

FYSIKAALISET TIETEET

Fysiikan laitos

Physicum (Kumpulan kampus)
PL 64 (Gustaf Hällströmin katu 2a)
00014 Helsingin yliopisto
Puhelin 02941 911 (vaihde), ohivalinta
02941 + alanumero
Laitoksen kotisivu: <http://www.physics.helsinki.fi>

Physicum on avoinna lukukausien aikana ma–pe 7.45–19.00. Tarkista voimassa olevat aukioloajat laitoksen verkkosivulta.

Johtaja prof. Hannu Koskinen

Opintotoimisto II krs, C-käytävä, avoinna ma–pe 10–15
Opintopäällikkö Pia Saarinen, puh 02941 50605
Opintoasiainkoordinaattori Tiina Hasari, puh 02941 50609

Verkkosivut

Laitoksen kotisivu löytyy osoitteesta <http://www.physics.helsinki.fi>. Opiskelun kannalta keskeiset asiat löytyvät sivulta <http://www.opetus.physics.helsinki.fi>. Sivuille on koottu tarkemmat tiedot opintoneuvonnasta, hallinnosta, opetuksesta sekä opintoihin liittyvät ohjeet.

Opetusohjelma

Opetusohjelma, opintojaksokuvaukset ja linkit yksittäisten opintojaksojen verkkosivuille julkaistaan lukuvuosittain yliopiston sähköisissä WebOodi-oppaissa osoitteessa <https://weboodi.helsinki.fi/hy/> (Opetus > Opinto-oppaat).

Pääaineet

Fysikaalisten tieteiden koulutusohjelman pääaineet ovat **fysiikka, geofysiikka, meteorologia, teorettinen fysiikka ja tähtitiede**. Pääaineen voi valita vapaasti. Fysikaalisten tieteiden koulutusohjelmasta voi valmistua myös fysiikan opettajaksi. Opettajalinjalle voi hakea keväisin helmi-maaliskuussa.

FYSIIKKA

Kotisivu: <http://www.physics.helsinki.fi/oppiaineet/fysiikka.html>

TUTKINTOVAATIMUKSET

Näiden tutkintovaatimusten mukaan opiskelevat 1.8.2014 tai myöhemmin opintonsa aloittaneet opiskelijat. Ennen 1.8.2014 opintonsa aloittaneet voivat suorittaa tutkintonsa opintojen aloittamisvuonna voimassa olleiden vaatimusten mukaan tai siirtyä opiskelemaan uudempien vaatimusten mukaan. Mikäli opinnot on aloitettu ennen 1.8.2005, tutkinto suoritetaan 1.8.2005 voimaan tulleiden tai uudempien tutkintovaatimusten mukaan.

LUONNONTIETEIDEN KANDIDAATIN TUTKINTO (180 OP)

1. Pääaineopinnot (96 op)

530130 FYSIIKAN PERUSOPINNOT (25 OP)

Perusopintojen kurssit luennoidaan suomeksi.

530281 Vuorovaikutukset ja kappaleet, 5 op

530282 Vuorovaikutukset ja aine, 5 op

530283 Sähkömagnetismi, 5 op

530284 Säteilyydentä ja fotonit, 5 op

530140 Fysiikan perusopintojen laboratorioityöt, 5 op

530101 FYSIIKAN AINEOPINNOT (71 OP)

Pakolliset opinnot (53 op)

Fysiikan perusopintojen laboratorioityöt on suoritettava ennen aineopintojen aloittamista. Poikkeuksena voi olla aineopintoihin kuuluva kurssi Suhteellisuusteorian perusteet. Aineopintojen pakolliset kurssit luennoidaan suomeksi.

530000 Suhteellisuusteorian perusteet, 4 op (teor. fys.)

- 53379 Fysiikan mittausmenetelmät I, 5 op
 530286 Termofysiikan perusteet, 4 op
 530287 Termodynaamiset potentiaalit, 6 op
 53703 Kvanttifysiikan perusteet, 5 op (teor. fys.)
 530288 Atomit ja molekyylit, 3 op
 53337 Aineen rakenne, 5 op
 53398 Tieteellinen laskenta I, 5 op
 530144 Fysiikan aineopintojen laboratorio-työt I, 5 op
 530145 Fysiikan aineopintojen laboratorio-työt II, 5 op
 530146 Kandidaatintutkielma, 6 op
 50036 Kypsyysnäyte

Valinnaiset opinnot (vähintään 18 op)

Valinnaiset aineopinnot voidaan valita seuraavista kursseista. Osa aineopintojen valinnaisista kursseista luennoidaan englanniksi. Ajankohtaiset ja tarkemmat tiedot löytyvät opetusohjelmasta.

- 537010 Analyttinen mekaniikka, 5 op (teor. fys.)
 53921 Astrofysiikan peruskurssi, 8 op (tähtitiede)
 537011 Elektrodynamiikka I, 5 op (teor. fys.)
 530141 Elektronikka I, 5 op
 53749 Jatkumomekaniikan perusteet, 5 op
 53230 Johdatus hiukkasfysiikkaan I, 5 op
 530289 Kiinteän maan geofysiikan peruskurssi, 5 op (pakollinen Kiinteän maan geofysiikan erikoistumislinjan opiskelijoille)
 53716 Kvanttimekaniikka I, 10 op (teor. fys.)
 53058 Materiaalifysiikka I, 5 op
 530177 Nanotieteen perusteet, 3 op
 53108 Siirtoilmiöt I, 5 op
 537004 Statistinen mekaniikka, 5 op (teor. fys.)
 537005 Kvanttistatistiikka, 5 op (teor. fys.)
 53697 Virtausilmiöt, 5 op (meteorologia)
 53399 Tieteellinen laskenta II, 5 op

Opintojen suunnittelussa ja HOPSissa on otettava huomioon, että jotkut aineopintojen valinnaisista kursseista edellytetään esifietovaatimuksina maisterivaiheen erikoistumislinjojen syventävien opintojen kursseille.

Jos valinnaisia aineopintoja suoritetaan yli 18 op, muihin opintoihin kuuluvia vapaasti valittavia opintoja tarvitaan vastaavasti vähemmän.

2. Sivuaineopinnot (vähintään 50 op)

Sivuaineopintojen tulee koostua joko kahden eri aineen perusopinnoista (25+25 op) tai yhden aineen perus- ja aineopinnoista (25+35 op). Jos sivuaineopintoja suoritetaan yli 50 op, muihin opintoihin kuuluvia vapaasti valittavia opintoja tarvitaan vastaavasti vähemmän. Pakollisena sivuaineena on joko teoreettinen fysiikka, matematiikka tai menetelmätieteet. Lisäksi kiinteän maan geofysiikan erikoistumislinjalle aikovien pakollisena sivuaineena on geologian perusopinnot (25 op).

Teoreettinen fysiikka

- 537081 TEOREETTISEN FYSIIKAN PERUSOPINNOT (SIVUAINE) (25 OP)
 53704 Matemaattiset apuneuvot I, 8 op
 53705 Matemaattiset apuneuvot II, 8 op
 Valinnaisia teoreettisen fysiikan perus- tai aineopintotasoisia kursseja 9 op

Matematiikka

- 57500 MATEMATIIKAN PERUSOPINNOT (25 OP)
 57026 Analyysin peruskurssi, 10 op (verkkokurssi) tai 57016 Analyysi I, 10 op
 Valinnaisia matematiikan kursseja 15 op

Menetelmätieteet

- 530156 MENETELMÄTIETEIDEN PERUSOPINNOT (SIVUAINE) (25 OP)
 53704 Matemaattiset apuneuvot I, 8 op
 53705 Matemaattiset apuneuvot II, 8 op
 Valinnaisia kursseja menetelmätieteiden kurssikorista, 9 op
 TAI
 57026 Analyysin peruskurssi, 10 op (verkkokurssi) tai 57016 Analyysi I, 10 op

Valinnaisia kursseja menetelmätieteiden kurssikorista, 15 op

Sama kurssi ei voi sisältyä kahteen eri kokonaisuuteen. Monilla fysiikan erikoistumislinjoilla suositellaan perusopinnoita laajempia teoreettisen fysiikan tai matematiikan opintoja. Muita suositeltavia sivuaineita ovat meteorologia, geofysiikka, tähtitiede, kemia, tietojenkäsittelytiede ja ympäristöalan monitieteinen sivuainekokonaisuus (YMS).

3. Muut opinnot (34 op)

50042 LUK MUUT OPINNOT
(VÄHINTÄÄN 17 OP)

Pakolliset opinnot (17 op)

- 53001 Työelämään orientoivat opinnot:
Fysikaalisten tieteiden esittely,
3 op
- 530147 Henkilökohtainen opintosuunnitelma (HOPS), 1 op

Tieto- ja viestintäteknikan opinnot (3 op):
530148 TVT-ajokortti, 3 op

Kieliopinnot (10 op), jotka koostuvat opinnoista:

530168 Äidinkieli (tutkielmaseminaari),
3 op

Toinen kotimainen kieli, 3 op (CEFR-taso B1)

Vieras kieli, 4 op (englannissa CEFR-taso B2, muissa kielissä B1)

Vapaasti valittavat opinnot (17 op)

Vapaasti valittavia opintoja tulee suorittaa siten, että tutkinnon laajuus 180 op täyttyy. Vapaasti valittaviin opintoihin voidaan sisällyttää myös vähimmäisvaatimukset ylittäviä pääaineen tai sivuaineen opintoja. Tässä tapauksessa ne voidaan kirjata joko pääaineen tai sivuaineen kokonaisuuksiin, tai muihin opintoihin.

FILOSOFIAN MAISTERIN TUTKINTO
(120 OP)

1. Pääaineopinnot

530132 FYSIIKAN SYVENTÄVÄT
OPINNOT (96 OP)

Syventäviin opintoihin kuuluu erikoistumisen jollekin seuraavista fysiikan erikoistumislinjoista: aerosoli- ja ympäristöfysiikka, avaruusfysiikka, bio- ja lääketieteellinen fysiikka, elektroniikka ja teollisuussovellukset, hiukkas- ja ydinfysiikka, kiinteän maan geofysiikka, laskennallinen fysiikka tai materiaali- ja nanofysiikka. Alla on listattu pakolliset ja valinnaiset opinnot kaikille muille paitsi kiinteän maan geofysiikan erikoistumislinjalle, jolla on muista poikkeava rakenne. Kiinteän maan geofysiikan erikoistumislinjan tutkintovaatimukset on esitelty erikseen muiden erikoistumislinjojen jälkeen.

Pakolliset opinnot (66 op)

Kurssit luennoidaan suomeksi tai englanniksi, opetuskieli ilmoitetaan opetusohjelmassa. Suomenkielentaitoiset opiskelijat pitävät seminaariesitelmänsä suomen kielellä, muut englanniksi.

- 53023 Fysiikan mittausmenetelmät II,
10 op
- 530301 Fysiikan ja teoreettisen fysiikan syventävien opintojen seminaari,
3 op
- 53032 Fysiikan syventävien opintojen laboratoriotyöt (sisältää harjoittelun),
10 op
- 53025 Säteilysuojelu, 3 op
- 50111 Pro gradu -tutkielma, 40 op
- 50039 Kypsyyssnäyte

Valinnaiset opinnot (30 op)

Kurssit A sisältävät erikoistumislinjan ydinaineuksen. Kurssit B ovat erikoistumisopinnoita ja erikoistumislinjan jatko-opintojen kursseja, joita ei pääsääntöisesti tulisi suorittaa ennen A-kursseja. Oppiaineen vastuuprofessorin kanssa sovitun ja HOPSiin kirjatun sopimuksen mukaan kursseja voi ottaa myös muilta erikoistumislinjoilta, toisesta koulutusohjelmasta tai toisesta yliopistosta. Mikäli kurssin vastuuoppiaine on muu kuin fysiikka, se on mainittu suluissa. Suurin osa erikoistumiskursseista luennoidaan englanniksi. Ajankohtaiset ja tarkemmat tiedot löytyvät opetusohjelmasta.

I Aerosoli- ja ympäristöfysiikka

Erikoistumislinjan A-kurssien perustietoina edellytetään aineopintojen kurssi Siirtoilmiot I, 5 op tai sitä vastaavat tiedot.

A. Ydinaineuksen kurssit

- 53051 Aerosolifysiikka I, 5 op
 530001 Aerosolifysiikka II, 5 op
 53328 Ilman epäpuhtauksien fysiikka, kemia ja vaikutukset; kenttämittaukset, 5 op
 53192 Ilmakehätieteiden opiskelijaseminaari, 3 op
 530189 Kenttämittausten tilastollinen analyysi, 5 op
 53311 Siirtoilmiot II, 5 op

B. Erikoistumiskurssit

- 53304 Aerosolien termodynamiikka, 5 op
 53309 Aerosolien fysikaalinen kemia, 5 op
 53174 Aerosolien mittaustekniikka, 5 op
 530265 Aerosolimallinnus, 5 op
 530191 Arktiset ilmansaasteet (intensiivikurssi), 5 op
 53376 Hydrodynamiikka, 5 op (teor. fys.)
 53350 Ilmakehämallinnus I, 5 op
 53352 Ilmakehämallinnus II, 5 op
 530080 Ilmakehän aerosolien mittaus: aerosolifysiikka, näytteenotto- ja mittausten menetelmät (intensiivikurssi), 4 op
 530181 Ilmakehän aerosolien muodostuminen ja kasvu (intensiivikurssi), 5 op
 530258 Ilmakehän prosessien ja takaisin-kytkentöjen analyysi sekä biosfäärin ja ilmakehän vuorovaikutukset, 5 op
 53626 Ilmakemia, 5 op (meteorologia)
 530007 Ilmakemian jatkokurssi, 5 op (meteorologia)
 53341 Ilmastojärjestelmän biogeokemialliset kierrot, 5 op
 56239 Johdatus biosfäärin ja ilmakehän kaasunvaihtoon ja sen mittauksiin, 5 op
 530124 Klassinen nukleatioteoria, 5 op
 530264 Massaspektrometria ilmakehätieteissä ja ympäristöanalytiikassa, 3-5 op
 53641 Mikrometeorologian ja hydrologian kenttäkurssi, 4 op (meteorologia)
 530040 Mikrometeorologisten vuonmit-

tausmenetelmien teorit, 5 op (meteorologia)

- 530060 Molekyyliklusterien muodostumissimulaatiot, 5 op
 530068 Pienihiukkasten terveysvaikutukset, 5 op
 530037 Pienihiukkaset työympäristössä, 5 op
 53693 Veden, hiilen ja typen kierto maalualueilla, 5 op (meteorologia)

Atmospheric Sciences -maisteriohjelman tutkintovaatimukset ovat sivulla 98.

II Avaruusfysiikka

Erikoistumislinjan A-kurssien perustietoina edellytetään aineopintojen kurssit Elektrodynamiikka I, 5 op ja Elektrodynamiikka II, 5 op tai niitä vastaavat tiedot.

A. Ydinaineuksen kurssit

- 53765 Plasmafysiikka, 5 op
 53769 Plasmafysiikan avaruussovelluksia, 5 op

B. Erikoistumiskurssit

- 53743 Auringon fysiikka, 5 op
 535110 Avaruusgeodesia, 5 op
 53766 Avaruusfysiikan jatkokurssi, 10 op
 53376 Hydrodynamiikka, 5 op (teor. fys.)
 53752 Ionosfäärin fysiikka, 5 op
 53757 Kosmologia I, 5 op (teor. fys.)
 53758 Kosmologia II, 5 op (teor. fys.)
 53261 Säteilyn ilmaisimet I, 5 op
 53263 Säteilyn ilmaisimet II, 5 op
 53369 Tieteellinen laskenta III, 10 op
 53736 Yleinen suhteellisuusteoria, 10 op (teor. fys.)

Näiden lisäksi luennoidaan aika ajoin erikoiskursseja mm. auringon purkauksista, avaruusfysiikan potentiaali-teoriasta, magnetosfäärifysiikasta, avaruussäästä, jne.

III Bio- ja lääketieteellinen fysiikka

Syventäviin opintoihin kuuluu erikoistumisen lääketieteelliseen ja/tai biologiseen fysiikkaan.

A. Ydinaineuksen kurssit

- 530237 Biofysiikka I, 5 op
 53053 Lääketieteellinen fysiikka, 3 op
 53340 Säteilyn dosimetria, 5 op
 53261 Säteilyn ilmaisimet I, 5 op

53263 Säteilyn ilmaisimet II, 5 op

B. Erikoistumiskurssit

- 530238 Biofysiikka II, 5 op
 53356 Isotooppiagnostiikka, 5 op
 530114 Kliininen fysiologia ja neurofysiologia 5 op
 530154 Kliininen radiologia: röntgentutkimukset, 5 op
 530221 Luonnon monimuotoisuuden kehitys, 5 op
 530155 Magneettikuvantaminen, 5 op
 530006 Monte Carlo -simulointien perusteet, 5 op
 530153 Monte Carlo -simuloinnit fysiikassa, 5 op
 530182 Pehmeän tiiviin aineen fysiikka I, 5 op
 530229 Proteiinien NMR-spektroskopia, 5 op
 53369 Tieteellinen laskenta III, 10 op
 53105 Säteihoidon fysiikka I, 5 op
 530021 Säteihoidon fysiikka II, 3 op
 530157 Ultraäänitutkimukset, 3 op

Sopimuksen mukaan erikoistumislinjoihin voi sisällyttää kursseja myös muilta erikoistumislinjoilta, toisesta koulutusohjelmasta tai toisesta korkeakoulusta. Esim. magneettikuvantamiseen ja kuvankäsittelyyn liittyvää teoreettista opetusta on Aalto-yliopiston opinto-ohjelmassa. Biofysiikkaan liittyviä B-tason kursseja on mm. Viikin Biotieteiden laitoksella (esim. Short Lab Course on Structural Biology and Biophysics).

IV Elektroniikka ja teollisuussovellukset

Erikoistumislinjan A-kurssien perustietoina edellytetään aineopintojen kurssit Elektroniikka I, 5 op ja Jatkumomekaniikan perusteet, 5 op tai niitä vastaavat tiedot.

Ultrasoniikkaan erikoistuvalla suositellaan kursseja Ultrasoniikka, Akustiikka ja Kiinteän olomuodon fysiikka I. Optiikkaan tai fotoniikkaan erikoistuvalla suositellaan kursseja Optiikka, Fotoniikka puolijohdeissa, Puolijohdefysiikka ja Biomolekyylien kuvantamis- ja manipulointimenetelmät. Kaikille linjan opiskelijoille suositellaan kurssia Tilastolliset menetelmät.

A. Ydinaineen kurssit

- 53017 Elektroniikka II, 10 op
 53045 Ultrasoniikka, 10 op

B. Erikoistumiskurssit

- 53177 Analogiaelektroniikka, 5 op
 530192 Fotoniikka puolijohdeissa, 5 op
 53036 Kiinteän olomuodon fysiikka I, 10 op
 53107 Materiaalfysiikka II, 5 op
 530285 Nanoakustiikka, 5 op
 530038 Optiikka, 5 op
 530184 Puolijohdefysiikka, 5 op
 53261 Säteilyn ilmaisimet I, 5 op
 53263 Säteilyn ilmaisimet II, 5 op
 530088 Tilastolliset menetelmät, 5 op

V Hiukkas- ja ydinfysiikka

Erikoistumislinjan A-kurssien perustietoina edellytetään aineopintojen kurssi Johdatus hiukkasfysiikkaan I, 5 op tai sitä vastaavat tiedot ja suositellaan kurssia Kvanttimekaniikka I, 10 op.

Erikoistumiskursseista B suositellaan valittavaksi joko teoreettis- tai kokeellispainotteen kurssikokonaisuus.

A. Ydinaineen kurssit

- 53250 Johdatus hiukkasfysiikkaan II, 5 op
 53295 Hiukkasfysiikan fenomenologia, 5 op
 53757 Kosmologia I, 5 op (teor. fys.)

B. Erikoistumiskurssit

- 53741 Higgsin fysiikka, 7 op
 53296 Hiukkasfysiikan kokeelliset menetelmät, 4 op
 53299 Hiukkasfysiikan kokeet, 5 op
 53251 Hiukkasfysiikan teoriat, 10 op
 53758 Kosmologia II, 5 op (teor. fys.)
 53755 Kosmologian erikoiskurssi, 10 op (teor. fys.)
 530057 Kvanttikenttäteoria I, 5 op
 53210 Kvanttikenttäteoria II, 5 op
 530220 Kvanttiväridynamiikka ja hadroniinstrukturi, 3 op
 530006 Monte Carlo -simulointien perusteet, 5 op
 530184 Puolijohdefysiikka, 5 op
 53281 Standardimallin laajennukset, 5 op
 53797 Supersymmetria, 7 op
 530226 Suurenergiafysiikan laskentamenetelmiä, 5 op

- 530224 Säieteoriat, 5-10 op (teor. fys.)
 53261 Säteilyn ilmaisimet I, 5 op
 53263 Säteilyn ilmaisimet II, 5 op
 530088 Tilastolliset menetelmät, 5 op
 53046 Ydinfysiikka, 5 op
 53736 Yleinen suhteellisuusteoria, 10 op (teor. fys.)

VI Laskennallinen fysiikka

Erikoistumislinjan A-kurssien perustietoina edellytetään aineopintojen kurssi Tieteellinen laskenta II, 5op tai sitä vastaavat tiedot.

A. Ydinaineksen kurssit

- 53391 Laskennallisen fysiikan harjoitustyö, 5 op
 530006 Monte Carlo -simulointien perusteet, 5 op
 53369 Tieteellinen laskenta III, 10 op

B. Erikoistumiskurssit

- 55417 Kumpulan laskennallisen fysiikan ja kemian seminaari, 3 op (fys. kemia)
 530245 Laskennallinen nanotiede, 10 op
 53363 Molekyyliydynaamiset simulaatiot, 10 op
 530060 Molekyyliklusterien muodostumissimulaatiot, 5 op
 530153 Monte Carlo -simuloinnit fysiikassa, 5 op
 53382 Suurteholaskennan työkalut, 5 op
 530266 Tieteellinen C-ohjelmointi, 5 op
 530088 Tilastolliset menetelmät, 5 op

Modeling Molecules and Nanosystems -maisteriohjelman tutkintovaatimukset ovat sivulla xx.

VII Materiaali- ja nanofysiikka

Erikoistumislinjan A-kurssien perustietoina edellytetään aineopintojen kurssi Materiaalfysiikka I, 5 op tai sitä vastaavat tiedot ja suositellaan kurssia Kvanttimekaniikka I, 10 op.

Syventäviin opintoihin kuuluu erikoistuminen materiaali- ja/tai nanofysiikkaan.

A. Ydinaineksen kurssit

- 53036 Kiinteän olomuodon fysiikka I, 10 op
 530267 Nanofysiikka ja nanokemia, 5 op

- 53107 Materiaalfysiikka II, 5 op
 530182 Pehmeän tiiviin aineen fysiikka I, 5 op

B. Erikoistumiskurssit

- 530113 Ionisuihkut materiaalfysiikassa I, 5 op
 530279 Ionisuihkut materiaalfysiikassa II, 5 op
 53037 Kiinteän olomuodon fysiikka II, 5 op
 53319 Kokeelliset menetelmät nanorakenteiden valmistamisessa ja karakterisoinnissa, 5 op
 53717 Kvanttimekaniikka II, 10 op (teor. fys.)
 530006 Monte Carlo -simulointien perusteet, 5 op
 530183 Pehmeän tiiviin aineen fysiikka II, 5 op
 530202 Pintafysiikka I, 5 op
 530169 Pintafysiikka II, 5 op
 530184 Puolijohdefysiikka, 5 op
 53733 Tiiviin aineen teoria, 5 op (teor. fys.)
 530088 Tilastolliset menetelmät, 5 op
 53041 Synkrotronisäteily materiaalitutkimuksessa I, 5 op
 53178 Synkrotronisäteily materiaalitutkimuksessa II, 5 op

2. Muut opinnot (24 op)

50034 FM MUUT OPINNOT (VÄHINTÄÄN 24 OP)

530150 Henkilökohtainen opintosuunnitelma (HOPS), 1 op

Valinnaiset opinnot, 23 op, jotka voivat olla myös pääainetta tai sivuainetta täydentäviä opintoja.

VIII Kiinteän maan geofysiikka

Kiinteän maan geofysiikan erikoistumislinja toteutetaan yhdessä geotieteiden ja maantieteen laitoksen kanssa. Kiinteän maan geofysiikan erikoistumislinjalla suoritetaan filosofian maisterin tutkinto, jonka pohjakoulutuksena on luonnontieteiden kandidaatin tutkinto pääaineena fysiikka, teoreettinen fysiikka tai geologia. Fysiikassa ja teoreettisessa fysiikassa kandidaatin tutkinnon suorittaneilta edellytetään geologian perusopintojen (25 op) sekä fysiikan aine-

opintoihin kuuluvan Kiinteän maan geofysiikan peruskurssin suorittamista tai vastaavia tietoja.

Kiinteän maan geofysiikan erikoistumislinjalla on fysiikan muista erikoistumislinjoista poikkeava rakenne, joka on esitetty alla. Opintoihin kuuluu erikoistuminen globaaliin kiinteän maan geofysiikkaan tai sovellettuun geofysiikkaan. Linjan kurssit luennoidaan pääsääntöisesti englanniksi.

**530311 KIIENTEÄN MAAN
GEOFYSIIKAN SYVENTÄVÄT
OPINNOT (97 OP)**

Pakolliset opinnot (57 op)

- 535045 Kiinteän maan geofysiikan kenttäkurssi, 5 op
53211 Litosfääriin rakenne ja dynamiikka, 5 op
53212 Sovellettu geofysiikka, 5 op
54213 Maisteriseminaari, 2 op (geol)
50111 Pro gradu -tutkielma, 40 op
50039 Kypsyyshälyte

Valinnaiset opinnot (40 op)

A. Ydinaineiden kurssit

- 535006 Aikasarja-analyysi geotieteissä, 5 op (fys +geofys)
53511 Geodesia I, 5 op
54371 Geodynamiikka, 5 op (geol)
53521 Geomagnetismi, 5 op
53565 Geotermiikka, 5 op
53213 Kairanreikägeofysiikka, 3 op
53214 Kivien fysikaaliset ominaisuudet: teoria ja mittaukset, 5 op
530006 Monte Carlo -simulointien perusteet, 5 op
53514 Satelliittipaikannus, 5 op
54061 Seismologia I, 5 op (geol)
54026 Tektoniikka, 5 op (geol)

B. Erikoistumiskurssit

- 535110 Avaruusgeodesia, 5 op
53516 Fysikaalinen geodesia, 5 op
53215 Geofysiikan inversio-ongelmat, 5 op
54072 Geohydrologia, 5 op (geol)
54073 Kiinteän maan geofysiikan ajankohtaiset tutkimusaiheet, 3 op (geol)
535031 Kiinteän maan geofysiikan erikoiskurssi, 2-6 op

- 54060 Maanjärstysseismologia, 5 op (geol)
54071 Maatutkaluotaukset: teoria ja sovellukset 3 op (geol)
535017 Paleomagnetismi, 5 op
535021 Planetaarinen geofysiikka, 5 op
54062 Seismologia II: seismiset rakenne-tutkimukset, 5 op (geol)
54073 Sovelletun geofysiikan ajankohtaiset tutkimusaiheet, 3 op (geol)
54075 Sovelletun geofysiikan erikoiskurssi, 2-6 op (geol)
53382 Suurteholaskennan työkalut, 5 op
53369 Tieteellinen laskenta III, 10 op
530088 Tilastolliset menetelmät, 5 op
535047 Ympäristömagnetismi, 5 op

Erikoiskursseja luennoidaan aika ajoin mm. potentiaalitenttämenetelmistä, sähkömagneettisista menetelmistä, sovelletun geofysiikan menetelmistä malminetsinnässä ja ympäristötutkimuksissa, tiedonlouhintamenetelmistä geofysiikassa jne.

**50034 FM MUUT OPINNOT
(KIIENTEÄN MAAN
GEOFYSIIKAN
ERIKOISTUMISLINJALLA)
(VÄHINTÄÄN 23 OP)**

- 530150 Henkilökohtainen opintosuunnitelma (HOPS), 1 op
535007 Harjoittelu, 4 op
Valinnaiset opinnot, vähintään 18 op, jotka voivat olla myös pääainetta tai sivuainetta täydentäviä opintoja.

**JATKOTUTKINNOT JA JATKO-
OPINNOT FYSIIKASSA**

Jatkotutkintoja ovat filosofian lisensiaatin ja filosofian tohtorin tutkinto. Molempiin tutkintoihin kuuluu 60 opintopisteen laajuiset pää- ja sivuaineen opinnot, jotka määritellään jatko-opintojen henkilökohtaisessa opintosuunnitelmassa (J-HOPS). Jatkoopinnot koostuvat oman tutkimusalan jatkoopinnoista (50 op) ja yleisistä jatkoopinnoista (10 op).

- 53170 FYSIIKAN JATKO-OPINNOT (60 OP)
53175 TUTKIMUSALAN (FYSIIKKA) JATKO-OPINNOT (50 OP)

Pakolliset opinnot (3 op)

53180 Jatko-opintojen seminaari, 3 op

Valinnaiset opinnot (47 op)

Tutkimusalan jatko-opintojen pääosan on oltava oman tutkimusalaan liittyviä syventäviä opintoja. Myös pääaineen aineopintojen kurseja voidaan hyväksyä jatko-opintoihin, mikäli ne perustellusti liittyvät tutkimustyöhön. Pääaineopintojen lisäksi tutkimusalan jatko-opintoihin voi kuulua sivuaineiden aineopintoja tai syventäviä opintoja, tai muiden yliopistojen vastaavan tasoisia opintoja. Kokonaisuuteen tulee sisältyä oman tutkimusalan erikoiskurseja 20 op, ja niiden tulee muodostaa maisterintutkintoon kuuluneita fysiikan syventäviä opintoja vaativampi kokonaisuus. Kaikkien opintojen on muodostettava pääaineopintoja ja tutkimustyötä tukeva kokonaisuus.

53000 YLEISET JATKO-OPINNOT (10 OP)

Yleisiin jatko-opintoihin tulee sisältyä tieteenfilosofiaan, tutkimusetiikkaan ja yleiseen asiantuntijuuteen valmentavia opintoja sekä kansainvälistä tieteellistä toimintaa. Kurssitarjonnasta vastaavat yliopisto, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta ja sen laitokset. Tarkemmasta sisällöstä sovi- taan jatko-opintosuunnitelmaa tehtäessä.

FYSIIKAN OPINNOT SIVUAINEOPISKELIJOILLE

530133 FYSIIKAN PERUSOPINNOT (SIVUAINE) (25 OP)

530281 Vuorovaikutukset ja kappaleet, 5 op

530282 Vuorovaikutukset ja aine, 5 op

530283 Sähkömagnetismi, 5 op

530284 Säteilykentät ja fotonit, 5 op

530140 Fysiikan perusopintojen laboratoriotyöt, 5 op

530125 FYSIIKAN AINEOPINNOT (SIVUAINE) (35 OP)

Fysiikan perusopintojen laboratoriotyöt on suoritettava ennen aineopintojen aloittamista. Poikkeuksena voi olla kurssi Suhteellisuusteorian perusteet.

Pakolliset opinnot (10 op)

53379 Fysiikan mittaamenetelmät I, 5 op

530144 Fysiikan aineopintojen laboratoriotyöt I, 5 op

Valinnaiset opinnot (25 op)

Fysiikan aineopintoja 25 op

530135 FYSIIKAN SYVENTÄVÄT OPINNOT (SIVUAINE) (60 OP)

Edellytyksenä fysiikan syventävien opintojen suorittamiselle ovat fysiikan perus- ja aineopinnot tai vastaavat suoritukset (60 op).

Pakolliset opinnot (40 op)

53023 Fysiikan mittaamenetelmät II, 10 op

53032 Fysiikan syventävien opintojen laboratoriotyöt, 10 op

530149 Tutkielma, 20 op

Valinnaiset opinnot (20 op)

Valinnaisia syventävien opintojen kurseja, 20 op

DEN SVENSKSPRÅKIGA UNDERVISNINGEN I FYSIK

Hemsida: <http://www.opetus.physics.helsinki.fi/oppiaineet/fysik.html>

EXAMENSFORDRINGARNA

Följande examensfordringar gäller för studerande som påbörjat sina studier 1.8.2014 eller senare. Studerande som påbörjat sina studier före 1.8.2014 kan avlägga sin examen enligt de då gällande eller nyare examensfordringarna. Studerande som påbörjat sina studier före 1.8.2005 kan avlägga sin examen enligt 1.8.2005 gällande eller nyare examensfordringarna.

KANDIDAT I NATURVETENSKAPER (180 SP)**1. Huvudämnesstudier (96 sp)**

530250 GRUNDSTUDIER I FYSIK (25 SP)

530291 Växelverknningar och kroppar, 5 sp

- 530292 Växelverkningar och materia, 5 sp
 530293 Elektromagnetism, 5 sp
 530294 Strålningfält och fotoner, 5 sp
 530140 Fysikens grundstudiers laboratoriarbeten, 5 sp

530251 ÄMNESSTUDIER I FYSIK (71 SP)

Fysikens grundstudiers laboratoriarbeten måste avläggas innan ämnesstudierna påbörjas, med undantag av kursen Relativitetsteoriens grunder.

Obligatoriska ämnesstudier (53 sp)

- 530091 Relativitetsteoriens grunder, 4 sp (Suhteellisuusteorian perusteet) (teor. fys.)
 530096 Fysikens mätmetoder I, 5 sp (Fysiikan mittausmenetelmät I)
 530295 Termofysikens grunder, 4 sp
 530296 Termodynamiska potentialer, 6 sp
 530297 Kvantfysikens grunder, 5 sp
 530298 Atomer och molekyler, 3 sp
 533371 Materiens struktur, 5 sp
 53398 Vetenskapliga beräkningar I, 5 sp (Tieteellinen laskenta I)
 530144 Fysikens ämnesstudiers laboratoriarbeten I, 5 sp
 530145 Fysikens ämnesstudiers laboratoriarbeten II, 5 sp
 530146 Kandidatavhandling, 6 sp
 50037 Mognadsprov

Fysikens Ämnesstudiers laboratoriarbeten I och II måste avläggas innan Kandidatavhandlingen kan godkännas.

Valbara ämnesstudier (minst 18 sp)

Valbara ämnesstudier kan väljas från följande kurser

- 537010 Analytisk mekanik (Analyyttinen mekaniikka), 5 sp (teor.fys.)
 53921 Grundkurs i astrofysik (Astrofysiikan peruskurssi), 8 sp (tähtitiede)
 537011 Elektrodynamik I, 5 sp (Elektrodynamiikka I) (teor. fys.)
 530141 Elektronik I (Elektroniikka I), 5 sp
 53749 Kontinuitetmekanikens grunder (Jatkumomekaniikan perusteet), 5 sp
 53230 Introduktion till partikelfysik I (Johdatus hiukkasfysiikkaan I), 5 sp
 530289 Grundkurs i fasta jordens geofysik,

- 50p (Kiinteän maan geofysiikan peruskurssi) (obligatorisk för studeranden i specialiseringslinjen för fasta jordens geofysik)
 53716 Kvantmekanik I (Kvanttimekaniikka), 10 sp (teor. fys.)
 530276 Materialfysik I, 5 sp
 530177 Grunderna för nanovetenskap (Nanotieteen perusteet), 3 sp
 53108 Transportfenomen I (Siirtoilmiöt I), 5 sp
 537004 Statistisk mekanik (Statistinen mekaniikka), 5 sp (teor. fys.)
 537005 Kvantstatistik, (Kvanttistatiikka), 5 sp (teor. fys.)
 53697 Flödesfenomen (Virtausilmiöt), 5 sp (meteorologia)
 53399 Vetenskapliga beräkningar II (Tieteellinen laskenta II), 5 sp
 530277 Atmosfärvetenskap nu, 5 sp
 530278 Strålningsskador, 5 sp

De kurser, som efterföljs av översättning till finska, kan vanligtvis endast undervisas på finska. Vid planering av studierna och den individuella studieplanen, måste man beakta att en del av ämnesstudiernas valbara kurser förutsätts som förkunskap till magisterskedets fördjupade specialiseringslinjer. Ifall valbara ämnesstudier avläggs över 18 sp, kan antalet fritt valbara övriga studier avläggas motsvarande mängd mindre.

2. Biämnesstudier (minst 50 sp)

Biämnesstudierna måste bestå av endera två olika biämnen grundstudier (25+25 sp) eller av ett biämnes grund- och ämnesstudier (25+35 sp). Ifall biämnesstudier avläggs över 50 sp, kan antalet fritt valbara övriga studier avläggas motsvarande mängd mindre. Obligatoriska biämnen är antingen teoretisk fysik, matematik eller metodvetenskap. För dem som tänker välja specialiseringslinjen för fasta jordens geofysik är dessutom geologins grunder (25 sp) obligatoriska.

Teoretisk fysik

- 537081 GRUNDSTUDIER I TEORETISK FYSIK (25 SP)
 53704 Matematiska hjälpmedel I, 8 sp
 53705 Matematiska hjälpmedel II, 8 sp

Valbara grund- eller ämneskurser i teoretisk fysik, 9 sp

Matematik

- 57500 GRUNDSTUDIER I MATEMATIK (25 SP)
 57026 Grundkurs i analys, 10 sp (nät-kurs) eller 57016 Analys I, 10 sp
 Valbara kurser i matematik, 15 sp

Metodvetenskap

- 530156 GRUNDSTUDIER I METODVETENSKAP (25 SP)
 53704 Matematiska hjälpmedel I, 8 sp
 53705 Matematiska hjälpmedel II, 8 sp
 Valbara kurser i metodvetenskap, 9 sp
 ELLER
 57026 Grundkurs i analys, 10 sp (nät-kurs) eller 57016 Analys I, 10 sp
 Valbara kurser i metodvetenskap, 15 sp

Samma kurs kan inte inkluderas i två olika helheter. Inom många specialiseringslinjer i fysik rekommenderas omfattande studier i teoretisk fysik eller matematik. Andra rekommenderade biämnena är meteorologi, geofysik, astronomi, kemi, datavetenskap eller flervetenskapliga biämneshelheten i miljöstudier (YMS). Till YMS-helheten rekommenderas så många kurser som möjligt från matematisk-naturvetenskapliga fakulteten.

3. Övriga studier (34 sp)

- 50042 NAK ÖVRIGA STUDIER (MINST 17 SP)
Obligatoriska studier (17 sp)
 530108 Arbetslivsorienterande kurser: Presentation av de fysikaliska vetenskaperna, 3 sp
 530147 Individuell studieplan (ISP), 1 sp
 Studierna i data- och kommunikationsteknik (3 sp), är uppdelade i:
 530148 DKT-körkort, 3 sp
 Språk- och kommunikationsstudier (10 sp), består av:
 530168 Modersmålet (seminarierna), 3 sp

Det andra inhemska språket, 3 sp (CEFR-nivå B1)

Ett främmande språk, 4 sp (engelska CEFR-nivå B2, andra språk B1)

Fritt valbara studier (17 sp)

Fritt valbara studier avläggs så att kravet på 180 sp för examen uppfylls. Dessa kan också bestå av huvudämnes- eller biämnesstudier som överskrider minimikraven. De fritt valbara studierna registreras endera i huvudämnes- eller biämneshelheten.

FILOSOFIE MAGISTEREXAMEN (120 SP)

1. Huvudämnesstudier

- 530132 FÖRDJUPADE STUDIERN A I FYSIK (96 SP)
 Obligatoriska fördjupade studier (66 sp)
 53023 Fysikens mätmetoder II (Fysiikan mittausmenetelmä II), 10 sp
 530301 Fysikens och teoretiska fysikens fördjupade studiers seminarieövningar, 3 sp
 53032 Fysikens fördjupade studiers laboratoriearbeten (inkluderar praktik), 10 sp
 53025 Strålskydd (Säteilysuojelu), 3 sp
 50111 Pro gradu -avhandling, 40 sp
 50040 Mognadsprov

Valbara fördjupade studier (30 sp)

De fördjupade studierna för magisterexamen består av följande specialiseringslinjer: aerosol och miljöfysik, beräkningsfysik, bio- och medicinsk fysik, elektronik och industri-tillämpningar, material- och nanofysik, partikel- och kärnfysik samt rymdfysik och fasta jordens geofysik. Även individuella läroplaner kan göras upp. Svenska lärare finns inte att tillgå på alla specialiseringslinjer.

Kurserna för specialiseringslinjerna finns uppräknade i den finska delen av examensfordringarna. Dessutom kan man välja en ämneslärarutbildningslinje.

2. Övriga studier (24 sp)

50034 FM ÖVRIGA STUDIER (MINST 24 SP)

530150 Individuell studieplan (ISP), 1 sp
Valbara studier, 23 sp, vilka kan också komplettera huvud- eller biämnesstudierna.

**FYSIIKAN
OPETTAJANKOULUTUS**

Kotisivu: <http://www.opetus.physics.helsinki.fi/oppiaineet/opettaja.html>

TUTKINTOVAATIMUKSET

Näiden tutkintovaatimusten mukaan opiskelevat 1.8.2014 tai myöhemmin opintonsa aloittaneet opiskelijat. Ennen 1.8.2014 opintonsa aloittaneet voivat suorittaa tutkintonsa opintojen aloittamisvuonna voimassa olleiden vaatimusten mukaan tai siirtyä opiskelemaan uudempien vaatimusten mukaan. Mikäli opinnot on aloitettu ennen 1.8.2005, tutkinto suoritetaan 1.8.2005 voimaan tulleiden tai uudempien tutkintovaatimusten mukaan.

Tiedekunnan tutkintosäännön mukaan tiedekunnassa aineenopettajan kelpoisuus saadaan suorittamalla luonnontieteiden kandidaatin ja filosofian maisterin tutkinnot, joihin sisältyy vähintään kahden opettavan aineen opinnot sekä opettajan pedagogiset opinnot.

Jos pelkästään filosofian maisterin tutkintoa suorittava opiskelija haluaa maisterin tutkinnosta annettavaan todistukseen merkinnän aineenopettajankoulutuksesta, hänen tulee suorittaa aineenopettajalta vaadittujen syventävien opintojen lisäksi sekä opettajan pedagogiset opinnot että toisen opettavan aineen vaaditut opinnot, vaikka tutkinnon vähimmäislaajuus ylittyisi. Mikäli opiskelija on jo suorittanut kandidaatin tutkinnossaan osan toisen opettavan aineen perus- ja aineopinnoista, riittää että hän täydentää näitä opintoja maisterin tutkinnossaan siten että vaadittavat opinnot tulevat täyteen.

**LUONNONTIETEIDEN KANDIDAATIN
TUTKINTO (180 OP)**

1. Pääaineopinnot (71 op)

530130 FYSIIKAN PERUSOPINNOT (25 OP)

- 530281 Vuorovaikutukset ja kappaleet, 5 op
- 530282 Vuorovaikutukset ja aine, 5 op
- 530283 Sähkömagnetismi, 5 op
- 530284 Säteililyöntä ja fotonit, 5 op
- 530140 Fysiikan perusopintojen laboratoriotyöt, 5 op

530165 FYSIIKAN AINEOPINNOT (AINEENOPETTAJA) (46 OP)

Pakolliset opinnot (43 op)

- 530000 Suhteellisuusteorian perusteet, 4 op
- 53379 Fysiikan mittausten menetelmät I, 5 op
- 530286 Termofysiikan perusteet, 4 op
- 530287 Termodynaamiset potentiaalit, 6 op
- 53703 Kvanttifysiikan perusteet, 5 op
- 530288 Atomit ja molekyylit, 3 op
- 530144 Fysiikan aineopintojen laboratoriotyöt I, 5 op
- 530145 Fysiikan aineopintojen laboratoriotyöt II, 5 op
- 530146 Kandidaatin tutkielma, 6 op
- 50036 Kypsyyssnäyte

Valinnaiset opinnot (vähintään 3 op)

- 53337 Aineen rakenne, 5 op
- 530141 Elektroniikka I, 5 op
- 530289 Kiinteän maan geofysiikan peruskurssi, 5 op
- 53230 Johdatus hiukkasfysiikkaan I, 5 op
- 53058 Materiaalifysiikka I, 5 op
- 535026 Meteorologian ja säähavainnon perusteet, 5 op
- 530177 Nanotieteen perusteet, 3 op
- 53108 Siirtoilmiöt I, 5 op
- 53861 Tähtitieteen perusteet I, 5 op
- 53862 Tähtitieteen perusteet II, 5 op

Valinnaisiin aineopintoihin voidaan sisällyttää myös muita vastaavan tasoisia kursseja erikseen HOPSissa sovitulla tavalla.

2. Sivuaaineopinnot (25 op+60 op)

Opettajan pedagogiset perusopinnot, 25 op
Toisen opetettavan aineen perus- ja aineopinnot, 60 op

3. Muut opinnot (24 op)

50042 LUJ MUUT OPINNOT
(VÄHINTÄÄN 24 OP)

Pakolliset opinnot (24 op)

53364 Työelämään orientoivat opinnot: Johdatus fysiikan opettajan opintoihin, 2 op
53001 Työelämään orientoivat opinnot: Fysikaalisten tieteiden esittely, 3 op
530147 Henkilökohtainen opintosuunnitelma (HOPS), 1 op

Tieto- ja viestintätieteiden opinnot, 8 op, jotka koostuvat opinnoista:
530148 TVT-ajokortti, 3 op
53398 Tieteellinen laskenta I, 5 op

Kieliopinnot, 10 op, jotka koostuvat opinnoista:

530168 Äidinkieli (tutkielmaseminaari), 3 op

Toinen kotimainen kieli, 3 op (CEFR-taso B1)

Vieras kieli, 4 op (englannissa CEFR-taso B2, muissa kielissä B1)

FILOSOFIAN MAISTERIN TUTKINTO
(120 OP)

1. Pääaineopinnot

530210 FYSIIKAN OPETTAJAN
SYVENTÄVÄT OPINNOT
(81 OP)

Pakolliset opinnot (71 op)

530161 Fysiikan käsitteet ja rakenteet I, 5 op

530162 Fysiikan käsitteet ja rakenteet II, 5 op

530235 Opettajien pääaine-fysiikan laboratorioskurssi I, 5 op

530218 Opettajien pääaine-fysiikan laboratorioskurssi II, 5 op

53112 Fysiikan historia ja filosofia, 8 op

53168 Opettajien tutkielmaseminaari, 3 op

50110 Pro gradu tutkielma, 40 op

50039 Kypsyysnäyte

Kurssi Fysiikan käsitteet ja rakenteet I tai II voidaan korvata kursilla Fysiikan käsitteet ja rakenteet III.

Fysiikan opettajan pakollisia syventävien opintojen kursseja voi sopimuksesta opettajankoulutuksesta vastaavan professorin kanssa korvata vastaavantasoisilla kursseilla muilta erikoistumislinjoilta, toisesta koulutusohjelmasta tai toisesta korkeakoulusta.

Valinnaiset opinnot (10 op)

530239 Fysiikan käsitteet ja rakenteet III, 5 op

530263 Didaktisen fysiikan tutkimusmenetelmät, 3 op

530341 Tiedeoppiminen koulun ulkopuolella, 5 op

Valinnaisiin opintoihin voidaan myös sisällyttää fysiikan opettajan valinnaisia aineopintoja tai fysiikan syventävien opintojen A-kursseja. Muista valinnoista on sovittava HOPSissa.

2. Sivuaaineopinnot (35 op)

Opettajan pedagogiset aineopinnot, 35 op

3. Muut opinnot (4 op)

50034 FM MUUT OPINNOT
(VÄHINTÄÄN 4 OP)

530150 Henkilökohtainen opintosuunnitelma (HOPS), 1 op

Vapaasti valittavat opinnot, 3 op

Fysiikan ja kemian opettajan opinnot edellyttävät hyviä matematiikan valmiuksia. Tämän vuoksi opintojen täydentäminen matematiikan perusopintojen kokonaisuudella on suositeltavaa.

JATKO-TUTKINNOT JA FYSIIKAN OPETTAJAN JATKO- OPINNOT FYSIIKASSA

Jatkotutkintoja ovat filosofian lisensiaatin ja filosofian tohtorin tutkinto. Molempiin tutkintoihin kuuluu 60 opintopisteen laajuiset pää- ja sivuaineen opinnot, jotka määritellään jatko-opintojen henkilökohtaisessa

opintosuunnitelmassa (J-HOPS). Opinnot voivat olla sivuaineen aineopintoja tai syventäviä opintoja, tai muiden yliopistojen vastaavaan tasoisia opintoja. Näiden opintojen on muodostettava tutkimustyötä tukeva kokonaisuus.

Jatko-opinnot koostuvat oman tutkimusalan jatko-opinnoista (50 op) ja yleisistä jatko-opinnoista (10 op).

53004 FYSIIKAN OPETTAJAN
JATKO-OPINNOT (60 OP)

53054 TUTKIMUSALAN (FYSIIKAN
OPETUS) JATKO-OPINNOT
(50 OP)

Pakolliset opinnot (3 op)

53371 Opettajien jatkotutkimaseminaari, 3 op

Valinnaiset opinnot (47 op)

Valinnaiset tutkimusalan opinnot koostuvat fysiikan syventävistä opinnoista ja opetuksen tutkimuksen metodiopinnoista J-HOP-Sissa sovittavalla tavalla.

Opettajan jatko-opintoihin voidaan sisällyttää myös seuraavat kurssit (elleivät ne sisälly muihin opintoihin)

- 537010 Analyttinen mekaniikka, 5 op
- 537011 Elektrodynamiikka I, 5 op
- 537012 Elektrodynamiikka II, 5 op
- 53716 Kvanttimekaniikka I, 10 op

53000 YLEISET JATKO-OPINNOT
(10 OP)

Yleisiin jatko-opintoihin tulee sisältyä tieteenfilosofian, tutkimusetiikan ja yleiseen asiantuntijuuteen valmentavia opintoja sekä kansainvälistä tieteellistä toimintaa. Opintoihin on suositeltavaa sisällyttää myös yliopistopedagogisia opintoja. Kurssitarjonnasta vastaa pääasiassa Koulun, kasvatuksen, yhteiskunnan ja kulttuurin tohtoriohjelma (SEDUCE) käyttäytymistieteellisessä tiedekunnassa. Katso myös Luonnontieteellisen tutkijakoulun kurssitarjonta. Tarkemmasta sisällöstä sovitaan jatko-opintosuunnitelmaa tehtäessä.

FYSIIKAN OPETTAJAN
OPINNOT SIVUAINE-
OPISKELIJOILLE

530133 FYSIIKAN PERUSOPINNOT
(SIVUAINE) (25 OP)

530281 Vuorovaikutukset ja kappaleet, 5 op

530282 Vuorovaikutukset ja aine, 5 op

530283 Sähkömagnetismi, 5 op

530284 Säteililyöntä ja fotonit, 5 op

530140 Fysiikan perusopinnojen laboratorioyt, 5 op

530152 FYSIIKAN AINEOPINNOT
(SIVUAINE, AINEEN-
OPETTAJA) (35 OP)

Pakolliset opinnot (20 op)

530214 Fysiikan käsitteenmuodostus I, 5 op

530244 Fysiikan käsitteenmuodostus II, 5 op

530215 Opettajien sivuainefysiikan laboratorioskurssi I, 5 op

530216 Opettajien sivuainefysiikan laboratorioskurssi II, 5 op

Valinnaiset opinnot (15 op)

53703 Kvanttifysiikan perusteet, 5 op (teor. fys.)

530288 Atomit ja molekyylit, 3 op

53337 Aineen rakenne, 5 op

530141 Elektroniikka I, 5 op

530217 Fysiikan historia ja filosofia, 8 op

53379 Fysiikan mittausmenetelmät I, 5 op

530289 Kiinteän maan geofysiikan peruskurssi, 5 op

53230 Johdatus hiukkasfysiikkaan I, 5 op

53058 Materiaalifysiikka I, 5 op

535026 Meteorologian ja säähavainnonteen perusteet, 5 op

530177 Nanotieteen perusteet, 3 op

53108 Siirtoilmiöt, 5 op

530000 Suhteellisuusteorian perusteet, 4 op

530286 Termofysiikan perusteet, 4 op

530287 Termodynaamiset potentiaalit, 6 op

53861 Tähtitieteen perusteet I, 5 op

53862 Tähtitieteen perusteet II, 5 op

530164 FYSIIKAN SYVENTÄVÄT
OPINNOT (SIVUAINE,
AINEENOPETTAJA) (60 OP)

Pakolliset opinnot (20 op)

530127 Tutkielma, 20 op

Valinnaiset opinnot (40 op)

Fysiikan opettajien syventävien opintojen (sivuaine) valinnaiset kurssit voidaan valita fysiikan aineopinnoista, syventävistä opinnoista tai fysiikan aineenopettajan syventävistä opinnoista siten, että muodostuu vähintään 40 op kokonaisuus.