoritettuaan opiskelija hallitsee Fourier-sarjat ja -muunnokset ja ymmärtää numeerisen Fourier-muunnokset merkityksen ja seuraukset kokeellisessa tutkimuksessa.

**Sisältö:**

Opintojaksossa perehdytään Fourier-sarjoihin sekä Fourier-muunnokseen ja sen ominaisuuksiin. Sovellusten kannalta keskeinen asia on numeerinen Fourier-muunnos ja sen seuraukset. Nopean Fourier-muunnoksen periaate käydään läpi ja tarkastellaan kokeellisen datan matemaattiseen manipulointiin liittyviä menetelmiä. Fourier-muunnoksen ohella perehdytään Laplace-muunnokseen ja sen matemaattisiin erityisominaisuuksiin. Kurssin loppupuolella käydään läpi spektroskoppioita, joissa käytetään Fourier-muunnosta. Tällaisia ovat mm. infrapuna-, NMR- ja massaspektroskopia.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Spektroskopioiden 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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761666S/>

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

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

780396A Fysiikan ja kemian demonstraatiot 2.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

3. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Jokaisen fysiikkaa tai kemiaa opettavan aineenopettajan tulee hallita demonstraatioiden tekeminen oppitunneillaan.

**Sisältö:**

Fysiikan ja kemian demonstraatiot -kurssi sisältää 33 tuntia lukion ja yläasteen fysiikkaan ja kemiaan liittyviä demonstraatioita. Koulutus tapahtuu ryhmissä pääasiassa Normaalikoululla.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen aineenopettajan pedagogisissa opinnoissa.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila

## 761121P: Fysiikan laboratoriotyöt 1, 3 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on oppia turvallisesti tekemään fysiikan mittauksia, käyttämään mittalaitteita, lukemaan erilaisia näyttöjä, käsittelemään tuloksensa, laskemaan niille virherajat sekä tekemään mittauksistaan asiallinen raportti. Tämän jälkeen mittauksia pystyy tekemään ja käsittelemään itsenäisesti.

**Sisältö:**

Laboratoriotöiden tekeminen on fyysikolle tärkeä taito. Niihin opiskelijat johdatetaan luentoja ja laboratorioissa 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 Fysiikan laboratoriotyöt 2 ja 3 -opintojaksoilla.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan perusopintokokonaisuuteen. Pakollinen fysiikan koulutusohjelmassa syksystä 2009 lähtien. Kuuluu aikaisemmin aloittaneilla Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen.

Syyslukukaudella matemaattisten tieteiden opiskelijat sekä osa teknillisen tiedekunnan opiskelijoista. Kevätlukukaudella fysiikan ja kemian opiskelijat sekä konetekniikan, sähkötekniikan ja tietotekniikan koulutusohjelmien opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaadi edeltäviä opintoja. Kurssin suoritus on edellytyksenä Fysiikan laboratoriotyöt 2 ja 3 suorittamiselle.

**Oppimateriaali:**

Luennoilla ilmoitettava materiaali. Työohjemoniste: Fysiikan laboratoriotyöt I, laboratoriotöiden työohje.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761121P/>

- Kurssille ja tentteihin ilmoittautuminen tapahtuu käyttäen koodia 761121P-01
- Laboratoriotöihin ilmoittaudutaan erikseen fysiikan laboratoriossa

**766106P: Fysiikan laboratoriotyöt 2, 4 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761120P	Fysiikan laboratoriotyöt 2	5.0 op
761107P	Fysiikan harjoitustyöt I	6.0 op
766107P	Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt	6.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

1. kevät - 3. syksy

**Osaamistavoitteet:**

Syvennetään 761121P Fysiikan laboratoriotyöt 1 -kurssissa opittuja taitoja ja tutustutaan fysiikan eri ilmiöihin laboratorio-olosuhteissa.

**Sisältö:**

Laboratoriotöissä (1/3 - 1/2 op/työ) perehdytään mittausten suunnitteluun, suorittamiseen, tulosten käsittelyyn ja arviointiin sekä raportointiin. Työt liittyvät luennoilla esitettyihin aiheisiin. Töitä voi jossakin määrin valita oman mielenkiinnon mukaan. Fysiikan koulutusohjelman opiskelijat tekevät puolet töistä tutkimusryhmissä. Myös sivuaineopiskelijat voivat halutessaan tehdä osan töistä tutkimusryhmissä.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan koulutusohjelman opiskelijoille syksystä 2009 lähtien.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ennen töiden aloittamista on suositeltavaa suorittaa opintojakso 761121P Fysiikan laboratoriotyöt 1.

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766106P/>

## 766308A: Fysiikan laboratoriotyöt 3, 2 - 6 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761615S	Fysiikan laboratoriotyöt 3	5.0 op
761315A	Fysiikan laboratoriotyöt 3	5.0 op
761308A	Fysiikan harjoitustyöt II	4.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

2. kevät - 3. kevät

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelijat saavat tiedolliset ja taidolliset valmiudet fysikaalisten mittausten suunnitteluun, suorittamiseen, välittömien mittaustulosten kirjaamiseen ja käsittelyyn ja tulosten raportointiin. Kurssin aikana opiskelijat oppivat myös mittaustuloksien sekä niiden avulla tehtyjen päätelmien oikeellisuuden sekä virheiden ja niiden lähteiden arviointia.

**Sisältö:**

Kurssilla syvennetään Fysiikan laboratoriotyöt 1 ja 2 -kurseissa opittuja tietoja ja taitoja sekä tutustutaan laajasti fysiikan eri ilmiöihin laboratorio-olosuhteissa.

Laboratoriotöissä perehdytään mittausten suunnitteluun, suorittamiseen, tulosten käsittelyyn ja arviointiin sekä raportointiin. Laboratoriotöitä voi valita oman mielenkiinnon mukaan sekä opetuslaboratorion että tutkimusryhmien laboratoriotyövalikoimasta (1/2 op/työ). Laboratoriotyöt 2 kurssiin jo sisällytetyjä töitä ei voi kuitenkaan suorittaa uudelleen.

Kurssiin voidaan sisällyttää lisäksi myös laitoksen tutkimusryhmien ohjaamia erityisiä tutkimusaiheisia harjoitustöitä (1 op/työ, enintään 1 työ/tutkimusryhmä), joissa opiskelijat pääsevät tutkijan johdolla osallistumaan kulloinkin meneillään olevaan kokeelliseen tutkimukseen. Tutkimusaiheisista harjoitustöistä on sovittava erikseen tutkimusryhmän tutkijaohjaajan ja kurssin vastuuhenkilön kanssa.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan opiskelijoille sekä fysiikan sivuaineopiskelijoille (60 op) syksystä 2009 lähtien.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ennen töiden aloittamista on suositeltavaa suorittaa opintojaksot 761121P Fysiikan laboratoriotyöt 1 sekä 766106P Fysiikan laboratoriotyöt 2.

**Vastuuhenkilö:**

Marko Huttula

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766308A/>

## 761112P: Fysiikan maailmankuva, 3 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761108P	Fysiikan maailmankuva	5.0 op
---------	-----------------------	--------

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

1. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija kykenee hahmottamaan, mikä merkitys fysiikalla on tieteellisen maailmankuvan ja teknologian kehityksessä.

**Sisältö:**

Fysiikan keskeisten käsitteiden muotoutuminen sekä mallien ja havaintomenetelmien kehittyminen klassisen fysiikan ja modernin fysiikan kehityksen yhteydessä. Fysiikan sovellutusten merkitys yhteiskunnallisen kehityksen kannalta.

**Toteutustavat:**

21 h luentoja, päätekoee tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan koulutusohjelmassa syksystä 2009 alkaen.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaadi edeltäviä opintoja.

**Oppimateriaali:**

Feynman R., The character of Physical Law, Penguin Books 1992 (tai vastaava; kirjasta olemassa useita erilaisia painoksia).

Kirjan alkuperäiset Feynmanin vuonna 1965 pitämät luennot (7x55min) ovat saatavissa internetissä osoitteessa

<http://research.microsoft.com/apps/tools/tuva/>

Luennoitsijat osoittavat myös luennoilla muuta hyödyllistä materiaalia, joka on avuksi kurssin suorittamisessa.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström ja Juha Vaara

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761112P/>

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

766101P Fysiikan matematiikkaa 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

1. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssi antaa opiskelijalle nopeasti fysikaalisten tieteiden tarvitsemat matematiikan perustiedot ja -taidot. Kurssilla opitaan differentiaali- ja integraalilaskennan perusteet, ensimmäisen ja toisen kertaluvun perusdifferentiaaliyhtälöiden ratkaisu ja vektorien sekä niiden differentiaalilaskennan alkeet. Kurssin jälkeen opiskelija ymmärtää ja hallitsee fysiikassa tarvittavat matemaattiset menetelmät ja osaa soveltaa niitä fysiikan kursseilla esiintyvien ongelmien ratkaisuun. Tavoitteena on myös ymmärtää matemaattisten käsitteiden geometrinen merkitys ja niiden yhteys fysiikan ilmiömaailmaan.

**Sisältö:**

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 funktioita ja niiden differentiaaleja ja osittaisderivaattoja. Vektorikentille käydään läpi operaattorit gradientti, divergenssi ja roottori sekä integraalilauseet (Gauss ja Stokes).

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 26 h harjoituksia, 4 välikoetta tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kaikille fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssilla hankittavat matemaattiset valmiudet ovat välittömästi tarpeen mm. 766323A Mekaniikan ja 766319A Sähkömagnetismin kursseilla.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763101P/>

## 76651S: Fysiikan tutkimusprojekti, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija on kartuttanut kokemustaan osallistumalla oikeaan tutkimustyöhön ja omaa tämän kautta paremman näkemyksen fysiikan tutkimuksen valitusta osa-alueesta.

**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.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

## 766338A: Fysiikkaa aineenopettajille, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761316A Minä aineenopettajana 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. - 3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin tavoitteena on orientoida aineenopettajiksi aikovia antamalla heille fysiikan opetuksen alustavia taitoja jo ennen aineenopettajankoulutusta.

**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 kynnystä mm. siirryttäessä aineenopettajankoulutuksen opetusharjoitteluun.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Pakollinen aineenopettajaksi opiskeleville, jos fysiikka on pääaineena.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Perustiedot: fysiikan pohjaopintoja opetusta varten.

**Oppimateriaali:**

Lukion fysiikan kirjat, kurssikirjat.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766338A/>

## 761644S: Fysikaaliset mittaukset, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija ymmärtää tyhjiöolosuhteiden ylläpitämisen fysikaaliset perusteet sekä erityyppisten tyhjiöpumppujen ja painemittareiden toimintaperiaatteet. Luennoilla ja demonstraatioissa opiskelija saa käsityksen atomi- ja molekyyllifysiikan kokeellisesta tutkimuksesta.

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään kokeellisessa työskentelyssä esiintyviin menetelmiin ja erityisongelmiin atomi- ja molekyyllifysiikan alalla. Luennoilla ja demonstraatioissa käydään läpi erityisesti perusasiat tyhjiön luomisesta, ylläpitämisestä ja tyhjiössä suoritettavista mittauksista. Opiskelijat tutustuvat tyhjiölaitteiston suunnitteluun ja tyhjiön diagnosointiin virtauslaskennan ja jäännöskaasuanalyysiin avulla. Lisäksi kurssilla esitellään erilaisia laboratoriomittauksissa käytettäviä säteilylähteitä sekä esitellään säteily- ja hiukkasdetektoreita. 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:**

Marko Huttula

**Lisätiedot:**

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

## 762106P: GIS ja paikkatiedon perusteet 1, 3 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi



**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

2. tai 3. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee paikkatietoon ja paikkatietojärjestelmiin liittyvät perusasiat, erityisesti GPS-paikannuksen ja Suomessa käytettävien karttakoordinaattien osalta, ja osaa esittää paikkaan sidottua aineistoa eri tavoin.

**Sisältö:**

Geotieteelliset havainto- ja mittausaineistot ovat aina paikkaan sidottuja. Kurssi antaa perustiedot paikkatietoaineistojen esitystavoista ja paikkatietojärjestelmistä. Kurssilla käsitellään mm. koordinaattijärjestelmät, karttaprojektiot ja karttakoordinaatit, satelliittipaikannus (GPS), paikkatiedon käsittely ja visualisointi sekä yksinkertaisten teemakarttojen laadinta. Harjoituksissa syvennetään luennoilla opittuja asioita ja tutustutaan paikkatiedon esittämiseen käytännössä.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja ja demonstraatioita, tentti.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen geofysiikan LuK-opinnoissa. Suositellaan geotieteiden opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali; Löytönen, M., Toivonen, T. &amp; Kankaanrinta, I., (toim.) 2003: Globus GIS.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/762106P/>**762606S: GIS ja paikkatiedon perusteet 2, 3 op**

Voimassaolo: 01.08.2009 -

Opiskelumuoto: Syventävät opinnot

Laji: Opintojakso

Vastuuyksikkö: Fysiikan laitos

Arvostelu: 1 - 5, hyv, hyl

Opettajat: Moisio, Kari Juhani

Opintokohteen kielet: suomi

**Laajuus:**

3 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

3.-5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää paikkatiedon perusteet käytännön tasolla. Opiskelija osaa käyttää eri paikkatieto-ohjelmistoja, osaa esittää ja muokata erityyppisiä aineistoja ja soveltaa niihin eri analyysityökaluja.

**Sisältö:**

Opintojaksossa tutustutaan paikkatieto-ohjelmistoihin ja niiden tarjoamiin aineiston esittämisen- ja analysointityökaluihin käytännön harjoitusten muodossa.

**Toteutustavat:**

30 h harjoituksia, kurssi suoritetaan palauttamalla harjoitusten töistä selostus.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso soveltuu kaikille paikkatietoaineistojen käsittelystä kiinnostuneille.

**Yhteydet muihin opintokokosiin:**

Kurssin GIS ja paikkatiedon perusteet 1 suorittamista suositellaan ennen kurssille osallistumista.

**Oppimateriaali:**

Harjoituksissa jaettu materiaali.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Moisio

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/762606S/>

## 765330A: Galaksit, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

765309A	Galaksit	5.0 op
765630S	Galaksit	6.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin käytyään opiskelija tuntee galaksien rakennepiirteet ja on selvillä niiden syntyteorioista. Opiskelija on perehtynyt nykyiseen käsitykseen suuren mittakaavan rakenteesta ja hallitsee kosmologian alkeet.

**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 etäisyyksien 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 opintoihin:**

Tähtitieteen perusteet (suositus).

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Rautiainen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765330A/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

English

**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 opintoihin:**

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

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/765671S/>**762620S: Geofysiikan ATK, 3 op****Voimassaolo:** 01.08.2009 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa laatia Fortran-kielisen tietokoneohjelman, joka sisältää numeerista laskentaa.

**Sisältö:**

Geofysiikan ongelmien ratkaiseminen edellyttää usein omien tietokoneohjelmien luomista. Kurssi antaa perustiedot Fortran-kielisten ohjelmien laatimiseen ja näiden taitojen soveltamiseen yksinkertaisten geofysikaalisten ongelmien ratkaisemiseen sekä mm. peräkkäistiedostosta lukemiseen, formatoituun kirjoittamiseen, numeerisiin laskutoimenpiteisiin ja tulosten visualisointiin. Kurssi koostuu käytännön ATK-harjoituksista ja niihin liittyvistä pakollisista harjoitustehtävistä.

**Toteutustavat:**

30 h harjoituksia, harjoitustehtävät.

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Harjoitusmateriaali sekä Haataja J., Rahola J. &amp; Ruokolainen J., 1998: Fortran 90/95 ja Press W.H., Flannery B. P., Teukolsky S.A &amp; Vetterling W.T., 1988: Numerical recipes in Fortran.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/762620S/>**762662S: Geofysiikan erikoisluennot, 0 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä**Laajuus:**

Vaihteleva 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.

**762153P: Geofysiikan laboratoriotyöt, 2 op****Voimassaolo:** 01.08.2009 -**Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

2 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

Opintojakson sopiva aika on 2./3. opintovuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää kokeellisten havaintojen merkityksen geofysikaalisten ilmiöiden tutkimisessa, osaa tehdä systemaattisia mittauksia ja osaa arvioida mittausten oikeellisuutta ja mittauksiin liittyvää virhettä. Jakson suoritettuaan opiskelija pystyy tuottamaan työtä kuvaavan raportin annetussa ajassa.

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää opiskelijan erilaisten harjoitustöiden kautta geofysikaalisiin ilmiöihin, niiden havainnointiin ja niiden ymmärtämiseen. Kurssin harjoitukset toteutetaan ohjattuina ryhmätöinä geofysiikan laboratorioissa. Kustakin tehdystä työstä tehdään yksityiskohtainen ohjeenmukainen työselostus, joka palautetaan määräajassa työn ohjaajalle.

**Toteutustavat:**

16 h laboratoriotyöt, 24 h kotityöt.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen geofysiikan opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

Harjoitustyömoniste

**Vastuuhenkilö:**

Katri Vaittinen ja Toivo Korja

**762603S: Geofysikaaliset kentät, 8 op****Voimassaolo:** 01.08.2009 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee laajemmin geofysikaalisten kenttien matemaattisen luonteen ja osaa ratkaista yksinkertaisia kenttäprobleemeja symbolisten matemaattisten ohjelmistojen avulla.

**Sisältö:**

Geofysikaaliset maa- ja kallioperän tutkimukset perustuvat jonkin fysikaalisen kentän paikallisten ja ajallisten muutosten mittaamiseen. Kurssi perehdyttää eri geofysikaalisten tutkimusmenetelmien taustalla vallitsevien fysikaalisten lainalaisuuksien matemaattiseen kuvaamiseen ja niille johdettujen yksinkertaistettujen

kenttäprobleemien ratkaisemiseen. Kurssilla käsitellään mm. sähköstaattiset, virtausstaattiset, magnetostaattiset ja sähkömagneettiset kentät ja lähteet, painovoima, sekä kiinteän aineen ja nesteiden mekaniikka. Lisäksi käsitellään vektorilaskennan 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 harjoituksia ja harjoitustyö, kaksi välikoetta tai tentti.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen geofysiikan FM-opinnoissa.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali sekä Eloranta, E., 2007: Geofysiikan kenttäteoria.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762603S/>

## 762322A: Geomagnetismi, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää, miten maapallon magneettikenttä syntyy, mitkä tekijät ohjaavat kentän ajallisia vaihteluita ja mitkä tekijät vaikuttavat kentän paikallisiin vaihteluihin. Jakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata geomagneettista kenttää matemaattisesti sekä tuntee magneettikentän mittaamisessa käytettävät laitteet. Opiskelija osaa kuvata muiden planeettojen ja auringon magneettikenttien keskeiset ominaisuudet sekä auringon vaikutuksen maan magneettikenttään. Opiskelija osaa myös kuvata tärkeimmät kiinteän maan geomagneettiset ja magneettiset tutkimusmenetelmät ja osaa selittää niiden fysikaalisen perustan sekä tuntee paleomagnetismin merkityksen geotieteellisessä tutkimuksessa. Jakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata geomagnetismin historiaan liittyvät keskeiset vaiheet sekä tunnistaa geomagnetismin keskeiset nykyajan tutkimusongelmat.

**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.

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 geomagnetismin keskeisesti liittyvistä aiheista). Tentti (lopputentin muoto sovitaan kurssin aikana).

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali. Nevanlinna, H., 2009. Geomagnetismin ABC-kirja. Ilmatieteen laitoksen raportteja, 2009:1, 214 s. 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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762322A/>

## 766656S: Heliosfäärifysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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, pääteko

**Kohderyhmä:**

Suosittelaa avaruusfysiikan, tähtitieteen ja teoreettisen fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

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:**

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

## 764620S: Hemodynamiikka, 4 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

4. - 5. syksy

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa määritellä verenkierron keskeiset fysikaaliset ominaisuudet ja soveltaa keskeisiä menetelmiä verenkiertojärjestelmän tutkimiseksi.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään 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).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Differentiaaliyhtälöiden ja aaltoliikkeen fysiikan hallinta on eduksi.

**Oppimateriaali:**

Luennot ja luentomoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764620S/>

## 764680S: Hermoston tiedonkäsittely, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Voidaan opettaa myös englanniksi.

**Ajoitus:**

4. syksy

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Valinnainen opintojakso. Biofysiikan maisteriohjelman opiskelijat ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Solukalvojen biofysiikka (764323A tai 764623S) suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia.

**Oppimateriaali:**

Luennot ja muu kurssin kuluessa jaettava materiaali.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström, Kyösti Heimonen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764680S/>

## 763654S: Hydrodynamiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Ymmärtää hydrodynamiikan perusteet ja joitain sovellutuksia. 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:**

Jatkumo-oletus, nopeuskenttä, jatkuvuusyhtälö, muutostensori, jännitystensori, hydrostatiikka, Navier-Stokes-yhtälön johto, Navier-Stokes-yhtälön ratkaisuja, viskoositon virtaus, ääniaallot, turbulenssi ja nesteen pinta-aallot.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 12 harjoituskertaa (24 h), 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.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763654S/>

**762193P: Hydrologian ja hydrogeofysiikan perusteet, 4 op****Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Opintojakson suositeltava suoritusajankohta on 2. opintovuosi. **Luennoidaan keväällä 2011.**

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää hydrologisen kierron käsitteen, osaa nimetä kierron osatapahtumat, osaa kuvata osatapahtumien fysikaalisen perustan ja kykenee arvioimaan eri komponenttien suuruutta vesitaseyhtälön avulla. Opiskelija osaa myös nimetä sadannan, haihdunnan ja valuma-virtaamaan havainnointiin käytettävät menetelmät sekä tuntee pääpiirteittäin niiden ajallisen ja alueellisen jakauman ja vaihtelun Suomessa. Jakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää maavesien syntyyn vaikuttavat seikat, vesien sitoutumiseen ja liikkeeseen vaikuttavat fysikaaliset syyt ja osaa kuvata pohjavesien tutkimiseen käytettävät hydrogeofysikaaliset menetelmät ja niiden käyttökohteet pohjavesitutkimuksissa.

**Sisältö:**

Opintojakso antaa opiskelijalle yleiskuvan hydrologiasta eli vesikehän ilmiöistä. Erityiskohteena ovat 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 maisteritutkintoon tähtääville opintojakso on pakollinen LuK-tutkinnossa.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**



Toivo Korja

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762193P/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

3 op

**Opetuskieli:**

English

**Osaamistavoitteet:**

A successful learner from this course will be able to understand the unique properties of water ice and its significance in the modern world. This knowledge will enable students to formulate the main elements of glacier response to climate and the past evolution of large ice masses as climate has changed.

**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 paleoclimate 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:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Infrapunaspektroskopia on optista spektroskopiaa, joka tutkii molekyylien värähdysliikettä ja siihen liittyvää rotaatiohienorakennetta. Kurssilla käsitellään yksityiskohtaisesti korkean erotuskyvyn rotaatio-vibraatio-spektrien teoriaa sekä optisten spektrometrien toimintaperiaatetta ja käyttöä. Tavoitteena on antaa pohjakoulutusta sellaisille fyysikoille, jotka suuntautuvat optisen spektroskopian tai optiikan tutkimuksen pariin tai hakeutuvat alan teollisuuden palvelukseen.

**Sisältö:**

Kurssi jakautuu teoriaosaan ja kokeelliseen osaan. Teoriaosassa käsitellään molekyylien energioita, ryhmäteoriaa ja kvanttimekaniikkaa, värähdyspektroskopiaa, rotaatio-spektroskopiaa ja korkean erotuskyvyn rotaatio-vibraatio-spektroskopiaa. Kokeellisessa osassa tarkastellaan optisten spektrometrien rakennetta ja spektrometrityyppejä. Erityisesti tutkitaan Fourier-spektrometrin käyttöä korkean erotuskyvyn rotaatio-vibraatio-spektrien mittaamisessa.

**Toteutustavat:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

S. Alanko: Infrapunaspektroskopia (moniste).

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761662S/>

**761658S: Ionosfäärifysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti, suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää kurssin jälkeen ionosfäärin muodostumisen yläilmakehään sekä ionosfäärissä tapahtuvat tärkeimmät prosessit. Opiskelija hallitsee teoreettisesti mm. ionisaation tuoton ja häviön, ionosfäärin epäisotrooppisen johtavuuden ja sähkövirrat sekä ambipolaarisen diffuusion.

**Sisältö:**

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

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

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 20 h harjoituksia, päätekoee.

**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, 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

**Lisätiedot:**

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

**763684J: Jatko-opintoihin sisältyvä harjoittelu, 2 - 8 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Jatko-opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2-8 op

**Sisältö:**

Fysiikan koulutusohjelman jatko-opiskelijan päätehtävä on perehtyä erikoistumisalaansa ja tehdä tutkimusta tällä alalla sekä suorittaa menestyksellisesti jatko-opintosuunnitelmaan kirjattuja kursseja. Näiden ohella hänen on pystyttävä kertomaan fysiikan ilmiöistä ja omasta tutkimusalastaan aloitteleville opiskelijoille, kollegoilleen ja kansalaisille yleensä. Harjoittelu kouluttaa selkeään ja luonnolliseen esiintymiseen opetustehtävissä ja myöhemmissä työtehtävissä yliopiston ulkopuolella.

Harjoittelu kirjataan jatko-opintosuunnitelmaan. Siitä saa maksimissaan 8 opintopistettä. Opintopisteitä kertyy 2, kun opiskelija on osallistunut opetukseen liittyviin tehtäviin 80 tuntia lukuvuoden aikana. Tuntimäärää laskettaessa otetaan huomioon laitoksessa sovitut kuormituskertoimet.

## **762684J: Jatko-opintoihin sisältyvä harjoittelu, 2 - 8 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Jatko-opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2-8 op

**Sisältö:**

Fysiikan koulutusohjelman jatko-opiskelijan päätehtävä on perehtyä erikoistumisalaansa ja tehdä tutkimusta tällä alalla sekä suorittaa menestyksellisesti jatko-opintosuunnitelmaan kirjattuja kursseja. Näiden ohella hänen on pystyttävä kertomaan fysiikan ilmiöistä ja omasta tutkimusalastaan aloitteleville opiskelijoille, kollegoilleen ja kansalaisille yleensä. Harjoittelu kouluttaa selkeään ja luonnolliseen esiintymiseen opetustehtävissä ja myöhemmissä työtehtävissä yliopiston ulkopuolella.

Harjoittelu kirjataan jatko-opintosuunnitelmaan. Siitä saa maksimissaan 8 opintopistettä. Opintopisteitä kertyy 2, kun opiskelija on osallistunut opetukseen liittyviin tehtäviin 80 tuntia lukuvuoden aikana. Tuntimäärää laskettaessa otetaan huomioon laitoksessa sovitut kuormituskertoimet.

## **765684J: Jatko-opintoihin sisältyvä harjoittelu, 2 - 8 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Jatko-opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2-6 op

**Sisältö:**

Fysiikan koulutusohjelman jatko-opiskelijan päätehtävä on perehtyä erikoistumisalaansa ja tehdä tutkimusta tällä alalla sekä suorittaa menestyksellisesti jatko-opintosuunnitelmaan kirjattuja kursseja. Näiden ohella hänen on pystyttävä kertomaan fysiikan ilmiöistä ja omasta tutkimusalastaan aloitteleville opiskelijoille, kollegoilleen ja kansalaisille yleensä. Harjoittelu kouluttaa selkeään ja luonnolliseen esiintymiseen opetustehtävissä ja myöhemmissä työtehtävissä yliopiston ulkopuolella.

Harjoittelu kirjataan jatko-opintosuunnitelmaan. Siitä saa maksimissaan 8 opintopistettä. Opintopisteitä kertyy 2, kun opiskelija on osallistunut opetukseen liittyviin tehtäviin 80 tuntia lukuvuoden aikana. Tuntimäärää laskettaessa otetaan huomioon laitoksessa sovitut kuormituskertoimet.

## 764103P: Johdatus biofysiikkaan, 2 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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:**

3 op

**Ajoitus:**

1. kevät

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa esittää ja selittää tiettyjen biofysiikan osa-alueiden perustietoja ja -käsitteitä ja kuvata tiettyjä biofysiikan mittaus- ja tutkimusmenetelmiä ja mallintamisen perusteita.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

21 h luentoja ja/tai harjoituksia, tentti.

**Kohderyhmä:**

Fysiikan opiskelijat (pakollinen LuK-tutkinnossa) ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luennot, luentomoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Kyösti Heimonen, Marja Hyvönen ja Matti Weckström

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764103P/>

## 762103P: Johdatus geofysiikkaan, 2 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

762104P-01 Johdatus kiinteän maan geofysiikkaan (osa 1): Johdatus geofysiikkaan 0.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

Opintojakson suoritusajankohta on 1. opintovuosi fysikaalisten tieteiden pääaineopiskelijoille. Luennoidaan fysiikan johdatuskurssien mukaisessa aikataulussa.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää geofysiikan aseman muiden geotieteiden ja muiden tieteiden joukossa sekä on saanut käsityksen geofysiikan tämänhetkisistä keskeisistä tutkimusongelmista (kohteista). Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata maapallon ja sen lähiavaruuden kehärakenteen, kehien keskeiset ominaisuudet ja niiden vuorovaikutukset. Opiskelija osaa myös kuvata maan sisäosien massaliikunnot ja määrittellä niiden keskeiset fysikaaliset ja geologiset syyt. Jakson suoritettuaan opiskelijalla osaa nimetä kiinteän maan tutkimuksessa käytettävät geofysiikan keskeiset menetelmäkokonaisuudet ja osaa selittää niiden fysikaalisen perustan sekä sovellutuskohteet.

**Sisältö:**

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

Sisältö: Yleiskuvaus geofysiikasta: kivikehän, vesikehän, ilmakehän ja plasmakehän fysiikkaa. Kiinteän maan geofysiikka ja sen asema geotieteissä. Maa taivaankappaleena: muoto, koko, kierto- ja pyörähdysliikkeet.

Painovoima: maapallon painovoimakenttä, geoidi, isostasia, vuoksi ja luode. Jatkuvan aineen mekaniikka: deformaatio ja reologia. Seismologia: maanjäristysaallot ja maapallon sisäinen rakenne. Seismiikka: heijastus- ja taittumislouduukset. Maapallo magneettina: geomagnetismi, maapallon magneettikenttä sekä sen ajalliset ja paikalliset muutokset, paleomagnetismi ja mantereiden muinaiset liikkeet. Maapallon sisäiset lämpöolot.

Dynaaminen maapallo: laattatektoniikka, maan sisäinen dynamiikka ja massaliikunnot.

**Toteutustavat:**

21 h luentoja. Pääteko.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso soveltuu kaikille maapallon fysikaalisesta rakenteesta ja prosesseista kiinnostuneille. Fysikaalisten tieteiden pääaineopiskelijoille opintojakso on pakollinen LuK-tutkinnossa.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste ja luentomateriaali. Ahvenisto, U., Borén, E., Hjelt, S.-E., Karjalainen, T. ja Sirviö, J., 2004.

Geofysiikka, Tunne maapallo. Suositeltavaa lisäaineistoa mm. teoksissa Kakkuri, J., 1991. Planeetta maa sekä Lowrie, W., 1997. Fundamentals of geophysics.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762103P/>

## 762135P: Johdatus globaaliin ympäristögeofysiikkaan, 6 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

2. - 3. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää globaalisten ympäristökysymysten fysikaaliset perusteet ja geofysikaalisten tutkimusmenetelmien käytön kohteellisissa ympäristötutkimuksissa.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

40 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 (3rd ed.).

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/762135P/>**763105P: Johdatus suhteellisuusteoriaan 1, 2 op****Voimassaolo:** 01.08.2009 -**Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

763102P Johdatus suhteellisuusteoriaan 3.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

1. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Tarkoituksena on osoittaa että Einsteinin suhteellisuusteoria, joka näennäisesti on ristiriidassa jokapäiväisen kokemuksemme kanssa, onkin itse asiassa täysin järkevää ja luonnollinen asia. Erityisesti nähdään että valon nopeuden vakioisuudesta seuraa että valo nopeampi signaali on mahdottomuus, ja perustellaan massan ja energian samantarvoisuus.

**Sisältö:**

Aluksi osoitetaan että Newtonin mekaniikka, sähkömagnetismin teoria ja mittaukset johtavat ristiriitaan. Tämä ristiriita ratkaistaan ymmärtämällä että aika ei ole absoluuttista, vaan riippuvaista havaitsijan liikkeestä. Lähtien suhteellisuusteorian perusoletuksista johdetaan ajan ja avaruuden koordinaattien Lorentz-muunnos. Näiden seurauksena johdetaan ajan venyminen ja pituuden kutistuminen, joita havainnollistetaan esimerkein. Eri näennäisiä ristiriitoja selvitetään piirtämällä aika-avaruus-diagrammeja. Lopuksi nähdään että Newtonin liikemäärän määritelmää on korjattava nopeiden kappaleiden tapauksessa, ja päätellään Einsteinin kaava  $E=mc^2$ , mikä osoittaa energian ja massa samantarvoisuuden.

**Toteutustavat:**

12 h luentoja, 10 h harjoituksia, 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kaikille fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssin tietopohja on välttämätön opintojakson 763306A Johdatus suhteellisuusteoriaan 2 omaksumiseen.

**Oppimateriaali:**

E. Thuneberg, Johdatus suhteellisuusteoriaan (moniste), J. Maalampi ja T. Perko: Lyhyt johdatus moderniin fysiikkaan (Limes ry).

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/763105P/>**763306A: Johdatus suhteellisuusteoriaan 2, 2 op****Voimassaolo:** 01.08.2009 -**Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

1. kevätlukukausi / 2. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoite on oppia ymmärtämään aika ja paikka yhtenä neliulotteisena avaruuteena, jonka fysikaalisia suureita kuvataan nelivektoreilla. Kurssin jälkeen opiskelija osaa soveltaa suhteellisuusteoriaa kappaleiden liikeyhtälöiden ratkaisuun. Kurssi jatkaa suhteellisuusteorian sovelluksia kurssia 763105P Johdatus suhteellisuusteoriaan 1 yleisemmällä ja matemaattisemmalla tasolla.

**Sisältö:**

Aluksi käydään läpi nelivektorin ja neliskalaarin määritelmät. Näitä käyttäen määritellään aika-paikka-avaruuden nelivektoriin, nelinopeus ja neliliikemäärä. Nelivektoreita käytetään Newtonin liikelain suhteellisuusteoreettisen yleistyksen ratkaisemisessa. Kurssi johdattelee myös suhteellisuusteorian tärkeään sovellutusalueeseen, hiukkasten kinematiikkaan sironta- ja tuottoprosesseissa.

**Toteutustavat:**

12 h luentoja, 10 h harjoituksia, 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen teoreettisen fysiikan ja tähtitieteen sivuainekokonaisuudessa sekä yleisen fysiikan sivuainekokonaisuudessa niille, jotka valitsevat atomi-, molekyyli- ja materiaalfysiikan tieteenalan.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatietona 763105P Johdatus suhteellisuusteoriaan 1 on välttämätön. Kurssin tietopohja on välttämätön syventävien opintojaksojen 763621S Hiukkasfysiikan perusteet ja 763629S Klassinen kenttäteoria omaksumiseen.

**Oppimateriaali:**

E. Thuneberg, Johdatus suhteellisuusteoriaan (moniste)

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763306A/>

## 765103P: Johdatus tähtitieteeseen, 2 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

765107P-02 Tähtitieteen maailmankuva (osa 2): Tähtitieteen historia 0.0 op

765107P-01 Tähtitieteen maailmankuva (osa 1): Johdatus tähtitieteeseen 0.0 op

ay765103P Johdatus tähtitieteeseen (AVOIN YO) 3.0 op

765101P Johdatus tähtitieteeseen I 4.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

1. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija ymmärtää tähtitieteen roolin luonnontieteellisen maailmankuvan muodostumisessa, tietää nykyajan tähtitieteen keskeisimmät tutkimuskohteet ja hahmottaa maailmankaikkeuden mittasuhteet.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

21 h luentoja. Tentti.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan koulutusohjelmassa syksystä 2009 lähtien. Suositellaan kaikkien tiedekuntien opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

A. Palviainen, H. Oja: Maailmankaikkeus 2009-2010, Ursa 2008.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Rautiainen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765103P/>

## 762645S: Kallioperägeologian ja geofysiikan maastokurssi, 3 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojaksolla opiskelijat pääsevät soveltamaan aiemmin oppimaansa käytännössä: tekemään maastomittauksia, käsittelemään ja tulkitsemaan aineistoa sekä raportoimaan tulokset.

**Sisältö:**

Kurssi tutustuttaa geofysiikan opiskelijat geologiseen kallioperäkartoitukseen ja antaa geotieteiden opiskelijalle tietoa geofysiikan menetelmistä. Kurssilla käytettäviä geofysikaalisia tutkimusmenetelmiä ovat magneettiset, sähköiset ja sähkömagneettiset profiilimittaukset. Kurssi sisältää neljä päivää maastomittauksia, minkä jälkeen opiskelijat omatoimisesti käsittelevät ja tulkitsevat annetun aineiston ja laativat tuloksista raportin. Kurssi pyritään toteuttamaan yhdessä geotieteiden laitoksen kurssin 773662S kanssa.

**Toteutustavat:**

32 h maastoharjoitus, 20 h mitatun aineiston omatoiminen käsittely ja tulkinta, tutkimusraportti.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen geofysiikan FM-opinnoissa. Opintojakso järjestetään syyslukukaudella joka toinen tai kolmas vuosi.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edellyttää kurssin 762102P (Maa- ja kallioperän geofysikaaliset tutkimusmenetelmät) aikaisempaa suoritusta.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762645S/>

## 762315A: Kaukokartoitus, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

Kurssi luennoidaan joka toinen tai kolmas vuosi, joten opiskelijan on oivallettava itselleen sopivin suoritusajankohta.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelija hallitsee sen sisällön sekä teoriassa että käytännössä. Kurssisuorituksesta opiskelijalle annettu arvosana kuvaan tämän tavoitteen saavuttamistasoa.

**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, pääteko tai loppukoe, harjoitustyö.

**Oppimateriaali:**

Lillesand and Kiefer: Remote sensing and image interpretation (6th edition; John Wiley & Sons 2008) ISBN 978-0-470-05245-7

Introduction to Remote Sensing, Fourth Edition by James B. Campbell (Guilford Press, 2008) ISBN-10: 1-59385-319-X / ISBN-13: 978-1-59385-310-8

Aerial Photography and Image Interpretation, 2nd Edition by David P. Paine, James D. Kiser, 648 pages (Wiley 2003) ISBN: 978-0-471-20489-3

*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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762315A/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelijalle annetaan yleiskuva kiinteässä olomuodossa olevan näytteen tutkimiseen käytettävän ydinmagneettisen resonanssispektroskopian (NMR-spektroskopian) perusteista.

**Sisältö:**

Aiheita ovat mm. NMR-parametrit kiinteässä aineessa, yhtenäiskiteen NMR-spektrit, jauhespektrit, pyörivän näytteen spektrit (MAS, VAS, DAS ja DOR sekä pyörimissivuvivat), dipolikytkennän aiheuttama viivan leveneminen ja ristipolarisaatio.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja suorittavat fysiikan ja kemian opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761670S/>

## 763333A: Kiinteän aineen fysiikka, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Ymmärtää kiinteän aineen fysiikan perusasiat. Tekniikan nopea kehitys perustuu olennaiselta osalta kiinteän aineen ominaisuuksien ymmärtämiseen. Kiinteässä aineessa esiintyy monia mielenkiintoisia fysikaalisia ilmiöitä, jotka ovat seurausta suuresta määrästä hiukkasia ja niiden välisistä vuorovaikutuksista.

**Sisältö:**

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 1 (766326A), Sähkömagnetismi (766319A). Tärkeä tukeva kurssi Termofysiikka (766328A). Jatkokurssina suositellaan Kondensoidun materian fysiikkaa (763628S).

**Oppimateriaali:**

E. Thuneberg: Kiinteä aineen fysiikka (luentomoniste), H.M. Rosenberg: The Solid State, C. Kittel: Introduction to solid state physics.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763333A/>

## 763629S: Klassinen kenttäteoria, 6 op

**Opiskelumoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Ymmärtää klassisen kenttäteorian perusteet. 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.

**Sisältö:**

Aluksi yleistetään Analyttisen mekaniikan kurssissa opittua Lagrangen formalismia jatkuvaan materiaan. tämän pohjalta muotoillaan yleinen klassinen kenttäteoria. Lisäksi Lagrangen formalismi yleistetään koskemaan lähellä valon nopeutta liikkuvia hiukkasia. Näitä käyttäen perustellaan sähkömagneettisen kentän Lagrangen funktio. Siitä johdetaan sähkömagnetismin peruslait (Maxwellin yhtälöt ja Lorentzin voima). Näitä käyttäen tutkitaan eri sähkömagnetismin osa-alueita kuten säilymlakeja, ajasta riippumatonta kenttää sekä kiihtyvän varauksen synnyttämää kenttää.

**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 Analyttinen 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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763629S/>

## 763628S: Kondensoidun materian fysiikka, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763636S Kondensoidun materian fysiikka 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

4. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Kondensoidun aineen syvällisempi ymmärtäminen. 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.

**Sisältö:**

Kiinteiden aineiden atomirakenteessa tutustutaan ensin kiderakenteeseen ja sen määrittämiseen sirontakokeilla. Pintoja ja monimutkaisempia rakenteita kuten seoksia käsitellään lyhyesti. Materian elektronirakennetta tarkastellaan ensin vapaiden elektronien kuvassa. Kidehilan vaikutusta tutkitaan sekä pienenä häiriönä että lähtien täysin lokalisoituista tiloista. Elektronien välistä Coulombin vuorovaikutusta tutkitaan erityisesti Hartree-Fock-yhtälöiden avulla. Hilavärähtelyjä tutkitaan yksinkertaisilla malleilla ja lasketaan hilavärähtelyistä aiheutuva ominaislämpö. Elektronien dynamiikkaa tarkastellaan puoliklassisilla yhtälöillä. Sähkön- ja lämmönjohtumista tutkitaan ratkaisemalla Boltzmannin yhtälöä.

**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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763628S/>

## 766655S: Kosmiset säteet, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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 soihdipurkaukset ja koronan massapurkaukset, kosmisten säteiden modulaatio heliosfäärissä, Parkerin teoria, kosmisten säteiden ajallinen vaihtelu, kosmisten säteiden reaktiot ilmakehässä ja mahdollinen ilmastovaikutus, kosmisten säteiden havaitseminen Oulussa ja muualla.

Kurssi on avaruusfysiikan yhden tärkeän tieteenalan peruskurssi.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Suositellaan 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:**

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

## 763622S: Kvanttimekaniikan jatkokurssi, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. tai 4. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssilla opitaan symmetrian ja kvanttimekaniikan välinen perustavaa laatua oleva yhteys mukaan lukien kulmaliikemäärän käsittely useamman hiukkasen systeemeissä ja käytännön laskuissa tärkeät kvanttimekaniikan kuvat sekä tutustutaan relativistiseen kvanttimekaniikkaan.

**Sisältö:**

Kvanttimekaniikan perusteiden lyhyen kertauksen jälkeen tarkastellaan symmetrioita kvanttimekaniikassa: rotaatiosymmetria ja siihen liittyvä kulmaliikemäärä sekä translaatio-, pariteetti- ja ajankäännössymmetriat.

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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763622S/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää fotonihäätteen spektroskopian fysikaaliset ja teoreettiset peruseräatteen ja osaa soveltaa taitojaan mittausten tulkinnaissa ja analysoinnissa. Erityisesti opiskelija ymmärtää tiheysmatriisiteorian perusteet ja osaa vaikutusalan ja kulmajakauman käsitteet. Opiskelija pystyy suunnittelemaan ja ymmärtämään koejärjestelyitä, joissa fotonihäätteen spektroskopiaa käytetään atomien ja molekyylien tutkimukseen.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään erilaisia säteilyn ja aineen vuorovaikutuksia kvanttimekaanisten sironnallien avulla. Perusilmiöt ovat fotonien absorptio ja emissio, sekä elektronien sironna ja emissio. Kurssi alkaa tiheysmatriisien esittelyllä ja niiden teorian lyhyellä kuvauksella esimerkkien avulla. Tämän jälkeen jatketaan fotoabsorption käsittelyllä, jonka yhteydessä esitellään vaikutusalan ja oskillaattorivoimakkuuden käsitteet. Seuraavaksi käsitellään elastista elektronisironnata potentiaalisironnan teorian avulla. Fermin kultaisen säännön johto esitetään ajasta riippumattoman sironnateorian avulla, jonka yhteydessä esitellään metastabiilien tilojen elinajan käsite ja liitetään se sidottujen- ja jatkumotilojen vuorovaikutuksiin. Lopuksi käsitellään fotonien polarisaatiotilan vaikutusta fluoresenssin ja fotoionisaation kulmajakaumiin esimerkkeinä tiheysmatriisien käytöstä sironnan tilastollisessa käsittelyssä.

**Toteutustavat:**

35h luentoja, 20 h laskuharjoituksia. Tentti sopimuksen mukaan, mahdollisesti suullinen.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintojaksoja suorittavat ja jatko-opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: 766326A Atomifysiikka ja 763612S Kvanttimekaniikka I.

**Oppimateriaali:**

Oppimateriaali: K. Blum: Density Matrix Theory and Applications, H. Friedrich: Theoretical Atomic Physics, luentomoniste.

**Vastuuhenkilö:**

Sami Heinäsmäki

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766646S/>

## 763312A: Kvanttimekaniikka I, 10 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763612S Kvanttimekaniikka I 10.0 op

### Laajuus:

10 op

### Ajoitus:

3. syyslukukausi

### Osaamistavoitteet:

Nykyaikainen nanoteknologia on johtanut siihen, että kvanttimekaniikkaan perustuvat sovellukset ovat osa meidän jokapäiväistä elämäämme. Mikromailman hiukkaset ovat aaltoja, joita kuvataan ns. aaltofunktion avulla. Aaltofunktio saadaan aaltoyhtälön eli Schrödingerin yhtälön ratkaisuna. Kvanttisysteemin energiatiloja mitattaessa mittaustuloksina saadaan vain Schrödingerin yhtälön ominaisarvoja. Kurssin tavoitteena on oppia Schrödingerin yhtälön ratkaiseminen sekä yksiulotteisissa että kolmiulotteisissa pallosymmetrisissä ongelmissa, joilla on tärkeitä sovelluksia kondensoidun aineen teoriassa sekä atomi-, ydin- ja molekyyllifysiikassa. Eräs kvanttimekaniikan peruskäsitteistä on epätarkkuusperiaate, joka tarkoittaa sitä, että esimerkiksi hiukkasen paikkaa ja nopeutta ei voida mitata mielivaltaisen tarkasti yhtä aikaa. Kurssin tavoitteena on oppia ymmärtämään, mitä epätarkkuusperiaate käytännössä merkitsee.

### Sisältö:

Kurssilla esitetään kvanttimekaniikan perusperiaatteet ja postulaatit, jotka johtavat Schrödingerin yhtälöön. Esimerkkeinä ratkaistaan useita yksiulotteisia ongelmia sekä sironta että sidotuille tiloille. Erityisesti painotetaan kvanttisysteemin symmetrian hyväksikäyttöä. Kolmiulotteisissa pallosymmetrisissä ongelmissa symmetriaan liittyy säilyvä suure, kulmaliikemäärä, johon liittyvät operaattorit ja kvanttiluvut johdetaan. Esimerkkeinä ratkaistaan harmoninen oskillaattori ja vetyatomi. Epätarkkuusperiaate johdetaan tapauksessa, jossa hiukkasen paikka ja nopeus mitataan yhtä aikaa. Lisäksi kurssilla käsitellään häiriölaskentaa ja alkuaineiden jaksollisen järjestelmän muodostumista.

### Toteutustavat:

50 h luentoja, 13 kpl harjoituksia, 2 välikoetta tai loppukoe.

### 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).

### Vastuuhenkilö:

Mikko Saarela

### Lisätiedot:

<https://wiki oulu.fi/display/763312A/>

## 763612S: Kvanttimekaniikka I, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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.

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Saarela

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/763312A/>**763313A: Kvanttimekaniikka II, 10 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

763613S Kvanttimekaniikka II 10.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Heisenberg kehitti kvanttimekaniikalle matriiseihin perustuvan esitystavan, joka matemaattisesti liittyy Hilbertin avaruuksien teoriaan. Mitattavaa suuretta kuvataan hermiittisellä matriisilla, ja mittaustuloksena saadaan matriisin ominaisarvoja. Kvanttiesteemin tila voidaan esittää matriisin ominaistilojen lineaarikombinaationa, jonka kertoimet määräävät mittaustuloksen esiintymistodennäköisyyden. Systeemin esityksestä voidaan muuttaa unitaarisilla muunnoksilla ilman, että mitattavia suureita koskevat arvot muuttuvat. Kurssin tavoitteena on oppia ymmärtämään nämä kvanttimekaniikan tärkeät peruseriaatteet.

**Sisältö:**

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 siirrosten laskemiseksi johdetaan Fermin kultainen sääntö ja sitä käytetään dipolisiirrosten ja värähtelevän magneettikentän aiheuttamien siirrosten 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 tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

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

**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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763313A/>

## 763693S: Kvanttioptiikkaa sähköisissä piireissä, 6 op

**Opiskelumuuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

763634S Kvanttilaitteet 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Luennot todennäköisesti englanniksi.

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

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.

**Sisältö:**

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, 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Kaikille ajasta riippuvasta kvanttimekaniikasta kiinnostuneille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Ei seuraa erityisesti mitään kirjaa, luentomuistiinpanot.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763693S/>

## 761386A: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**



0 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kirjoittaa yleistajuisen ja sujuvan kirjoituksen liittyen LuK-tutkielman aiheeseen.

**Sisältö:**

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

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena LuK-tutkintoon.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Oppiaineen professorit

## 763685S: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Osoittaa perehtyneisyyttä Pro gradu -tutkielman aihepiiriin.

**Sisältö:**

Opiskelija kirjoittaa annetusta aiheesta yleistajuisen aineen, joka osoittaa perehtyneisyyttä Pro gradu -tutkielman aihepiiriin. Apuvälineinä ovat vain kynä, paperi ja pyyhkeumi. Aineen pituus on n. yksi konseptipaperiarkki (4 sivua).

**Kohderyhmä:**

Pakollinen osa teoreettisen fysiikan FM-tutkintoa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tehdään Pro gradu -tutkielman valmistumisen jälkeen.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

## 761686S: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Osoittaa perehtyneisyyttä Pro gradu -tutkielman aihepiiriin.

**Sisältö:**

Opiskelija kirjoittaa annetusta aiheesta yleistajuisen aineen, joka osoittaa perehtyneisyyttä Pro gradu -tutkielman aihepiiriin. Aineen pituus on n. yksi konseptipaperiarkki (4 sivua).

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena FM-tutkintoon.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tehdään Pro gradu -tutkielman valmistumisen jälkeen.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksyty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

## 765657S: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Osoittaa perehtyneisyyttä Pro gradu -tutkielman aihepiiriin.

**Sisältö:**

Opiskelija kirjoittaa annetusta aiheesta yleistajuisen aineen, joka osoittaa perehtyneisyyttä Pro gradu -tutkielman aihepiiriin.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena FM-tutkintoon.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tehdään Pro gradu -tutkielman valmistumisen jälkeen.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksyty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 762679S: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelijan on kirjoitettava kypsyysnäyte, joka osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen (762681S) alaan.

**Sisältö:**

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.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tehdään Pro gradu -tutkielman valmistumisen jälkeen.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

## 765357A: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kirjoittaa yleistajuisen ja sujuvan kirjoituksen liittyen LuK-tutkielman aiheeseen.

**Sisältö:**

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

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena LuK-tutkintoon.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 763385A: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kirjoittaa yleistajuisen ja sujuvan kirjoituksen liittyen LuK-tutkielman aiheeseen.

**Sisältö:**

Kypsyysnäytteessä opiskelija kirjoittaa aineen, jolla hän osoittaa perehtyneisyyttä LuK-tutkielmansa alaan, suomen tai ruotsin kielen taitoa sekä kykyä kirjoittaa yleistajuinen esitelmä tutkimusalasta. Työvälineinä ovat vain kynä, paperi ja pyyhkekumi. Kypsyysnäytteen pituus on n. yksi konseptiarkki (4 sivua).

**Kohderyhmä:**

Pakollinen osa LuK-tutkintoa teoreettisessa fysiikassa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

LuK-tutkielma ja seminaari.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**762379A: Kypsyysnäyte, 0 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

3. opiskeluvuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kirjoittaa yleistajuisen ja sujuvan kirjoituksen liittyen LuK-tutkielmansa aiheeseen.

**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.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

**764695S: Kypsyysnäyte FM-tutkintoon, 0 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tietää Pro gradu -tutkielmansa perussanaston ja pystyy tuottamaan alalla tarvittavaa tekstiä.

**Sisältö:**

Opiskelija kirjoittaa annetusta aiheesta yleistajuisen aineen, joka osoittaa perehtyneisyyttä Pro gradu -tutkielman aihepiiriin. Aineen pituus on n. yksi konseptipaperiarkki (4 sivua).

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena FM-tutkintoon.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksytty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**764395A: Kypsyysnäyte LuK-tutkintoon, 0 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

0 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa kirjoittaa yleistajuisen ja sujuvan kirjoituksen liittyen LuK-tutkielman aiheeseen.

**Sisältö:**

Kypsyysnäytteessä opiskelija kirjoittaa aineen, jolla hän osoittaa perehtyneisyyttä LuK-tutkielmansa alaan, suomen tai ruotsin kielen taitoa sekä kykyä kirjoittaa yleistajuinen esitelmä tutkimusalasta. Työvälineinä ovat vain kynä, paperi ja pyyhkeumi. Kypsyysnäytteen pituus on n. yksi konseptiarkki (4 sivua).

**Kohderyhmä:**

Sisältyy pakollisena LuK-tutkintoon.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

LuK-tutkielma ja seminaari.

**Arviointiasteikko:**

Kypsyysnäyte arvostellaan hyväksyty/hylätty.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**761675S: Laser- ja synkrotronisäteilyfysiikka, 6 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

766675S Laser- ja synkrotronisäteilyfysiikka 10.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija hallitsee synkrotronisäteilyn tuottamisen periaatteet ja säteilyn ominaisuudet erilaisilla säteilylinjoilla. Opiskelija ymmärtää lasersäteilyn erikoispiirteet ja sen vaatimat instrumentit ja mittausjärjestelyt. Lisäksi opiskelija ymmärtää perusperiaatteet laser- ja synkrotronisäteilyn yhdistetystä käytöstä tutkimuksessa.

**Sisältö:**

Opintojaksossa käsitellään synkrotronisäteilyn perusteet, aikaansaaminen, säteilyn erityispiirteet sekä sen ja aineen vuorovaikutusmekanismit. Lisäksi esitellään säteilyn sovellutuksia, säteilylinjojen rakennetta ja mittausinstrumentointia samoin kuin tyypillisiä mittauskohteita sekä tulosten tulkintaa. Lisäksi käsitellään lasersäteilyn ominaisuuksia ja siihen liittyvää instrumentointia ja mittausjärjestelyjä. Erityisesti kurssilla käsitellään laser- ja synkrotronisäteilyn yhdistämistä spektroskooppisissa tutkimuksissa.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja aloittavat opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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:**

Sami Heinäsmäki

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/761675S/>

## 761664S: Laserfysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

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.

**Sisältö:**

Laserin periaate, valon aalto- ja hiukkasluonne, 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 opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: 766329A Aaltoliike ja optiikka sekä 766321A Sähkömagnetismi I ja 766322A Sähkömagnetismi II.

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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761664S/>

## 761668S: Laskennallinen fysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

Kurssi rakentaa perustukset laskennallisen fysiikan menetelmien jatko-opiskelulle ja niiden käyttämiselle tutkimuksessa. Käsiteltäviä asioita: Tilastollisen mekaniikan perusteiden kertaus, molekyyli-dynamiikka, Monte Carlo-menetelmät, stokastinen simulointi, kvanttimekaaninen simulointi, virheenarviointi.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 4 harjoitustyötä, pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: Atomifysiikan ja Termofysiikan aineopintojaksot 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 and B.P. Flannery: "Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing".

**Vastuuhenkilö:**

Perttu Lantto

**Lisätiedot:**

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

**764629S: Lineaaristen systeemien identifiointi, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. - 5. kevät

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa määrittellä lineaaristen systeemien toiminnan matemaattiset perusteet ja toteuttaa itsenäisesti systeemianalyysiin lineaarisille systeemeille.

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään systeemien toiminnan matemaattisiin perusteisiin. Kurssilla käsitellään periodiset ja aperiodiset signaalit, Laplace- ja Fourier-muunnokset, lineaariset systeemit ja niiden kertaluku, differentiaaliyhtälöt ja tilaesitykset sekä lineaaristen systeemien identifiointi.

**Toteutustavat:**

10 t luentoja tai pienryhmäopetusta ja 20 t projektityötä.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen FM). Suositellaan sivuaineopinnoiksi systeemianalyysistä kiinnostuneille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Biosysteemien analyysi (764364A) tai vastaavat tiedot on välttämätön edellytys kurssin menestyksekkäälle suorittamiselle.

**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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764629S/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää Linnunradan rakenteen ja kinematiikan perusteet sekä hahmottaa Linnunradan ominaisuudet suhteessa muihin galakseihin.

**Sisältö:**

Tähtien avaruusjakauman ja liiketilojen määrittämisessä käytettävät menetelmät. Linnunradan tähtien ja tähtienvälisen aineen kinematiikka. Linnunradan keskusta. Galaksien morfologian ja kinematiikan pääpiirteet.

**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:**

Pertti Rautiainen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765661S/>

## 765356A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on oppia perustaidot sekä tieteellisten tutkielmien kirjoittamisesta että tieteellisten esitelmien pitämisestä.

**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.

**Toteutustavat:**

Seminaariesitelmän pitäminen, tutkielman kirjoittaminen, osallistuminen seminaariesitelmiin.

**Arviointiasteikko:**

Kurssi arvostellaan asteikolla 1-5, niin että 50 % arvosanasta määräytyy esitelmän ja 50 % tutkielman mukaan.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

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

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. vuoden kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on oppia perustaidot sekä tieteellisten tutkielmien kirjoittamisesta että tieteellisten esitelmien pitämisestä.



**Sisältö:**

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

Esitelmä noudattaa tieteellistä 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:**

Seminaariryhmän ensimmäinen kokoontuminen on syyslukukauden aikana. Tällöin jaetaan seminaariaiheet.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen osa LuK-tutkintoa teoreettisen fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Suositteluaan, että mahdollisimman paljon fysiikan perus- ja aineopintoja on suoritettu seminaariin tultaessa.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Seminaariesitelmän pitäminen, tutkielman kirjoittaminen, osallistuminen seminaariesitelmiin.

**Arviointiasteikko:**

Kurssi arvostellaan asteikolla 1-5, niin että 50 % arvosanasta määräytyy esitelmän ja 50 % tutkielman mukaan.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

Latex-pohja aineeseen ja seminaariin on lisämateriaalissa.

<https://wiki oulu.fi/display/763330A/>

**762382A: LuK-tutkielma ja seminaari, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. opiskeluvuosi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on oppia perustaidot sekä tieteellisten tutkielmien kirjoittamisesta että tieteellisten esitelmien pitämisestä.

**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.

**Toteutustavat:**

Seminaariesitelmän pitäminen, tutkielman kirjoittaminen, osallistuminen seminaariesitelmiin.

**Kohderyhmä:**

Tutkielman tekevät kaikki geofysiikan pääaineopiskelijat LuK-tutkintoon.

**Arviointiasteikko:**

Kurssi arvostellaan asteikolla 1-5, niin että 50 % arvosanasta määräytyy esitelmän ja 50 % tutkielman mukaan.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

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

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on oppia perustaidot sekä tieteellisten tutkielmien kirjoittamisesta että tieteellisten esitelmien pitämisestä.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

10 h luentoja, 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:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

3. kevät

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on oppia perustaidot sekä tieteellisten tutkielmien kirjoittamisesta että tieteellisten esitelmien pitämisestä.

**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-tutkinrossa).

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Seminaariesitelmän pitäminen, tutkielman kirjoittaminen, osallistuminen seminaariesitelmiin.

**Arviointiasteikko:**

Kurssi arvostellaan asteikolla 1-5, niin että 50 % arvosanasta määräytyy esitelmän ja 50 % tutkielman mukaan.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

## 761102P: Lämpöoppi, 2 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija oppii tunnistamaan ja ymmärtämään jokapäiväisiä ympärillään tapahtuvia lämpöopin ilmiöitä sekä huomioimaan ja soveltamaan niitä esimerkiksi laitteiden ja rakennusten suunnittelussa.

**Sisältö:**

Opintojaksossa perehdytään lämpötilan, lämmön ja aineen lämpöominaisuuksien perusteisiin sekä makroskooppisella että mikroskooppisella tasolla. Käsiteltävät asiat: Lämpötila, lämpömittarit, lämpömäärä, aineen lämpöominaisuudet (esim. lämpölaajeneminen, ominaislämpökapasiteetti, olomuodonmuutokset), tilanyhtälöt, termodynamiikan pääsäännöt, lämpövoimakoneet (esim. polttomoottori), jäädyttimet (esim. jääkaappi), Carnot'n kiertoprosessi, 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

**Vastuuhenkilö:**

Ville-Veikko Telkki

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761102P/>

## 764633S: Lääketieteellinen fysiikka, 4 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

4. - 5. syksy

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa määrittellä sairaaloissa käytettävien kuvauslaitteistojen toiminnan fysikaaliset perusteet.

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää opiskelijat sairaalassa käytettävien hoito- ja kuvauslaitteiden perusfysiikkaan. Käsiteltäviä aiheita ovat mm. röntgenkuvaus, tietokonetomografia, isotooppimenetelmät, magneettikuvaus, sädehoito sekä lääketieteellisten signaalien käsittely. Kurssin sisältö voi vaihdella luennoitsijoiden mukaan.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 15 h laskuharjoituksia, tentti.

**Kohderyhmä:**

Fysiikan FM-opiskelijat (biofysiikan pääaine ja/tai lääketieteellisen fysiikan sivuaine), lääketieteen tekniikan opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Dowsett, Kenny, Johnston. The Physics of Diagnostic Imaging, 2nd ed., Hodder Arnold, 2006. Lisäksi luennoitsijoiden osoittama lisämateriaali.

**Vastuuhenkilö:**

likka Salmela

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764633S/>

## 764369A: Lääkintälaitetekniikka, 3 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

2. - 4. vuosi. Kurssi järjestetään ilmoittautumisten pohjalta.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija tunnistaa ja osaa listata lääkintälaitetekniikassa yleisesti käytettävät diagnostiikka- ja hoitolaitteet.

**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 harjoituksia tai alueen kattava itseopiskeltava kirjallinen materiaali, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (valinnainen LuK) ja Lääketieteen tekniikan opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi täydentää muita lääketieteen laitetekniikkaan liittyviä kursseja antamalla opiskelijalle yleiskuvan myös hoitolaitteista.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste tai muu kurssilla määriteltävä kirjallisuus.

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764369A/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

3. - 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää tasavirtateorian käyttöön perustuvien sähköisten mittausten menetelmien perusteet, teorian ja käytön, osaa menetelmien mittaustekniikat sekä osaa analysoida ja tulkita mittaustuloksia maankamaran pintaosien tutkimisessa.

**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 ja hyväksytyt harjoitustyöt.

**Kohderyhmä:**

Kurssi on pakollinen kurssi FM-y –linjan pääaineopiskelijoille FM-tutkinnossa.

**Yhteydet muihin opintokokosiin:**

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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762624S/>

**762628S: Maan termiset prosessit, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opettajat:** Moisio, Kari Juhani

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää maapallon pinnalla ja sisäosissa lämpötilan vaikutuksesta tapahtuvien termisten ilmiöiden syntyyn ja kehittymiseen liittyvät fysikaaliset teoriat sekä näiden ilmiöiden vaikutukset ja seuraukset. Opiskelija ymmärtää merkittävimmät tekijät, jotka vaikuttavat lämmönsiirtymiseen ja eri lämmönlähteisiin maapallolla. Opiskelija osaa johtaa ja ratkaista maapallon kuoren ja vaipan lämpötilajakauman yhtälöt perustapauksissa. Lisäksi hän osaa kuvata lämpövuomittausten perusteet sekä niihin liittyvät virhelähteet sekä lämpövuon globaalin jakauman.

**Sisältö:**

Kurssilla käydään läpi maapallon termisten ilmiöiden perusteita, kuorella ja vaipassa vaikuttavia termisiä prosesseja ja niiden seurauksia. Termodynamiikan perusteet. Lämmön siirtymismekanismi: johtuminen, konvektio, säteily. Lämpöenergian lähteet maapallolla. Reologia ja väliainevakiot. Lämpövuon mittaaminen, virhelähteet sekä jakauma. Analyttisiä ratkaisuja termisille ilmiöille. Termiset prosessit mantereellisellä ja merellisellä litosfäärillä sekä vaipassa ja niiden geodynaamiset ja tektoniset vaikutukset.

**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 nd ed); Schubert, G., Turcotte, D.L. & Olson, P., 2001: Mantle convection in the Earth and planets; Ranalli, G., 1995: Rheology of the Earth; Cermak, V. & Rybach, L., (eds.), Terrestrial heat flow and the lithosphere structure.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Moisio

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762628S/>

**762616S: Maatutkaluotaus, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opettajat:** Moisio, Kari Juhani

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee maatutkamenetelmän erikoisominaisuudet ja osaa prosessoida ja tulkita visuaalisesti maatutka-aineistoa.

**Sisältö:**

Maatutka on maaperä- ja ympäristögeologiassa sekä geoteknisissä ja geofysikaalisissa ympäristötutkimuksissa yleistynyt korkean taajuuden (50-2000 MHz) sähkömagneettinen tutkimuslaite. Kurssi antaa perustiedot ja -taidot maatutkaluotauksesta geofysikaalisena tutkimusmenetelmänä. Kurssilla käydään läpi maatutkaluotauksen teoria, käytännön mittausjärjestelyt, aineiston käsittely, esittäminen ja analysointi. Kurssiin sisältyy harjoituksia, joissa käydään läpi peruslaskutoimitukset ja aineiston käsittelyyn liittyvät käytännön toimenpiteet. Harjoitustyössä opiskelijat suorittavat tulostulokset ja tulkinnan itse mittaamalleen maatutka-aineistolle.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat sekä ympäristögeologian, rakennus- ja vesitekniikan opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762616S/>

**761657S: Magnetosfäärifysiikka, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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 vuorovaikuttaessa aurinkotuulen ja sen mukana kulkevan interplanetaarisen magneettikentän kanssa. Tämä vuorovaikutus tekee magnetosfääristä komeetan pyrstön muotoisen magneettisen kuplan, jonka koko, muoto ja rakenne vaihtelevat jatkuvasti riippuen aurinkotuulen ja interplanetaarisen magneettikentän olosuhteista.

*Sisältö lyhyesti:* Magnetosfäärin muodostuminen, Chapman-Ferraro-malli, magnetosfäärin ulkoreuna, pyrstö ja nielu, magnetosfäärin plasma-alueet ja virtasysteemit, magneettikenttien rekonnektio, magnetosfääri-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 opintokokonaisuuksiin:**

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:**

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

**762625S: Magnetotelluriikka, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintokokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opettajat:** Korja, Toivo Johannes

**Opintokokonaisuuden kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

Opintokokonaisuuden sopiva suoritusajankohta on 4. – 5. opintovuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opintokokonaisuuden suoritettuaan opiskelija ymmärtää menetelmän perusteet, osaa suunnitella ja tehdä magnetotelluurisia mittauksia ja käyttää aineiston prosessoinnin, analysoinnin ja mallinnuksen vaatimia numeerisia työkaluja. Opiskelija ymmärtää mallin geologiseen tulkintaan vaikuttavat fysikaaliset, petrofysikaaliset ja geologiset tekijät.

**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, impedanssiantenna ja sen ominaisuudet, impedanssiantennin häiriöiden lähteet, kertaus magnetotelluurisen aineiston mallinnukseen ja inversioon 1D-, 2D- ja 3D-ympäristöissä, sähköisen anisotropian vaikutus mittauksiin, 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. Tentti 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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762625S/>

## 762636S: Matalaseismiset luotaukset, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opettajat:** Moisio, Kari Juhani

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää miten seismisillä refraktio- ja reflektioluotauksilla tutkitaan maa- ja kallioperää. Opiskelija ymmärtää molempien menetelmien teoreettiset perusteet, niihin liittyvät rajoitukset ja virhelähteet. Hän osaa myös ratkaista menetelmiin liittyvät perusyhtälöt sekä osaa tulkita ja analysoida mitattua aineistoa. Opiskelija myös osaa käyttää mittalaitteita maastossa ja tuottaa niillä seismistä mittaustuloksia.

**Sisältö:**

Tämä kurssi antaa perustiedot seismisten refraktio- ja reflektioluotauksen suorittamiseen ja tulkitsemiseen. Erityisesti refraktioluotaus on perusmenetelmä maaperän ja kallioperän kartoituksessa, varsinkin pohjavesitutkimuksessa. Kurssin sisällön muodostavat seismisen refraktio- ja reflektioluotauksen fysikaaliset perusteet ja teoria sekä maastomittausjärjestelyt. Lisäksi kurssilla perehdytään seismisten luotauksen tulkinta- ja korjausmenetelmiin. Sovelluksia käydään läpi erilaisten esimerkkien avulla. Kurssiin kuuluvassa harjoitustyössä suoritetaan seisminen refraktio/reflektio 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 soveltuvin osin teokset; Burger, H.R., 2006: Introduction to Applied Geophysics: Exploring the Shallow Subsurface; Sjögren, B., 1984: Shallow refraction seismics; Palmer, D., 1986: Refraction seismics; Al-Sadi, H.N., 1982: Seismic exploration.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Moisio

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762636S/>

## 763311A: Matemaattiset apuneuvot, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso



**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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).

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763311A/>

## 763694S: Materiaalifysiikan menetelmiä, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssilla opitaan käyttämään keskeisiä teoreettisia menetelmiä, jotka soveltuvat voimakkaasti korreloituneiden monen kappaleen kvanttisysteemien teoreettiseen tutkimiseen.

**Sisältö:**

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

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

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 Analyyyttinen mekaniikka ja Kvanttimekaniikan kurssit. Kurssi tarjoaa hyvän pohjan pro gradu - tutkielmaa tai väitöskirjaa valmistelevalle opiskelijalle.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Saarela

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763694S/>

## 766323A: Mekaniikka, 6 op

**Opiskelumuuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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:**

6 op

**Ajoitus:**

1. syyslukukausi, jatkuen kevätlukukaudelle.

**Osaamistavoitteet:**

Klassinen mekaniikka auttaa ymmärtämään jokapäiväisessä elämässä esiintyviä ilmiöitä.

**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 säilymlakien määrittämiseen, joilla on nykyisinkin 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, fluidien mekaniikka.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Syksystä 2009 lähtien pakollinen fysiikan koulutusohjelmassa 6 op:n laajuisena. Aikaisemmin aloittaneilla sisältyy Fysiikan ydinopinnot -kokonaisuuteen 7 op:n laajuisena.

**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).

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766323A/>

## 765678S: Meteoriiitit ja törmäyskraaterit, 6 op

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Syventävä kurssi luennoidaan joka toinen tai kolmas vuosi, joten opiskelijan on oivallettava itselleen sopivin suoritusajankohta.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelija hallitsee sen sisällön sekä teoriassa että käytännössä. Kurssisuorituksesta opiskelijalle annettu arvosana kuvaan tämän tavoitteen saavuttamistasoa.

**Sisältö:**

Kurssin alkutasona on meteoriittien klassisen luokituksen tunteminen (kts. kurssi 765303A Planetologia).

Varsinaisesti kurssi pureutuu uudempaan meteoriittien tutkimukseen, uusien meteoriittiluokitusten perusteisiin ja eri meteoriittityyppien geneettisiin eroihin ja yhteyksiin. Tavoitteena on kirkastaa eri meteoriittien alkuperä, kehitykseen vaikuttaneet muuttujat ja niiden merkitys sekä meteoriittien merkitys planeettakunnan kehityksen heijastajina. Kurssilla luodaan pohja meteoriittien syntyyn ja kehitykseen vaikuttaneiden tapahtumien pohdinnalle ja edelleen ymmärtämään, miten ja miksi niitä tutkitaan.

Kurssi esittelee myös törmäyskraatereiden esiintymistä ja ominaisuuksia. Törmäyskraateri syntyy, kun suuri meteoroidi iskeytyy atmosfääriin läpi tulipallona planeetan pintaan sellaisella voimalla, että se kaivautuu kiviainekseen ja synnyttää kraaterikuopan valtavan räjähdysten ja paineaallon murskatessa kiveä. Kurssi ohjaa törmäyskraatereiden synnyn ja niissä vallinneiden fysikaalisten olosuhteiden ja kemiallisten prosessien ymmärtämiseen. Kurssilla tunnistetaan erilaisia törmäyskiviä ja -mineraaleja sekä törmäystapahtuman aiheuttamia kiderakenteita. Äärimmäisissä P-T-olosuhteissa meteoriittimateria ja kohdekivi sekoittuvat, murskautuvat, sulavat ja jopa höyrystyvät. Kraateri muokkaantuu vielä törmäyksen jälkeenkin useassa vaiheessa. Oppilaat johdatetaan törmäyskraatereiden tutkimiseen sekä Maassa että muilla planeetoilla. Jotkut suuret törmäykset ovat vaikuttaneet elomuotojen massahäviöisiin. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu opiskelijoiden ohjattua työskentelyä.

**Toteutustavat:**

40 h luentoja ja demonstraatioita sekä essee ja tentti.

**Kohderyhmä:**

Esim. 4. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian, geofysiikan, arkeologian ja historian sekä tekniikan opiskelijoille, jotka ovat suorittaneet tai suorittavat muitakin aihetta sivuavia kursseja (aloitustasona kurssi 765303A Planetologia). Perustiedot geologiassa ja mineralogiassa helpottavat joidenkin kurssilla esiintyvien käsitteiden omaksumista.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Lähtötasona 765303A Planetologia. Kurssi syventää muilla kursseilla saatuja tietoja. Kurssi ohjaa osallistumaan planeettakunnan aktiiviseen tutkimukseen.

**Oppimateriaali:**

**Taustaa meteoriiteista:**

Buchwald (1975): Handbook of iron meteorites;

Dodd (1981): Meteorites, a petrologic-chemical synthesis;

Bagnall (1991): Meteorite and Tektite Collector's Handbook;

Howie (1992): Care and Conservation of Geological Material: Minerals, Rocks, Meteorites and Lunar Finds (Butterworth - Heinemann Series in Conservation and Museology);

Zanda, Rotaru ja Hewins (2001): Meteorites: Their Impact on Science and History;

Norton ja Norton (2001/2002): Rocks from space: Meteorites and meteorite hunters;

Gallant (2002): Meteorite Hunter: The Search for Siberian Meteorite Craters;

Cassidy (2003): Meteorites, Ice, and Antarctica: A Personal Account;

Bowden, Howarth ja McCall (toim., 2006): The History of Meteoritics And Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls & Finds (Geological Society Special Publication) (No. 256);

Davis (2006): Meteorites, Comets, and Planets, Volume 1: Treatise on Geochemistry (Vol.1);

Taylor (2009): The Santa Lucia, Argentina Meteorite Fall of 2008;

Norton ja Chitwood (2008): Field Guide to Meteors and Meteorites (Patrick Moore's Practical Astronomy Series).

**Kurssiaineistoa meteoriiteista:**

Hutchison (2007): Meteorites: A Petrologic, Chemical and Isotopic Synthesis (Cambridge Planetary Science);

Papike (toim., 1998): Planetary materials (meteoriitit);

McSween (1999): Meteorites and their parent planets;

Norton (2002): The Cambridge Encyclopedia of Meteorites;

Lauretta, McSween ja Binzel (toim., 2006): Meteorites and the early Solar System II, University of Arizona Press;  
 Lugaro (2005): Stardust from Meteorites: An Introduction to Presolar Grains;  
 Beech (2006): Meteors and Meteorites: Origins and Observations;  
 Kortenkamp ja Steve (2007): Asteroids, Comets, and Meteorites (First Facts);  
 Smoth, Russell ja Benedix (2009): Meteorites;  
 Prior (2009): Catalogue of meteorites: with special reference to those represented in the collection of the Briti;

**Kurssiaineistoa törmäyskraatereista:**

Gaz (2009): Sites of Impact: Meteorite Craters Around the World;  
 Bobrowsky ja Rickman (2007): Comet/Asteroid Impacts and Human Society: An Interdisciplinary Approach;  
 Adushkin ja Nemchinov (2007): Catastrophic Events Caused by Cosmic Objects  
 Hartmann ja Cain (1995): Craters!: A multi-science approach to cratering and impacts;  
 French (1998): Traces of Catastrophe (www.lpi.usra.edu);  
 Melosh (1989): Impact cratering: A geologic process;  
 Roddy, Pepin ja Merrill (toim., 1977): Impact and explosion cratering;  
 Koeberl ja Martinez-Ruiz (2003): Impact Markers in the Stratigraphic Record;  
 Gilmour ja Koeberl (2000): Impacts and the Early Earth (Lecture Notes in Earth Sciences);  
 Spudis (2005): The geology of multi-ring impact basins;  
 Montanari ja Koeberl (2000): Impact stratigraphy, Springer; Kenkmann et al. (toim., 2005): Large Meteorite Impacts III, GSA SP 384;  
 Turtle, Pierazzo ja Asphaug (2007): Impact Craters in the Solar System;  
 Miller, Vandome ja McBrewster (2009): Chicxulub crater: Impact crater, Mayan languages, Meteoroid, Geophysics, Petroleum, Shocked quartz, Gravity anomaly, Tektite, Isotope analysis, Cretaceous;  
 Miller, Vandome ja McBrewster (2009): Impact Crater;  
 Hodge (2010): Meteorite Craters and Impact Structures of the Earth;  
 Reimold ja Gibson (2010): Meteorite Impact: The Danger from Space and South Africa's Mega-Impact The Vrederfort Dome;  
 Koeberl ja Reimold (2010): Meteorite Impact Structures: An Introduction to Impact Crater Studies;  
 Tutustuttava myös uusiin julkaisuihin ja virallisiin nettisivustoihin.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765678S/>

## 762304A: Mittausaineiston käsittely, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

3. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa luokitella, käsitellä ja analysoida geofysikaalista mittausaineistoa.

**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:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

4. - 5 kevät

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tietää tärkeimpien biomolekyylien ominaisuudet ja keinot niiden muodostamien systeemien molekyyli-tason biofysikaaliseen tutkimiseen.

**Sisältö:**

Kurssi perehdyttää biomolekyyli-systeemien biofysikaalisiin ominaisuuksiin ja tutkimusmenetelmiin sisältäen vuorovaikutukset vesi- ja ioniympäristön kanssa. Tutkimusmenetelmissä painotus on kokeellisten menetelmien periaatteissa, joskin myös atomi- ja molekyyli-tason simulaatiomenetelmiin tutustutaan.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Solukalvojen biofysiikka (764323A) sekä Spektroskooppiset menetelmät (761359A) pitäisi olla suoritettuna.

**Oppimateriaali:**

Luennot ja luentomateriaali, sekä Tom A. Waigh: Applied Biophysics, A Molecular Approach for Physical Scientists, John Wiley & Sons Ltd., Chichester 2007 (osittain).

**Vastuuhenkilö:**

Marja Hyvönen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764619S/>

## 766660S: Molekyylien ominaisuudet, 6 op

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 16 h demonstraatioita, kaksi tietokoneharjoitusta, pääteko.

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: Atomifysiikan ja Termofysiikan aineopintojaksot, 761661S Molekyylifysiikka, tai vastaavat tiedot.

**Oppimateriaali:**

P.W. Atkins and R.S. Friedman, "Molecular Quantum Mechanics", 4. painos, luvut 10 - 13, Oxford University Press, 2005. Luentomuistiinpanot.

**Vastuuhenkilö:**

Juha Vaara

**Lisätiedot:**

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

## 761661S: Molekyylifysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h demonstraatioita, pääteko.

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatiedot: Atomifysiikan ja Termofysiikan aineopintojaksot tai vastaavat tiedot. Opintojakso on pohjana jatko-opintojaksolle Molekyylien ominaisuudet, jossa käsitellään oppikirjan luvut 10 - 13.

**Oppimateriaali:**

P.W. Atkins and R.S. Friedman, "Molecular Quantum Mechanics", 4. painos, luvut 1 - 9, Oxford University Press, 2005.

**Vastuuhenkilö:**

Juha Vaara

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761661S/>

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

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

Vaihteleva 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:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

Vaihteleva op

**Sisältö:**

Kotimaisissa muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa suoritettuja syventäviä opintojaksoja.

Suoritusmerkintä professorilta.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

**762363A: Muissa yliopistoissa ja korkeakouluissa ulkomailta suoritettut kurssit, 0 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

Vaihteleva op

**Sisältö:**

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

Suoritusmerkintä professorilta.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

Vaihteleva op

**Sisältö:**

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

Suoritusmerkintä professorilta.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

**766661S: NMR-kuvaus, 8 op****Voimassaolo:** 01.01.2010 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja aloittavat fysiikan ja kemian opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari ja Juhani Lounila

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/766661S/>**761663S: NMR-spektroskopia, 8 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

NMR (Nuclear Magnetic Resonance) -spektroskopia on erittäin monipuolinen menetelmä tutkia aineen kaikkien olomuotojen fysikaalisia ominaisuuksia. Sen avulla voidaan määrittää molekyylien, jopa biologisten makromolekyylien, rakenteita ja tutkia niiden dynamiikkaa. Laajimmin käytössä oleva NMR-spektroskopian sovellus on ns. magneettikuvaus.

Opintojaksossa perehdytään NMR-spektroskopian perusteisiin, spektrien rakenteeseen vaikuttaviin parametreihin



ja spektrien simulointiin. Moderni NMR tarjoaa mahdollisuuksia ydinspinien manipulointiin käyttäen erilaisia pulssisekvenssejä. Kurssissa käydään läpi spektrien editointiin ja polarisaation siirtoon liittyvien sekvenssien toimintaperiaate sekä monidimensionaalisen NMR-spektroskopian perusteet ja eräät sovellukset samoin kuin spektrometrien rakenne ja toiminta.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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), J. Keeler, Understanding NMR Spectroscopy (John Wiley & Sons, Chichester, 2007).

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761663S/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija perehdytetään ydinmagneettiseen resonanssispektroskopiaan (NMR-spektroskopiaan) liittyviin ajankohtaisiin, vuosittain vaihtuviin aiheisiin.

**Sisältö:**

Opintojaksossa tarkasteltavia aiheita voivat olla esimerkiksi NMR-spektroskopian spintiheysmatriisimenetelmät, nestekiteiden NMR-spektroskopia tai ydinmagneettinen relaksaatio.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja suorittavat fysiikan ja kemian opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761669S/>

## 764638S: Neurotieteen perusteet, 5 op

**Voimassaolo:** 01.01.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764338A Neurotieteen perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

Ks. 764338A Neurotieteen perusteet

**Osaamistavoitteet:**

Ks. 764338A Neurotieteen perusteet

**Sisältö:**

Ks. 764338A Neurotieteen perusteet.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, viikkotehtävät, seminaari, tentti, essee.

**Kohderyhmä:**

Ks. 764338A Neurotieteen perusteet.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ks. 764338A Neurotieteen perusteet.

**Oppimateriaali:**

Ks. 764338A Neurotieteen perusteet.

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Vähäsöyrinki

## 764338A: Neurotieteen perusteet, 5 op

**Voimassaolo:** 01.01.2009 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764638S Neurotieteen perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

3. - 4. vuoden kevät

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa määrittellä keskus- ja ääreishermoston toiminnan peruseriaatteet.

**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 peruseriaatteista.

**Toteutustavat:**

20 h luentoja, viikkotehtävät, seminaari, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK tai FM). Hermoston toiminnasta kiinnostuneet sivuaineopiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssilla esitetyt perusteet auttavat sijoittamaan solujen ja molekyylien biofysiikan tutkimuskohteet laajempaan kokonaisuuteen. Kurssi on perusteena neurobiofysiikkaan liittyviin jatko-opintoihin, 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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764338A/>

## 763315A: Numeerinen mallintaminen, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin tavoitteena on oppia käyttämään moderneja symbolisen ja numeerisen laskennan apuvälineitä fysiikassa usein esiintyvien matemaattisten tehtävien ratkaisemisessa. Lisäksi kursilla tutustutaan matemaattisen tekstin käsittelyyn latex-ohjelmistolla, minkä tavoitteena on helpottaa tutkielmien ja työselostusten kirjoittamista.

**Sisältö:**

Kurssi toteutetaan Mathematica-ohjelmistoa käyttäen. Siinä käsitellään 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 ohjattuja harjoituksia, 3 harjoitustyötä ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan koulutusohjelman opiskelijoille syksystä 2009 lähtien.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Suosittelaa kurssin Ohjelmoinnin perusteet suorittamista sekä fysiikan ja matematiikan peruskursseihin tutustumista.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Kari Jänkälä

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763315A/>

## 763616S: Numeerinen ohjelmointi, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

4. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija hallitsee tavallisimmat numeeriset menetelmät funktioiden interpolointiin ja approksimointiin, numeeriseen integrointiin ja lineaaristen yhtälöryhmien ratkaisemiseen. Lisäksi opiskelija osaa menetelmiä tavallisten differentiaaliyhtälöiden ratkaisemiseen.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 11 kpl harjoituksia, 4 harjoitustyötä ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Fysiikan koulutusohjelman opiskelijat (vapaasti valittava).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Suosittelaa kurssien Fysiikan matematiikkaa, Differentiaaliyhtälöt, Lineaarialgebra I ja II ja (ATK I) Ohjelmoinnin perusteet 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:**

Sami Heinäsmäki

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763616S/>

**763114P: Ohjelmoinnin perusteet, 4 op**

**Voimassaolo:** - 31.07.2014

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

521141P Ohjelmoinnin alkeet 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

1. tai 2. vuoden syksy

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija ohjelmoinnin perusteisiin ongelmanratkaisun kautta. Kurssi tarjoaa pohjan myöhemmille ohjelmointikursseille.

**Sisältö:**

Toteutetaan yhdessä kurssin 521141P Ohjelmoinnin alkeet kanssa. Katso Ohjelmoinnin alkeet -kurssin WebOodi-sivu, sekä kotisivu osoitteessa [www.raippa.fi/elementary-programming](http://www.raippa.fi/elementary-programming)

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan koulutusohjelman opiskelijoille syksystä 2009 lähtien.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei vaadi esitietoja. Kurssi on ohjelmoinnin peruskurssina välttämätön esitieto mm. (ATK III) Tieteellinen ohjelmointi, (ATK IV) Numeerinen ohjelmointi sekä 521142A Laiteläheinen ohjelmointi -kurssien suorittamiselle.

**Oppimateriaali:**

Ilmoitetaan kurssin alkaessa.

**Vastuuhenkilö:**

Jouni Karjalainen (fysiikan koulutusohjelman osalta)

**761012Y: Omaopettajaohjaus, 1 op**

**Voimassaolo:** 01.05.2010 -

**Opiskelumuoto:** Yleisopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

1 op

**Ajoitus:**

1. syys- ja kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson tavoitteena on uusien opiskelijoiden tukeminen ja ohjaaminen siten, että opiskelu on alusta lähtien tuloksellista.

**Sisältö:**

Omaopettaja on fysiikan laitoksen opetushenkilökunnasta opiskelijalle nimetty henkilökohtainen ohjaaja. Hän seuraa opiskelun etenemistä ja pyrkii edistämään sitä auttamalla, neuvomalla ja tukemalla opiskelijaa kaikissa opintoihin liittyvissä asioissa.

**Toteutustavat:**

Ohjaus tapahtuu pääasiassa kerran kuukaudessa järjestettävissä henkilökohtaisissa tapaamisissa, mutta omaopettajaan voi ottaa yhteyttä aina tarvittaessa.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen kaikille fysiikan koulutusohjelman opiskelijoille.

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761012Y/>

**766684J: Opetustehtävät, 2 - 8 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Jatko-opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2-8 op

**Sisältö:**

Fysiikan koulutusohjelman jatko-opiskelijan päätehtävä on perehtyä erikoistumisalaansa ja tehdä tutkimusta tällä alalla sekä suorittaa menestyksellisesti jatko-opintosuunnitelmaan kirjattuja kursseja. Näiden ohella hänen on pystyttävä kertomaan fysiikan ilmiöistä ja omasta tutkimusalastaan aloitteleville opiskelijoille, kollegoilleen ja kansalaisille yleensä. Harjoittelu kouluttaa selkeään ja luonnolliseen esiintymiseen opetustehtävissä ja myöhemmissä työtehtävissä yliopiston ulkopuolella.

Harjoittelu kirjataan jatko-opintosuunnitelmaan. Siitä saa maksimissaan 8 opintopistettä. Opintopisteitä kertyy 2, kun opiskelija on osallistunut opetukseen liittyviin tehtäviin 80 tuntia lukuvuoden aikana. Tuntimäärää laskettaessa otetaan huomioon laitoksessa sovitut kuormituskertoimet.

**764684J: Opetustehtävät, 2 - 8 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Jatko-opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2-8 op

**Sisältö:**

Fysiikan koulutusohjelman jatko-opiskelijan päätehtävä on perehtyä erikoistumisalaansa ja tehdä tutkimusta tällä alalla sekä suorittaa menestyksellisesti jatko-opintosuunnitelmaan kirjattuja kursseja. Näiden ohella hänen on pystyttävä kertomaan fysiikan ilmiöistä ja omasta tutkimusalastaan aloitteleville opiskelijoille, kollegoilleen ja kansalaisille yleensä. Harjoittelu kouluttaa selkeään ja luonnolliseen esiintymiseen opetustehtävissä ja myöhemmissä työtehtävissä yliopiston ulkopuolella.

Harjoittelu kirjataan jatko-opintosuunnitelmaan. Siitä saa maksimissaan 8 opintopistettä. Opintopisteitä kertyy 2,

kun opiskelija on osallistunut opetukseen liittyviin tehtäviin 80 tuntia lukuvuoden aikana. Tuntimäärää laskettaessa otetaan huomioon laitoksessa sovitut kuormituskertoimet.

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tietää opinnäytteensä alan taustat ja menetelmät sekä pystyy hallitsemaan laajahkon kokonaisuuden toteuttamisen ja tulosten raportoimisen.

**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.

**Toteutustavat:**

Tutkielman kirjoittaminen, seminaariesitelmän pitäminen, osallistuminen seminaareihin vähintään yhden lukukauden ajan.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen geofysiikan pääaineopiskelijoille.

**Arviointiasteikko:**

Pro gradu -tutkielma arvostellaan asteikolla 1 - 5.

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Kaikkonen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762681S/>

## 762684S: Opintoretki, 2 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opettajat:** Korja, Toivo Johannes

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

Opintoretken järjestelyistä ilmoitetaan erikseen.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija on tutustunut muutamaa geotalan työnantajaan ja näissä tehtävään työhön. Opiskelija on kerännyt aineistoa geotalan organisaatioiden työtehtävistä ja tehtävien vaatimista valmiuksista opintoretken aikana ja osaa yleistää informaation matkaraportissa summattavaksi geofysiikan toimenkuvaksi.

**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 juliste-esityelmä. Suoritusmerkintä hyväksytyn matkakertomuksen jälkeen.

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

**Lisätiedot:**

Matkakulut ja pääosin myös majoituskulut katetaan fysikaalisten tieteiden laitoksen käyttövaroista. Osallistujat maksavat ruokailut.

<https://wiki oulu.fi/display/762684S/>

## 761665S: Optiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761685S Optiikka 5.0 op

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on muodostaa opiskelijoille aineopintojaksoa 766329A Aaltoliike ja optiikka syvällisempi näkemys valituista optiikan alueista, sekä tarjota pohjakoulutusta sellaisille fyysikoille, jotka suuntautuvat optiikan tai optisen spektroskopian tutkimuksen pariin tai hakeutuvat optisen teollisuuden palvelukseen.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, päätekoeloppukoe.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Pohjatiedot: 766329A Aaltoliike ja optiikka, 761321A Sähkömagnetismi I ja 766322A Sähkömagnetismi II.

Kytkeytyy: 761664S Laserfysiikka ja 761632S Sähkömagneettinen säteily.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko

**Lisätiedot:**

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

## 761011Y: Orientoivat opinnot, 2 op

**Opiskelumuoto:** Yleisopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761010Y Orientoivat opinnot 3.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

1. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson tavoitteena on perehdyttää uudet opiskelijat yliopiston ja oman laitoksen opetukseen ja tutkimukseen.

**Sisältö:**

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

Lisäksi opintojaksossa tutustutaan fysiikan laitoksen toimintaan ja esitellään laitoksessa tehtävää monipuolista tutkimusta. Fysiikassa tehtävän avaruusfysiikan, elektronispektroskopian ja NMR-spektroskopian tutkimuksen lisäksi laitoksella tehdään biofysiikan, teoreettisen fysiikan, tähtitieteen ja geofysiikan eri alojen tutkimusta. Kunkin tutkimusalan esittelyyn on varattu yksi tunti. Näiden lisäksi kerrotaan aineenopettajan koulutuksesta ja fyysikkojen sijoittumisesta työelämään.

**Toteutustavat:**

10-15 h työskentelyä pienryhmissä. Lisäksi 9-10 h tutkimusryhmien esittelyä, joissa 75 % läsnäolo.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen kaikille koulutusohjelman opiskelijoille.

**Vastuuhenkilö:**

Anja Pulkkinen ja Marja Hyvönen

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opettajat:** Elena Kozlovskaya

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. - 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee geofysiikan painovoima- ja magneettisten menetelmien erikoisominaisuudet, anomalioiden pääpiirteet ja tulkinnan monikäsitteisyydestä aiheutuvat ongelmat, tärkeimmät prosessointitoimenpiteet ja tulkinnan perusteet.

**Sisältö:**

Maankamaran tiheyden ja magnetoituman vaihtelut aiheuttavat paikallisia muutoksia painovoima- ja magneettikenttään, mitä voidaan käyttää mm. geologisen kallioperäkartoituksen ja malminetsinnän apuna. Kurssi antaa syventävää tietoa geofysikaalisista painovoima- ja magneettikenttämittauksista. Kurssilla käydään läpi menetelmien fysikaaliset perusteet, erilaiset mittaussjärjestelyt sekä aineiston käsittely- ja tulkintamenetelmät. ATK-harjoituksissa tarkastellaan erilaisten rakenteiden aiheuttamia anomaliaita ja mallipohjaisen tulkinnan perusteita.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali, valittuja artikkeleita alan julkaisuista sekä Blakely, R.J., 1995: Potential theory on gravity and magnetic applications.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762612S/>

**761101P: Perusmekaniikka, 4 op**



**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija hallitsee mekaniikan peruskäsitteet ja osaa soveltaa niitä mekaniikkaan liittyvien ongelmien ratkaisemiseen.

**Sisältö:**

Mekaniikan ilmiöt ovat hyvin tuttuja jokapäiväisessä elämässämme ja monet insinööritieteet pohjautuvatkin mekaniikkaan. Mekaniikka muodostaa perustan muille fysiikan osa-alueille, myös moderniin fysiikkaan.

*Opintojakson sisältö lyhyesti:* Lyhyt kertaus vektorilaskennasta. Kinematiikka, vino heittoliike ja ympyräliike.

Newtonin liikelait. Työ, energia, ja energian säilyminen. Liikemäärä ja impulssi sekä törmäysprobleemat.

Pyörimisliike, hitausmomentti, voiman momentti sekä liikemäärämomentti. Tasapaino-ongelmat. Gravitaatio.

Värähdysliike. Nesteiden ja kaasujen mekaniikka.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 8 laskuharjoitusta (16 h), 4 osatenttiä ja päätekoee 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.

**Vastuuhenkilö:**

Anita Aikio

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761101P/>

## 762607S: Petrofysiikka, 6 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Geofysiikan pääaineopiskelijoille opintojakson suositeltava ajankohta on 4.-5. opintovuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää petrofysiikan aseman geofysikaalisessa ja geologisessa tutkimuksessa, tuntee petrofysikaalisten parametrien perusominaisuudet ja eri parametrien keskinäiset riippuvaisuudet. Jakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata petrofysikaalisten parametrien riippuvuuden geologisista ja fysikaalisista tekijöistä sekä osaa käyttää petrofysikaalista aineistoa geofysikaalisten mallien tulkintaan. Opiskelija osaa myös tehdä petrofysikaalisia mittauksia, arvioida mittausten virhettä sekä raportoida mittausten tulokset kirjallisessa muodossa.

**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, sähköjohtavuus, 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 FM-opinnoissa. Opintojakso 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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762607S/>

## 761013Y: Pienryhmäohjaus, 2 op

**Opiskelumuoto:** Yleisopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

2. - 5. syksy

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija saa kokemusta pienryhmän ohjaamisesta ja opiskelijoiden kanssa työskentelystä.

**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:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Syventävät kurssit luennoidaan joka toinen tai kolmas vuosi, joten opiskelijan on oivallettava itselleen sopivin suoritusajankohta.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelija hallitsee sen sisällön sekä teoriassa että käytännössä. Kurssisuorituksesta opiskelijalle annettu arvosana kuvaan tämän tavoitteen saavuttamistasoa.

**Sisältö:**

Planeettaluotaimet tuovat tutkimuksen ulottuville yhä tarkempia aineistoja eri planeetoilta ja niiden kuilta. Kurssi käsittelee kiinteiden planeettakunnan kappaleiden kartoittamista mukaan lukien 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:**

Planetary Mapping (Cambridge Planetary Science Old) by Ronald Greeley and Raymond M. Batson (Paperback - Feb 26, 2007); Price 58\$

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

*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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765645S/>

## 765303A: Planetologia, 7 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintopakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

7 op

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelija hallitsee sen sisällön sekä teoriassa että käytännössä. Kurssisuorituksesta opiskelijalle annettu arvosana kuvaa tämän tavoitteen saavuttamistasoa.

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on esittää perusteet planeetoista ja niiden tutkimuksesta; tutustuttaa opiskelijat luotainaineistoihin ja niiden tutkimuskäyttöön sekä uusiin tuloksiin. Kurssilla käsitellään sekä maankaltaisia että joviaanisia planeettoja. Pääpaino on kiinteissä kappaleissa, mutta kurssiin kuuluu myös atmo-, magne- ja ionosfäärfysiikkaa ja -kemiaa sekä pääpiirteet ulkoplaneetoista. Kahdeksan varsinaisen planeetan lisäksi kurssilla

sivutaan exoplaneettoja, kääpiöplaneettoja, kuita, asteroideja, komeettoja ja meteoriitteja, jotka kaikki antavat tietoa planeettakuntamme kehityksestä. Luentoja ja kirjallisuuden lisäksi kurssiin kuuluu ohjattua ja itsenäistä työskentelyä.

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, demonstraatioita ja harjoituksia sekä essee ja tentti.

**Kohderyhmä:**

1., 2. tai 3. vuoden opiskelijat, sopii mm. tähtitieteen, fysiikan, geologian, geofysiikan ja arkeologian sekä teknisten alojen ja tietojenkäsittelyn opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi ei vaadi esitietoja. Se tarjoaa välttämättömät perustiedot planeetoista, planeettalennoista ja planeetta-aineistoista kiinnostuneelle opiskelijalle ja mahdollistaa myöhempien syventävien kurssien seuraamisen.

**Oppimateriaali:**

**Taustaa** esim. Greeley (1994): Planetary Landscapes ja Vita-Finzi (2006): Planetary Geology sekä lukuisat muut perusteokset.

**Kurssin aineistoa:**

Pudritz, Higgs ja Stone (toim., 2007): Planetary Systems and the Origins of Life;

Beatty, Petersen & Chaikin (toim., 1999 tai uudempi painos): The New Solar System;

Moore (2006): Moore on Mercury: The Planet and the Missions;

McBrewster, Miller, ja Vandome (2009): Mercury (Planet): Geology of Mercury, Tests of general relativity,

Exploration of Mercury, Mariner 10, MESSENGER, BepiColombo, Caloris Basin, Skinakas Basin, Extraterrestrial skies, Mercury's moon;

Surhone, Timplendon ja Marseken (2010): Planetary Geology: Planetary Geology, Planetary Science, Geology,

Astronomical Object, Planet, Moon, Asteroid, Comet, Meteorite;

Vázquez, Pallé ja Rodríguez (2010): The Earth as a Distant Planet: A Rosetta Stone for the Search of Earth-Like Worlds;

Lodders ja Fegley (1998): The planetary scientist's companion;

McFadden, P. Weissman ja T. Johnson (toim., 2. painos 2007 tai uudempi): Encyclopedia of the Solar System;

McBride ja Gilmour (toim., 2004): An Introduction to the Solar System;

Harland (2000): Jupiter Odyssey: The Story of NASA's Galileo Mission, Springer;

Yung ja DeMore (1999): Photochemistry of planetary atmospheres;

Burgess (1992): Far encounter: The Neptune system;

Irwin (2009): Giant Planets of Our Solar System: Atmospheres, Composition, and Structure (Springer Praxis Books / Astronomy and Planetary Sciences);

Dasch et al. (2004): Icy Worlds of the Solar System;

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

Davis (2006): Meteorites, Comets, and Planets, Volume 1: Treatise on Geochemistry (Vol.1);

Encrenaz, Kallenbach, Owen ja Sotin (2005): The Outer Planets and their Moons: Comparative Studies of the

Outer Planets prior to the Exploration of the Saturn System by Cassini-Huygens (Space Sciences Series of ISSI);

Fishbaugh, Lognonné, Raulin ja Des Marais (2009): Geology and Habitability of Terrestrial Planets;

Tietoja on päivitettävä uusien julkaisujen, kirjojen sekä NASAn ja ESan nettisivujen avulla.

**Vastuuhenkilö:**

Jouko Raitala

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765303A/>

## 761353A: Plasmafysiikan perusteet, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintopakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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 loppukoe.

**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 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: K. Mursula: Plasmafysiikan perusteet.

**Vastuuhenkilö:**

Kalevi Mursula

**Lisätiedot:**

<https://wiki.oulu.fi/display/761353A/>

## 761653S: Plasmafysiikka, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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, makroinstabilitteetit, elektromagneettiset instabilitteetit.

**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:**

<https://wiki oulu.fi/display/761653S/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

20 op

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on saada valmiudet kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten kriittiseen arviointiin ja raportointiin.

**Sisältö:**

Joltakin fysiikan erikoisalalta laadittava, ensisijaisesti kirjallisuuden käyttöön perustuva tutkielma, jonka laajuus on noin 50 sivua. Tutkielman aiheita saa laitoksen tutkimusryhmien vanhemmilta jäseniltä.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen aineenopettajaksi opiskeleville FM-tutkinnossa ja ns. sivulaudaturia varten.

**Arviointiasteikko:**

Pro gradu -tutkielma arvostellaan asteikolla 1 - 5.

**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 laajuinen pro gradu -tutkielman.

<https://wiki oulu.fi/display/761684S/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija tietää opinnäytteensä alan taustat ja menetelmät sekä pystyy hallitsemaan laajahkon kokonaisuuden toteuttamisen ja tulosten raportoimisen.

**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:**

Pro gradu -tutkielma arvostellaan asteikolla 1 - 5.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764697S/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

20 op

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on saada valmiudet kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten kriittiseen arviointiin ja raportointiin.

**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 FM-tutkinnossa).

**Arviointiasteikko:**

Pro gradu -tutkielma arvostellaan asteikolla 1 - 5.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763682S/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

Ohjattua tutkimustyötä tähtitieteen alalta, tutkielman kirjoittaminen ja seminaarin pitäminen.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen FM-tutkinnossa tähtitieteen opiskelijoille.

**Arviointiasteikko:**

Pro gradu -tutkielma arvostellaan asteikolla 1 - 5.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

**Lisätiedot:**

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

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

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

**Kohderyhmä:**

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

**Arviointiasteikko:**

Pro gradu -tutkielma arvostellaan asteikolla 1 - 5.

**Vastuuhenkilö:**

Professorit

**Lisätiedot:**

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

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

20 op

**Ajoitus:**

5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on saada valmiudet kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten kriittiseen arviointiin ja raportointiin.

**Sisältö:**

Ohjattua tutkimustyötä tähtitieteen alalta, tutkielman kirjoittaminen ja seminaarin pitäminen.

**Kohderyhmä:**

Aineenopettajan sv:ssa opiskelevat.

**Arviointiasteikko:**

Pro gradu -tutkielma arvostellaan asteikolla 1 - 5.

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765621S/>

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



**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

35 op

**Ajoitus:**

4. - 5. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

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

**Kohderyhmä:**

Pakollinen osa FM-tutkintoa teoreettisen fysiikan opiskelijoille (muille kuin aineenopettajille).

**Arviointiasteikko:**

Pro gradu -tutkielma arvostellaan asteikolla 1 - 5.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763683S/>

## 766647S: Quantum Information, 6 op

**Voimassaolo:** 01.01.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

<https://wiki oulu.fi/display/766647S/English>

**Osaamistavoitteet:**

The course introduces into the main concepts and promises of quantum computations; it starts from a short account on classical computations, outlines the basic mathematics and models of quantum computations, and discusses various topics from quantum communication, quantum algorithms, entanglement as well as quantum measures.

**Sisältö:**

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 and attracts many students and researchers from different areas, including mathematicians, physicists, computer scientists, quantum opticians 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 also 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.

**Oppimateriaali:**

M.A. Nielsen and I.L. Chang; Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, 2000 and later). Lecture notes.

**Vastuuhenkilö:**

Stephan Fritzsche

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

English

**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 12 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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765676S/>

## 765648S: Relativistic Astrophysics, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

English

**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 opintoihin:**

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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765648S/>

## 761649S: Revontulifysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija ymmärtää niiden fysikaalisten prosessien perusteet, jotka johtavat revontulien syntyyn yläilmakehässä ja osaa laskea aiheeseen liittyviä laskuja. Opiskelija saa myös tietoa alaan liittyvistä uusimmista tutkimustuloksista.

**Sisältö:**

Auringosta lähtee jatkuva varattujen hiukkasten virtaus sitä ympäröivään avaruuteen. Osa aurinkotuulen hiukkasista pääsee Maan magnetosfääriin 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 fysikaalisia prosesseja.

*Sisältö lyhyesti:* Neutraali-ilmakehä, revontulihukkasten aiheuttama ilmakehän atomien ja molekyylien ionisaatio, viritykset ja optiset emissiot. Revontulten morfologia. Magnetosfääri-ionosfäärikytkentä ja sähkövirrat.

Revontulihukkasten kiihdytysmekanismit ja revontulien sähködynamiikka. Magnetohydrodynaamiset aallot, erityisesti Alfvén-aallot. Aurinkotuulen energian siirtyminen magnetosfääriin ja magnetosfääriin alimyrskyt.

**Toteutustavat:**

36 h luentoja, 12 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), Baumjohann and Treumann: Basic Space Plasma Physics (Imperial College Press, 1997).

Luentomateriaali (englanniksi) on saatavilla kurssin web-sivulta.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Kaila ja Anita Aikio

**Lisätiedot:**

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

## 761672S: Röntgenfysiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittuaan opiskelija ymmärtää karakteristisen röntgensäteilyn ja jarrutussäteilyn syntymekanismit aineessa. Opiskelija osaa röntgensäteilyn absorption, heijastumisen ja sironnan periaatteet. Opiskelija tuntee

röntgensäteilyn sovelluksia materiaalitutkimuksessa, ja ymmärtää erilaisten röntgensäteilyyn perustuvien tutkimusmenetelmien fysikaaliset perusteet.

**Sisältö:**

Opintojakso esittelee röntgensäteilyn synnyn fysikaaliset perusteet, röntgensäteilyn ja materiaan vuorovaikutusprosesseja sekä tärkeimpiä sovelluksia materiaalitutkimuksessa. Sovelluksina esitellään röntgenputki ja synkrotronisäteilyrengas röntgensäteilyn lähteenä. Vuorovaikutusprosesseista kurssin keskeisenä sisältönä ovat röntgensäteilyn absorptio, heijastuminen sekä röntgensäteilyn sironta materiaalista. Röntgensäteilyä käytetään materiaalitutkimuksessa hyvin erilaisin menetelmin, joista tutustutaan röntgendiffraktioon kiteisestä aineesta sekä röntgenfluoresenssiin. 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:**

Helena Aksela ja Leena Partanen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761672S/>

## 766650S: SR-fysiikan sovellutukset, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin tavoite on tukea ryhmässä pro gradu -tutkielman tekijöitä ja jatko-opintoja aloittavia opiskelijoita.

**Sisältö:**

Synkrotronisäteilyn käyttöön perustuvia menetelmiä ja niiden sovellutuksia. Ajankohtaisia teemasarjoja, jotka vaihtelevat vuosittain.

**Toteutustavat:**

24 h luentoja, 10 h harjoitustöitä, tentti.

**Vastuuhenkilö:**

Helena Aksela

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766650S/>

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

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi (tarvittaessa englanti).

**Ajoitus:**

3.-5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää seismologian merkityksen ja siihen liittyvän teoreettisen taustan maapallon syvärakenteen tutkimuksissa. Opiskelija pystyy selittämään seismisen aaltoliikkeen synnyn, etenemisen ja eri aaltomuotojen merkityksen. Opiskelija osaa määrittellä seismisten ilmiöiden havainnointiin, niiden analysointiin sekä tulkitsemiseen liittyvät teoriat ja termit. Opiskelija ymmärtää myös laattatektoniikan ja seismologian suhteen, osaa määrittellä maapallon seismisen kerrosrakenteen ja ymmärtää seismisten luotausten merkityksen litosfääritutkimuksissa.

**Sisältö:**

Opintojaksossa perehdytään maapallon sisäosien tärkeimpien tutkimusmenetelmien eli seismologisten ja seismisten menetelmien perusteisiin. Kurssilla käydään läpi seismologian historiaa. Aaltoliike ja seismiset aallot, niiden eteneminen ja ominaisuudet. Seisminen säde ja säteenjäljitys sekä kulkuaikainversio. Seismiset rekisteröinnit. Maanjäristysten paikantaminen, niiden suuruuden määrittäminen sekä siirrostasoratkaisu. Maapallon seisminen rakenne ja seismisten ominaisuuksien vaakavaihtelut. Seismologia ja laattatektoniikka. Seismiset menetelmät kuoren ja vaipan 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 Stein, S. and Wysession, M., 2003: An introduction to seismology, earthquakes, and earth structure. Shearer, P.M., 1999: Introduction to seismology. Bolt, B.A., 1999: Inside the Earth. Evidence from earthquakes; Bullen, K.E. & Bolt, B.A., 1985: An introduction to the theory of seismology.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Moisio

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762321A/>

**765609S: Selenologia, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Syventävät kurssit luennoidaan joka toinen tai kolmas vuosi, joten opiskelijan on oivallettava itselleen sopivin suoritusajankohta.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelija hallitsee sen sisällön sekä teoriassa että käytännössä. Kurssisuorituksesta opiskelijalle annettu arvosana kuvaan tämän tavoitteen saavuttamistasoa.

**Sisältö:**

Kuuluotaimet ja uudet kuututkimuksen suuntaviivat tekevät kurssista kiinnostavan. Kurssin puitteissa keskitytään Kuun kaukokartoitukseen, pinnan ja kivien stratigrafiaan ja iänmäärittäykseen 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. Luentojen 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 kuutukimukseen sekä kuuohjelmiin ja -lentoihin.

**Oppimateriaali:**

Observing the Moon: The Modern Astronomer's Guide by Gerald North (Hardcover - Jul 30, 2007); Price 47\$  
*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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765609S/>

**764115P: Solujen biofysiikan perusteet, 4 op**

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764125P Solujen biofysiikan perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Ajoitus:**

2. syksy

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on valmiudet kuvata solutason rakenteita ja toimintoja, ja biofysikaalinen tausta joillekin näistä. Kurssi antaa myös työkaluja ratkaista yksinkertaisia solujen biofysiikkaan ja biokemiaan liittyviä kysymyksiä ja laskuja. Lisäksi opiskelija pystyy erittelemään solubiologian ja solutason biofysiikan keskeisimpiä aloja.

**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) sivuaine kokonaisuudessa.

**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).

**Vastuuhenkilö:**

Marja Hyvönen, Kyösti Heimonen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764115P/>

**764623S: Solukalvojen biofysiikka, 7 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764323A Solukalvojen biofysiikka 7.0 op

**Laajuus:**

7 op

**Opetuskieli:**

Opetus voidaan antaa myös osittain tai kokonaan englanniksi.

**Ajoitus:**

3. tai 4. syksy

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata solukalvon rakenteen ja toiminnan perusteet, esittää solukalvon sähköistä toimintaa kuvaavat perusmallit ja ratkaista ja laskea ko. malleihin liittyviä ongelmia ja laskutehtäviä. Lisäksi hän kykenee tutustumaan alan tieteelliseen englanninkieliseen kirjallisuuteen ja esittämään siitä lyhyen yhteenvedon.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 22 h laskuharjoituksia, 4-8 h seminaareja, seminaariesitelmä, viikkotehtävät, kotitentti, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (suositeltava LuK sivuaineessa, pakollinen FM pääaineessa) ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Johdatus biofysiikkaan (764103P) ja Solujen biofysiikan perusteet (764115P) suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia. Tämä kurssi antaa tarvittavaa pohjatietoa kursseille 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:**

Kyösti Heimonen, Marja Hyvönen

## 764323A: Solukalvojen biofysiikka, 7 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764623S Solukalvojen biofysiikka 7.0 op

**Laajuus:**

7 op

**Opetuskieli:**

Opetus voidaan antaa myös osittain tai kokonaan englanniksi.

**Ajoitus:**

3. tai 4. syksy

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata solukalvon rakenteen ja toiminnan perusteet, esittää solukalvon sähköistä toimintaa kuvaavat perusmallit ja ratkaista ja laskea ko. malleihin liittyviä ongelmia ja laskutehtäviä.

Lisäksi hän kykenee tutustumaan alan tieteelliseen englanninkieliseen kirjallisuuteen ja esittämään siitä lyhyen yhteenvedon.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 22 h laskuharjoituksia, 4-8 h seminaareja, seminaariesitelmä, viikkotehtävät, kotitentti, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (suositeltava LuK sivuaineessa, pakollinen FM pääaineessa) ja biofysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Johdatus biofysiikkaan (764103P) ja Solujen biofysiikan perusteet (764115P) suositellaan suoritettavaksi ennen tätä kurssia. Tämä kurssi antaa tarvittavaa pohjatietoa kursseille 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:**

Kyösti Heimonen, Marja Hyvönen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764323A/>

## 766320A: Soveltava sähkömagnetiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija hallitsee kenttäteoriassa tarvittavan matematiikan ja ymmärtää Maxwellin yhtälöiden kokeellisen perustan sekä kenttäteorian rakenteen muodostumisen näistä yhtälöistä. Hän osaa soveltaa teoriaa sähköstatiikkaan, magnetostatiikkaan, induktioilmiöiden ja sähkömagneettisen säteilyn ongelmiin.

**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 aaltojohtimien (koaksiaalikaapelien, parikaapelien 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 päätekoee 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.

Oso 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 jakelussa fysiikan laitoksen verkkosivuilla.

**Arviointiasteikko:**

Kurssi koostuu kolmesta osiosta. Kukin näistä osioista tulee läpäistä hyväksytysti.

**Vastuuhenkilö:**

Tuomo Nygrén

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766320A/>

## 761359A: Spektroskooppiset menetelmät, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766359A Spektroskooppiset menetelmät 7.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

Ei luennoita joka vuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on, että opiskelija tietää opintojakson suoritettuaan, minkäläisten fysikaalisten / biofysikaalisten ilmiöiden tutkimukseen ao. menetelmät soveltuvat ja minkäläistä informaatiota tutkittavan systeemin ominaisuuksista niillä voidaan saada.

**Sisältö:**

Opintojaksossa käydään läpi massa-, IR- ja NMR-spektroskopian sekä röntgenanalytiikan perusteet.

**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- molekyyli- ja materiaalfysiikan alalle.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatietoja ei edellytetä.

**Oppimateriaali:**

Moniste. Osa materiaalista jaetaan kurssin edetessä.

**Vastuuhenkilö:**

Jukka Jokisaari

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761359A/>

## 763620S: Statistinen fysiikka, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi/englanti

**Ajoitus:**

3. tai 4. vuoden syksy

**Osaamistavoitteet:**

Kurssilla opitaan, kuinka kvanttimekaaniset ja statistiset periaatteet johtavat klassiseen termodynamiikkaan. Tärkeimpänä tavoitteena on oppia soveltamaan kvanttimekaanista ensembleteoriaa.

**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 opintojaksoihin:**

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:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763620S/>

## 765343A: Stellar structure and evolution, 7 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Sisältö:**

Tähtien tasapaino. Polytropit. Säteilyn siirtyminen. Konvektio. Ydinreaktiot. Tähtien kehitys. Tähtien pulsaatiot. Valkeat kääpiöt, degeneroinut kaasu. Supernovat. Neutronitähdet ja mustat aukot. Kurssin voi suorittaa myös syventävinä opintoina laajennettuna.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, laskuharjoituksia.

**Oppimateriaali:**

D. Prialnik: An introduction to the theory of stellar structure and evolution; R. Bowers, T. Deeming: Astrophysics I. Stars; R. Kippenhahn, A. Weigert: Stellar structure and evolution.

**Vastuhenkilö:**

Juri Poutanen

## 765643S: Stellar structure and evolution, 7 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

8 op

**Sisältö:**

Ks. Tähtien rakenne ja evoluutio (765343A).

**Vastuhenkilö:**

Juri Poutanen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765343A/>

## 766649S: Strong- and short-pulse atomic physics, 6 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Not lectured every year.

**Osaamistavoitteet:**

Student learns the basic knowledge of strong and short pulse atomic physics that enables one to follow up the on-going advances in the strong-field community.

**Sisältö:**

Attosecond physics is a new field in science that combines optical and collisions physics by using strong and (ultra-) short light pulses. Such strong electro-magnetic fields may accelerate the electrons up to relativistic energies and, thus, wavelength below of 1 Å, which enables one to observe the dynamics of phenomena at the femto- and attosecond scale. The course introduces into this recently emerging field with emphasis on the light-atom interaction and simple models for describing the electron dynamics in strong fields. It also discusses some of the main techniques for producing short and intense pulses, such as free-electron lasers or high harmonics, together with some recent experiments in this field.

**Toteutustavat:**

Lectures 35 h, exercises 16 h, one oral examination.

**Oppimateriaali:**

Controlling the Quantum World: The Science of Atoms, Molecules and Photons (The National Academy Press, Washington, 2007). Lecture notes and scientific articles.

**Vastuhenkilö:**

Stephan Fritzsche

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766649S/>

## 763645S: Suprajohtavuus, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

3. tai 4. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Oppia suprajohtavuus ilmiönä ja ymmärtää se teoreettisesti. 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.

**Sisältö:**

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 opintoihin:**

Esitietoina Kvanttimekaniikka I ja II.

**Oppimateriaali:**

mm. M. Tinkham, Introduction to Superconductivity, McGraw-Hill (1975, 1996); E. Thuneberg: Suprajohtavuus (luentomoniste).

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763645S/>

## 763698S: Syventävä erikoiskurssi:, 6 - 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Vaihtuva aihe.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

## 761103P: Sähkö- ja magnetismioppi, 4 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija hallitsee sähkö- ja magnetismin peruskäsitteet sekä osaa soveltaa niitä sähkömagnetismin liittyvien ongelmien ratkaisemiseen.

**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.

Sisältö lyhyesti: Coulombin laki. Sähkökenttä ja sähköstaattinen potentiaali. Gaussin laki. Eristeet ja kondensaattorit. Sähkövirta, vastukset ja tasavirtapiirit. Magneettikenttä, varatun hiukkasen liike sähkö- ja magneettikentissä sekä ilmiötä soveltavat laitteet. Ampèren sekä Biot-Savartin laki. Sähkömagneettinen induktio ja Faradayn laki. Maxwellin yhtälöt integraalimuodossa. Induktanssi ja kelat. RLC-tasavirtapiirit. Vaihtovirta ja vaihtovirtapiirit.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 6 laskuharjoitusta (12 h), 4 osatenttiä ja päätekoe 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

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/761103P/>**764632S: Sähköfysiologian menetelmät, 6 op****Voimassaolo:** 01.08.2009 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata solujen sähköfysiologisten mittausmenetelmien periaatteet ja ymmärtää niiden soveltamiseen liittyvät edut sekä rajoitteet. Kurssi antaa valmiudet aloittaa kyseisten menetelmien itsenäinen harjoittelu.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

n. 12 h luentoja, 9 h demonstraatioita, n. 27 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 opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luennot ja pienryhmäopetukset. Oppikirja: The Axon Guide ( [http://www.moleculardevices.com/pages/instruments/axon\\_guide.html](http://www.moleculardevices.com/pages/instruments/axon_guide.html)). Kurssilla käytetään lisämateriaalina valikoituja kirjankappaleita ja tieteellisiä artikkeleita.

**Vastuuhenkilö:**

Mikko Vähäsöyrinki

## 763696S: Sähköiset kuljetusilmiöt mesoskooppisissa rakenteissa, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Ymmärtää elektronien kulkua hyvin pienissä puolijohtavissa tai metallisissa rakenteissa.

**Sisältö:**

Johdantona käydään läpi kaksiuolotteisen 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 Kiinteän aineen fysiikka (763333A).

**Oppimateriaali:**

Kurssi seuraa tarkasti kirjaa Supriyo Datta: Electronic transport in mesoscopic systems, ei luentomonistetta.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763696S/>

## 766632S: Sähkömagneettiset aallot, 6 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Ei luennoida joka 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, pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen fysiikan opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edeltävinä opintoina suositellaan kurssia Sähkömagnetismi 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:**

Tuomo Nygrén

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/766632S/>**762630S: Sähkömagneettisten kenttien mallintaminen, 5 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija tietää miten saadaan selville maankamaran teoreettiset sähkömagneettiset vasteet joko pienoismallimittauksilla tai laskemalla analyttisesti tai numeerisesti. Hän ymmärtää erilaisten numeeristen menetelmien perusteet ja niiden soveltamisen sähkömagneettisten kenttäyhtälöiden ratkaisemisessa.

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään menetelmiin, joilla saadaan 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:**

30 h luentoja, 10 h demonstraatioita ja harjoitustyö. Tentti ja hyväksytyt harjoitustyö.

**Kohderyhmä:**

Kurssi sopii molempien geofysiikan syventymiskohteiden pääaineopiskelijoille.

**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

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/762630S/>

## 762611S: Sähkömagneettisten mittausten teoria, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee erilaisten sähkömagneettisten tutkimusmenetelmien ominaispiirteet ja anomalioiden pääpiirteet ja taustalla vallitsevan teorian keskeiset asiat.

**Sisältö:**

Sähkömagneettiset (SM) mittaukset pyrkivät tuottamaan tietoa maankamaran sähkönjohtavuuden vaihteluista, mitä voidaan käyttää maa- ja kallioperäkartoituksen, ympäristötutkimusten ja malminetsinnän apuna. Kurssi antaa syventävää tietoa geofysiikan SM menetelmien teoriasta ja sovellutuksista. Kurssilla käsitellään mm. SM induktio, kvasistaattinen approksimaatio, kentän vaimeneminen, aika- ja taajuusalueen mittaukset, sähköinen ja magneettinen dipolilähde tyhjiössä, johtavassa väliaineessa, kerrosmaan päällä, sekä kaksi- ja kolmiulotteisten kappaleiden lähistöllä. Lisäksi käsitellään pinnanläheisissä tutkimuksissa käytettäviä SM mittaussjärjestelmiä, niiden vasteita ja anomalioita, sekä johtavan irtomaapeitteen ja isäntäkiven vaikutusta. Harjoituksissa syvennetään luennoilla opittuja asioita mallinnus- ja tulkintaohjelmien avulla.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali sekä 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:**

<https://wiki oulu.fi/display/762611S/>

## 766319A: Sähkömagnetismi, 7 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761119P	Sähkömagnetismi 1	5.0 op
761312A	Sähkömagnetismi 2	5.0 op
761119P-01	Sähkömagnetismi 1, luennot ja tentti	0.0 op
761119P-02	Sähkömagnetismi 1, laboratoriotyöt	0.0 op
761113P	Sähkö- ja magnetismioppi	5.0 op
761113P-01	Sähkö- ja magnetismioppi, luennot ja tentti	0.0 op
761113P-02	Sähkö- ja magnetismioppi, laboratoriotyöt	0.0 op
761103P	Sähkö- ja magnetismioppi	4.0 op



766321A	Sähkömagnetismi I	4.0 op
766322A	Sähkömagnetismi II	4.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

2. syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää sähkö- ja magnetismin kokeellisen perustan ja sähkömagneettisen kenttäteorian matemaattisen formuloinnin sekä virtapiirien teorian. Hän osaa soveltaa kenttäteoriaa yksinkertaisissa tilanteissa sekä kykenee ratkaisemaan tasavirta- ja vaihtovirtapiirejä.

**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.

Sisältö lyhyesti: Matemaattisia työkaluja, sähkövaraus, Coulombin laki ja sähkökenttä, potentiaali ja potentiaalienergia, Gaussin laki, eristeet, polarisoituma ja indusoituneet varaukset, johteet, kondensaattorit, sähkökentän energiatiheys, Laplacen ja Poissonin yhtälöt, magneettikenttä, Lorentz-voima, magneettivuon tiheyden lähteettömyys, Ampèren ja Biot Savartin lait, vektoripotentiali, magneettimomentti, magneettikentän voimakkuus, magneetit, Faradayn laki, induktanssi, magneettinen energia, vaihtovirrat, teho vaihtovirtapiirissä, sarjapiirin resonanssi, transientit, kolmivaihejärjestelmä, lineaaripiirit, Kirchhoffin lait, vaihtovirtasillat, jatkuvuusyhtälö, siirtymävirta, Maxwellin yhtälöt.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Pakollinen fysiikan koulutusohjelman opiskelijoille (syksystä 2009 lähtien).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Pohjatietoina 1. vuoden matematiikan opinnot, erityisesti 763101P Fysiikan matematiikka. Kurssi on hyödyllinen useille muille fysiikan opintojaksoille.

**Oppimateriaali:**

Luentomateriaali laitoksen 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

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/766319A/>**764116P: Säteilysfysiikka, -biologia ja -turvallisuus, 3 op****Voimassaolo:** 01.08.2009 - 02.12.2010**Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

761117P Säteilysfysiikka 2.0 op

764117P Säteilysfysiikka, -biologia ja -turvallisuus 3.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

2. (tai 3.) kevät

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata säteilyfysiikan perusteet ja selittää ionisoivan säteilyn keskeiset vaikutukset biologisissa organismeissa. Lisäksi hän muistaa säteilyturvallisuuteen ja lainsäädäntöön liittyvät keskeiset asiat.

**Sisältö:**

Kurssin antaa perusteet säteilysuojeluun ionisoivan säteilyn käytössä teollisuudessa ja tutkimuksessa. Kurssilla käsitellään ionisoivan sähkömagneettisen säteilyn, esim. röntgensäteilyn, hiukkassäteilyn ja radioaktiivisten aineiden ominaisuuksia, niiden biologisen vaikutuksen perusteita ja säteilyturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 8 h harjoituksia, kotitentti, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK sivuaineessa) ja ne muut fysiikan opiskelijat, joille tämä kurssi on pakollinen, sekä lääketieteen tekniikan ohjelman opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei edellytä esitietoja.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste yms. materiaali, vaaditut lakitekstit.

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko ja Kyösti Heimonen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761116P/>

## 761116P: Säteilyfysiikka, -biologia ja -turvallisuus, 3 op

**Voimassaolo:** 03.12.2010 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

766116P-01	Säteilyfysiikka, -biologia ja -turvallisuus, tentti	0.0 op
766116P	Säteilyfysiikka, -biologia ja -turvallisuus	5.0 op
766116P-02	Säteilyfysiikka, -biologia ja -turvallisuus, laboratoriotyöt	0.0 op
761117P	Säteilyfysiikka	2.0 op
764117P	Säteilyfysiikka, -biologia ja -turvallisuus	3.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

2. (tai 3.) kevät

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata säteilyfysiikan perusteet ja selittää ionisoivan säteilyn keskeiset vaikutukset biologisissa organismeissa. Lisäksi hän muistaa säteilyturvallisuuteen ja lainsäädäntöön liittyvät keskeiset asiat.

**Sisältö:**

Kurssin antaa perusteet säteilysuojeluun ionisoivan säteilyn käytössä teollisuudessa ja tutkimuksessa. Kurssilla käsitellään ionisoivan sähkömagneettisen säteilyn, esim. röntgensäteilyn, hiukkassäteilyn ja radioaktiivisten aineiden ominaisuuksia, niiden biologisen vaikutuksen perusteita ja säteilyturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä.

**Toteutustavat:**

26 h luentoja, 8 h harjoituksia, kotitentti, tentti.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen LuK sivuaineessa) ja ne muut fysiikan opiskelijat, joille tämä kurssi on pakollinen, sekä lääketieteen tekniikan ohjelman opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ei edellytä esitietoja.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste yms. materiaali, vaaditut lakitekstit.

**Vastuuhenkilö:**

Seppo Alanko ja Sakari Kellokumpu

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761116P/>

**765304A: Taivaanmekaniikka, 5 - 8 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin ensimmäisen osan suoritettuaan opiskelija osaa käyttää harjoitustöissä ja työselostusten laadinnassa hyödyllisiä apuvälineitä linux-ympäristössä. Toisen osan suoritettuaan opiskelija ymmärtää taivaanmekaniikan peruseräperiaatteet ja pystyy ratkaisemaan yksinkertaisia häiriöprobleemoja numeeristen integrointien avulla.

**Sisältö:**

*Kurssin ensimmäisessä osassa* käsitellään tietokoneiden käytön perusteita (linux) ja tutustutaan mm. harjoitustöissä ja työselostusten laadinnassa hyödyllisiin välineisiin (Emacs, Latex). Pääpaino on tähtitieteen tutkimuksessa yleisesti käytetyn IDL-ohjelmointikielen harjoittelussa.

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

**Toteutustavat:**

36 h luentoja, 24 h laskuharjoituksia ja demonstraatioita. Kaksi harjoitustyötä, tentti.

**Kohderyhmä:**

Toisen ja ylemmän vuosikurssin opiskelijat. Ensimmäinen osa suunnattu kaikille kiinnostuneille fysiikan opiskelijoille, toinen osa tähtitieteen (tai teoreettisen fysiikan/matematiikan) pääaineopiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

IDL-opas + esimerkkimateriaali.

Murray, C.D and Dermott, S.F.: Solar System Dynamics, Roy, A.E: Orbital motion. Karttunen H.: Johdatus taivaanmekaniikkaan.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**Lisätiedot:**

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

**766328A: Termofysiikka, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Termofysiikan peruseriaatteista annetaan mahdollisimman selkeä ja fysikaalisesti ymmärrettävä kuva käyttäen statistisen fysiikan menetelmiä.

**Sisältö:**

Opintojakson pyrkimyksenä on selvittää, miten systeemin makroskooppiset termofysikaaliset ominaisuudet (esimerkiksi tilanyhtälö) ovat johdettavissa sen mikroskooppisista perusominaisuuksista (esimerkiksi molekyylien käyttäytymisestä). Opintojaksossa käsitellään seuraavia aiheita: Peruskäsitteitä. 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 opintoihin:**

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 Molekyylyfysiikka, 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, 2010.

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766328A/>

## 765637S: Terrestristen planeettojen basalttinen vulkanismi, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Syventävät kurssit luennoidaan joka toinen tai kolmas vuosi, joten opiskelijan on oivallettava itselleen sopivin suoritusajankohta.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelija hallitsee sen sisällön sekä teoriassa että käytännössä.

Kurssisuorituksesta opiskelijalle annettu arvosana kuvaan tämän tavoitteen saavuttamistasoa.

**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:**

36 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 opintoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Volcanism by Hans-Ulrich Schmincke (Hardcover - Nov 14, 2005) Buy new 99\$

Fundamentals of Physical Volcanology by Liz Parfitt and Lionel Wilson (Paperback - Feb 15, 2008). Buy new: 70\$

Volcanism on Io: A Comparison with Earth (Cambridge Planetary Science) by Ashley Gerard Davies (Hardcover - Aug 20, 2007). Buy new: \$142.00

The Canary Islands (Classic Geology in Europe - Paperback) by Juan Carlos Carracedo and Simon Day £17.05

Iceland (Classic Geology in Europe - Paperback) by Thor Thordarson and Armann Hoskuldsson £17.05

Italian Volcanoes (Classic Geology in Europe - Paperback) by Christopher J. Kilburn and Bill McGuire £14.20

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 (soveltuvien osien).

Zimelman & 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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765637S/>

**765673S: Theoretical astrophysics, 7 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

7 op

**Sisältö:**

See Theoretical Astrophysics (765373A)

**Vastuuhenkilö:**

Juri Poutanen

**Lisätiedot:**

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

**765373A: Theoretical astrophysics, 7 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

## 763641S: Tieteellinen ohjelmointi, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

kevätlukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin tavoitteena on syventää opiskelijan tietämystä ohjelmoinnista. Tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelijalla on perustiedot algoritmien ja tietorakenteiden toteuttamisesta sekä erilaisten ratkaisuvaihtoehtojen arvioimisesta. Lisäksi kurssilla tutustutaan ohjelmointiparadigmoihin ja ohjelmien tuottamiseen.

**Sisältö:**

Toteutetaan yhdessä kurssin 521143A Ohjelmointi kanssa. Katso Ohjelmointi-kurssin WebOodi-sivu, sekä kotisivu osoitteessa [www.raippa.fi/Ohjelmointi](http://www.raippa.fi/Ohjelmointi)

**Toteutustavat:**

30 h luentoja, 30 h laboratoriotyöskentelyä, 4 harjoitustyötä ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen. Suositellaan ohjelmoinnista ja laskennallisista menetelmistä kiinnostuneille opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietona 763114P Ohjelmoinnin perusteet, tai vastaavat tiedot. Tukee mm. kurssien 521142A Laiteläheinen ohjelmointi, 763616s (ATK IV) Numeerinen ohjelmointi, sekä 761668S Laskennallinen fysiikka suorittamista.

**Oppimateriaali:**

Ilmoitetaan kurssin alkaessa.

**Vastuuhenkilö:**

Jouni Karjalainen (fysiikan koulutusohjelman osalta)

## 765617S: Tietokonesimulaatiot, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa laatia simulaatio-ohjelmia yksinkertaisten tähtitieteellisten systeemien mallintamiseen, käyttäen N-kappaleen menetelmiä ja Monte Carlo metodia.

**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.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765617S/>

## 765666S: Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Ks. Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä (765366A).

Verrattuna aineopintokurssiin 765366A, syventävän tason kurssin vaatimuksiin kuuluu ylimääräinen, aineopintotasoa vaativampi harjoitustyö.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

## 765366A: Tilastolliset menetelmät tähtitieteessä, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on käsitys tilastotieteen perusmenetelmistä ja taito soveltaa niitä tähtitieteellisiin havaintoihin liittyvissä perussovellutuksissa.

**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.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**Lisätiedot:**

Voidaan suorittaa syventävänä kurssina erikseen sovittavan lisämateriaalin perusteella.

<https://wiki oulu.fi/display/765366A/>

## 762605S: Tulkintateoria, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija hallitsee geofysikaalisten tulkintamenetelmien keskeiset asiat, ymmärtää geofysikaalisen tomografian, epälineaarisen optimoinnin ja inversion teoreettiset perusteet ja osaa soveltaa niitä geofysikaalisten mittausten tulkintatyössä.

**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

**Lisätiedot:**<https://wiki oulu.fi/display/762605S/>**765655S: Tutkimusprojekti 2 / Työharjoittelu, 6 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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:** Fysiikan laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

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

**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

## 764337A: Työharjoittelu, 3 - 9 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Työharjoittelu

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 - 9 op

**Osaamistavoitteet:**

Työharjoittelun jälkeen opiskelija ymmärtää paremmin työelämän konkreettisia tarpeita.

**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:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

2. - 4. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Nähdä työntekoa käytännössä.

**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:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 - 6 op

**Osaamistavoitteet:**

Työharjoittelun tavoitteena on antaa käytännön kokemusta omalta opiskelualalta.

**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.

**Toteutustavat:**

Harjoittelu ja raportti.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen.

**Vastuuhenkilö:**

Anja Pulkkinen

## 762352A: Työharjoittelu, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Työharjoittelu

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

Maisteriopintojen aikana

**Osaamistavoitteet:**

Työharjoittelun tavoitteena on tutustuttaa opiskelija työelämään omalla opiskelualallaan ja siten tukea ja edistää alan teoreettista opiskelua.

Lisäksi työharjoittelun tulee antaa yleiskuva yrityksen tai vastaavan tuotannon/toiminnan teknillisestä ja taloudellisesta organisoinnista, hallinnosta ja työnjohdosta. Työharjoittelu suoritetaan yleensä tavallisen työntekijän asemassa, koska täten johtavaan, ohjaavaan ja suunnittelevaan asemaan valmistuva opiskelija saa kosketuksen käytännön työhön ja työturvallisuusasioihin sekä työntekijöiden yksilölliseen ja työpaikan sosiaaliseen luonteeseen.

**Sisältö:**

Opiskelija toimii työntekijänä sopivaksi katsotuissa paikoissa vähintään kaksi kuukautta. Harjoittelusta sovitaan etukäteen geofysiikan opintoneuvojan tai oppiaineesta vastaavan professorin kanssa.

**Toteutustavat:**

Työharjoittelua vähintään kaksi kuukautta. Harjoittelustaan opiskelija laatii ohjeen mukaisen selostuksen. Suoritusmerkintä hyväksytyyn työharjoitteluraportin jälkeen.

**Kohderyhmä:**

Geofysiikan pääaineopiskelijat.

**Vastuuhenkilö:**

Toivo Korja

## 765608S: Tähtijärjestelmien dynamiikka, 7 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

7 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on perustiedot tähtijärjestelmien dynamiikasta ja valmiudet alalla julkaistavien tieteellisten artikkelien itsenäiseen opiskeluun.

**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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765608S/>

**765106P: Tähtitieteen historia, 3 op**

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on yleiskäsitys tähtitieteen historiasta ja ylipäättänsä fysikaalisen maailmankuvan kehityksestä.

**Sisältö:**

Tähtitieteellisen maailmankuvan kehitys kivikaudesta kuulentoihin.

**Toteutustavat:**

Kirjatentti.

**Kohderyhmä:**

Kaikkien tiedekuntien opiskelijat.

**Oppimateriaali:**

H. Karttunen: Vanhin tiede, Ursa 1997.

**Vastuuhenkilö:**

Heikki Salo

**765104P: Tähtitieteen perusteet, 8 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija ymmärtää tähtitieteellisten ilmiöiden taustalla olevien fysikaalisten prosessien pääpiirteet ja saavuttaa tähtitieteen aineopintokursseissa oletetut perustiedot.

**Sisältö:**

Yksityiskohtainen tähtitieteen peruskurssi, joka sisältää mm. säteilymekanismien alkeet, taivaanmekaniikkaa, tähtien rakenteen ja kehityksen, Linnunradan rakenteen ja kosmologian perusteet.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja ja 20 h laskuharjoituksia. Tentti.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen tähtitieteen sivuainekokonaisuudessa. Suositellaan kaikkien tiedekuntien opiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

Tähtitieteen perusteet, toim. H. Karttunen et al., 4. laitos, Ursan julkaisuja 87 (2003).

**Vastuuhenkilö:**

Pertti Rautiainen

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765104P/>

### 765693S: Tähtitieteen syventäviä opintoja muissa korkeakouluissa, 0 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

### 765333A: Tähtitieteen tutkimusprojekti 1, 7 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

7 op

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija hallitsee tietokoneen käytön tähtitieteellisen datan käsittelyssä ja esittämisessä.

**Sisältö:**

Tietokoneiden käytön perusteet (Linux), datan käsittely ja graafinen esittäminen (IDL), tutkimusprojekti.

**Toteutustavat:**

Luentoja 6 h, harjoitustöitä.

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765333A/>

### 762617S: VLF-menetelmä, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson suoritettuaan opiskelija ymmärtää syvällisesti VLF-menetelmän perusteet, teorian, käytön ja mittaukset sekä osaa analysoida ja tulkita VLF-mittausaineistoja maankamaran pintaosien tutkimisessa.

**Sisältö:**

Kurssilla perehdytään syvällisesti VLF-menetelmään, joka on nykyään eräs suosituimmista maankamaran 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 ja harjoitustyö. Tunti ja hyväksytyt harjoitustyöt.

**Kohderyhmä:**

Kurssi sopii molempien geofysiikan syventymiskohteiden pääaineopiskelijoille FM-tutkinnossa.

**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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762617S/>

## 765683S: Venus: geologiaa ja geofysiikkaa, 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Syventävät kurssit luennoidaan joka toinen tai kolmas vuosi, joten opiskelijan on oivallettava itselleen sopivin suoritusajankohta.

**Osaamistavoitteet:**

Tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelija hallitsee sen sisällön sekä teoriassa että käytännössä. Kurssisuorituksesta opiskelijalle annettu arvosana kuvaan tämän tavoitteen saavuttamistasoa.

**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 kasvihuoneilmio 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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/765683S/>

**765692S: Vierailevan luennoitsijan antama kurssi, 4 - 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**765385A: Vierailevan luennoitsijan antama kurssi, 4 - 6 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

764627S Virtuaaliset mittausympäristöt 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

3. syksy

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa käyttää biofysiikaalisen tutkimustyön kannalta tärkeitä mittaus- ja analyysiohjelmistoja.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

10 h luentoja ja 60 tuntia projektityötä.

**Kohderyhmä:**

Biofysiikan opiskelijat (pakollinen, LuK).

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Ohjelmoinnin perusteet (763114P) tai vastaavat tiedot ovat hyödyksi kurssin suorittamisessa. Työkaluja tarvitaan erityisesti tutkimusprojekteissa ja pro gradu -työssä, joten tämä kurssi on syytä suorittaa niitä ennen.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström, Jouni Takalo

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/764327A/>

**764606S: Vuosittain vaihtuva aihe, 5 - 9 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 - 9 op

**Ajoitus:**

2 - 4 vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Erikoiskurssin käytyään opiskelija tietää ja ymmärtää olennaisesti syvällisemmin tietyn biofysiikan osa-alueen ja /tai aiheesta riippuen hallitsee valitun tekniikan.

**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 2. - 4. vuosi. Biofysiikan opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Aiheesta riippuen voi sisältää jotain kurssia läheisesti tukevaa materiaalia.

**Vastuuhenkilö:**

Matti Weckström

**766334A: Ydin- ja hiukkasfysiikka, 2 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Opintojaksossa annetaan yleiskuva ydin- ja hiukkasfysiikan perusteista.

**Sisältö:**

Opintojaksossa 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), päätekoe tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Sisältyy Fysiikan lisäopinnot -kokonaisuuteen.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Perustiedot: 766326A Atomifysiikka.

**Oppimateriaali:**

Oppikirjat: H. D. Young and R. A. Freedman: University Physics, 12 th edition, Pearson Addison-Wesley, 2008 (osittain), R. Eisberg and R. Resnick: Quantum physics of atoms, molecules, solids, nuclei, and particles, John Wiley & Sons (osittain).

**Vastuuhenkilö:**

Juhani Lounila

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766334A/>

## 76669S: Ydinmagneettinen relaksaatio, 6 op

**Voimassaolo:** 01.01.2011 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Opetuskieli:**

Suomi tai tarvittaessa englanti

**Osaamistavoitteet:**

Ydinmagneettisen relaksaation perusteoriasta annetaan fysikaalisesti ymmärrettävä kuva, jonka avulla kokeellisesti havaitut relaksaatioilmiöt on mahdollista selittää.

**Sisältö:**

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



**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 20 h laskuharjoituksia, pääteko.

**Kohderyhmä:**

Syventäviä opintoja suorittavat fysiikan ja kemian opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/766669S/>

**761104P: Yleinen aaltoliikeoppi, 3 op**

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan 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

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija osaa luokitella aaltoliikkeet ja tuntee niitä karakterisoivat suureet (aallonpituus, jaksonaika, aaltoliikkeen nopeus), osaa soveltaa geometrista optiikkaa yksinkertaisiin peili- ja linssisysteemeihin, ja tuntee interferenssin ja diffraktion merkityksen ja hallitsee näiden yksinkertaisia sovelluksia.

**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 pääteko tai loppukoe.

**Kohderyhmä:**

Fysiikkaa sivuaineena opiskelevat.

**Vastuuhenkilö:**

Sami Heinäsmäki

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/761104P/>

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

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Ymmärtää yleisen suhteellisuusteorian perusteet. Yleinen suhteellisuusteoria on yksi teoreettisen fysiikan perusteorioista. Kurssilla pyritään käymään läpi yleisen suhteellisuusteorian formalismi niin että voidaan ymmärtää mustan aukon ratkaisu ja kosmologian alkeet.

**Sisältö:**

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, 12 harjoituskertaa (24 h) ja 1 tentti.

**Kohderyhmä:**

Vapaasti valittava, luennoidaan tarpeen ja mahdollisuuksien mukaan.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitietoina Johdatus suhteellisuusteoriaan (763102P). Opiskeltavaa asiaa tukevat myös kurssit Analyytinen 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.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Thuneberg

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/763695S/>

## 762646S: Ympäristögeologian ja geofysiikan maastokurssi, 3 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Fysiikan laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

4. tai 5. opintovuosi

**Osaamistavoitteet:**

Opintojaksolla opiskelijat pääsevät soveltamaan aiemmin oppimaansa käytännössä: tekemään maastomittauksia, käsittelemään ja tulkitsemaan aineistoa sekä raportoimaan tulokset.

**Sisältö:**

Kurssi tutustuttaa geofysiikan opiskelijat erilaisiin geologisiin probleemeihin ja antaa geotieteiden opiskelijalle tietoa geofysiikan menetelmistä. Kurssilla tehdään geologisia ja geofysikaalisia mittauksia erilaisissa maaperägeologisissa kohteissa (turvesuo, harju- ja kumpumoreenimuodostuma, savikko ja paksun maapeitteen alue). Kurssilla käytettäviä geofysikaalisia tutkimusmenetelmiä ovat maatulkuutus sekä seismiset, sähköiset ja sähkömagneettiset luotaukset. Kurssi sisältää neljä päivää maastomittauksia, minkä jälkeen opiskelijat omatoimisesti käsittelevät ja tulkitsevat aineistonsa ja laativat tuloksista raportin. Kurssi pyritään toteuttamaan yhdessä geotieteiden laitoksen kurssin 773673S kanssa.

**Toteutustavat:**

32 h maastoharjoitus, 20 h mitatun aineiston omatoiminen käsittely ja tulkinta, tutkimusraportti.

**Kohderyhmä:**

Opintojakso on pakollinen geofysiikan FM-opinnoissa. Opintojakso järjestetään syyslukukaudella joka toinen tai kolmas vuosi.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edellyttää kurssin 762102P (Maa- ja kallioperän geofysikaaliset tutkimusmenetelmät) aikaisempaa suoritusta.

**Vastuhenkilö:**

Markku Pirttijärvi

**Lisätiedot:**

<https://wiki oulu.fi/display/762646S/>