

## TEKNILLISEN FYSIIKAN JA MATEMATIIKAN TUTKINTO- OHJELMAAN KUULUVAT MODUULIT, LUKUVUOSI 2009 - 2010

### Tekniikan kandidaatin tutkinto 180 op

#### **F901-P Perusopinnot P (80 op)**

Vastuuopettaja: professori Martti Puska

#### Matematiikka (30 op)

Mat-1.1010 Matematiikka L1	10 op
Mat-1.1020 Matematiikka L2	10 op
Mat-1.1030 Matematiikka L3	10 op

#### Fysiikka (23 op)

Tfy-0.1011 Fysiikka IA	4 op
Tfy-0.1012 Fysiikka IB	4 op
Tfy-0.1023 Fysiikka IIA	5 op
Tfy-0.1024 Fysiikka IIB	5 op
Tfy-3.1520 Fysiikan laajat laboratoriotyöt I	3 op
Tfy-3.1550 Fysiikan laboratoriotyöt II	2 op

#### Tilastotiede ja sovellettu matematiikka (8 op)

Mat-1.2600 Sovellettu todennäköisyyslaskenta A	5 op
Mat-2.2105 Optimoinnin perusteet	3 op

#### Tietotekniikka (10 op)

Mat-2.2107 Sovelletun matematiikan tietokonetyöt	3 op
T-106.1111 Johdatus opiskeluun ja tietojärjestelmiin TKK:lla	2 op
T-106.1203 Ohjelmoinnin perusteet L (Java)*	5 op
tai	
T-106.1208 Ohjelmoinnin perusteet Y(Python)**	5 op

#### Kemia (4 op)

Tfy-125.2013 Modernia kemiaa fyysikoille	4 op
--	------

#### Kielet (5 op)

Kie-98.5001/2 Toinen kotimainen kieli, kirjallinen ja suullinen ***	1+1 op
Kie-98.xxxx Vieras kieli, kirjallinen ja suullinen****	3 op

\* Kurssi perustuu Java-ohjelmointikieleen ja painottaa olio-ohjelmointia. Kurssi on perusta useimmille ohjelmistotekniikan jatkokursseille.

\*\*Kurssi perustuu Python-ohjelmointikielen, joka on ensimmäisenä opeteltavana ohjelmointikielenä yksinkertaisempi kuin Java ja soveltuu paremmin pienehköjen teknismatemaattisten ongelmien ratkaisemiseen.

\*\*\* Toisen kotimaisen kielen koe on pakollinen kaikille (TS 9§)

\*\*\*\*Opiskelijan tulee osoittaa ammatin harjoittamisen kannalta tarpeellinen yhden opetussuunnitelmaan sisältyvän vieraan kielen **kirjallinen ja suullinen** taito (TS 9§ ja 17§).

### **F901-O Tutkinto-ohjelman yhteiset opinnot O (20 op)**

Vastuopettaja: professori Martti Puska

Mat-1.1040 Matematiikka L4	10 op
Tfy-0.2011 Fysiikka IIIA	5 op
Tfy-0.2012 Fysiikka IIIB	5 op

### Teknillisen fysiikan pääaine

Moduulien vastuopettaja: professori Matti Kaivola

#### **F300-1 Teknillisen fysiikan perusmoduuli A1 (20 op)**

Tfy-0.2113 Teoreettinen mekaniikka	5 op
Tfy-0.2124 Kvanttimekaniikka	5 op
Tfy-0.3131 Termodynamiikka	5 op
Tfy-0.3141 Sähkö ja magnetismi	5 op

#### **F300-2 Teknillisen fysiikan jatkomoduuli A2 (20 op)**

Tfy-0.3201 Teknillisen fysiikan laboratoriotyöt	5 op
Valitse 3 kurssia:	
Tfy-0.3211 Kvanttimekaniikan jatkokurssi	5 op
Tfy-0.3223 Statistical Physics	5 op
Tfy-0.3233 Materiaalifysiikka I	5 op
Tfy-0.3243 Ydin- ja alkeishiukkasfysiikka	5 op
Tfy-0.3252 Soft Matter Physics	5 op

### Matematiikan pääaine

Moduulien vastuopettaja: professori Juha Kinnunen

#### **F100-1 Matematiikan perusmoduuli A1 (20 op)**

Mat-1.2990 Modernin analyysin perusteet	5 op
Mat-1.3460 Funktionaalianalyysin perusteet	5 op
Mat-1.3601 Johdatus stokastiikkaan	5 op
Mat-2.3139 Optimointioppi	5 op

**F100-2 Matematiikan jatkomoduuli A2 (20 op)**

Mat-1.3650 Elementtimenetelmä I	5 op
Valittava 15 op seuraavista:	
Mat-1.2991 Diskreetin matematiikan perusteet	5 op
Mat-1.2995 Matematiikan projektityö	2-5 op
Mat-1.3011 Tieteen historia I <i>tai</i>	2 op
Mat-1.3013 Tieteen filosofia I	2 op
Mat-1.3032 Sumeat joukot	2 op
Mat-1.3081 Algebra I	5 op
Mat-1.3281 Analyysi I	5 op
Mat-1.3530 Johdatus differentiaaligeometriaan L	5 op
Mat-1.3651 Matrix computations	5 op

Mekaniikan pääaine

Moduulin vastuupettaja: professori Rolf Stenberg

**F100-1 Matematiikan perusmoduuli A1 (20 op)** suoritetaan myös Mekaniikan pääaineeseen

**F101-2 Mekaniikan jatkomoduuli A2 (20 op)**

Tfy-0.2113 Teoreettinen mekaniikka	5 op
Mat-5.3740 Kontinuumimekaniikka	5 op
Kul-49.2150 Lujusoppi I	5 op

Lisäksi seuraavista kursseista siten, että 20 op täyttyy:

Kul-49.3200 Lujusoppi II	5 op
Kul-49.3400 Koneiden ja rakenteiden värähtelyt	5 op
Kul-49.3450 Koneiden ja rakenteiden värähtelyt ohjelmatyöt	3 op
Ene-39.4031 Kitkallinen virtaus	5 op
Mat-1.3650 Elementtimenetelmä I	5 op
Mat-1.3657 Osittaisdifferentiaaliyhtälöiden laskentamenetelmiä	5 op
Mat-5.3741 Elastisuusteoria	5 op
Tfy-0.3131 Termodynamikka	5 op

Systemitieteiden pääaine

Moduulien vastuupettaja: professori Harri Ehtamo

**F200-1 Systemitieteiden perusmoduuli A1 (20 op)**

Mat-2.3111 Stokastiset prosessit	5 op
Mat-2.3148 Dynaaminen optimointi	5 op

Toinen seuraavista:

Mat-2.3139 Optimointioppi	5 op
Mat-2.3140 Lineaarinen ohjelmointi	5 op

5 op seuraavista:

TU-22.1101 Tuotantotalouden peruskurssi	4 op
TU-22.1103 Tuotantotalouden harjoitus	1 op
TU-91.1001 Kansantaloustieteen perusteet	5 op

tai Mat-2 opintoja, jos TU-opinnot sisältyvät muihin moduuleihin

### **F200-2 Systemitieteiden jatkomoduuli A2 (20 op)**

Mat-2.3128 Ennustaminen ja aikasarja-analyysi	5 op
Mat-2.3132 Systemianalyysilaboratorio I	5 op
Mat-2.3134 Päätöksenteko ja ongelmanratkaisu	5 op

Lisäksi vaihtoehtoisia Mat-2 kursseja niin, että 20 op täyttyy. Suositellaan esimerkiksi seuraavia kursseja:

Mat-2.1197 Filosofia ja systeemiajattelu	3 op
Mat-2.2103 Koesuunnittelu ja tilastolliset mallit	5 op
Mat-2.2104 Tilastollisen analyysin perusteet	5 op
Mat-2.3114 Investointiteoria	5 op
Mat-2.3130 Matemaattinen malliajattelu	3-6 op
Mat-2.3139 Optimointioppi	5 op
Mat-2.3140 Lineaarinen ohjelmointi	5 op
Mat-2.3152 Peliteoria	5 op
Mat-2.3170 Simulointi	5 op

Lisäksi voi valita muita sopivia opettajan kanssa kirjallisesti sovittuja kursseja.

## **Diplomi-insinöörin tutkinto (120 op)**

Teknillisen fysiikan pääaine

Esitietoina Teknillisen fysiikan perusmoduuli A1 ja jatkomoduuli A2

Moduulin vastuopettajat:

Tfy-3 Sebastiaan van Dijken  
Tfy-3 Esko Kauppinen  
Tfy-105 Tapio Ala-Nissilä  
Tfy-105 Risto Nieminen  
Tfy-105 Martti Puska  
Tfy-105 Päivi Törmä  
Tfy-125 Olli Ikkala  
Tfy-125 Matti Kaivola  
Tfy-125 Janne Ruokolainen  
Tfy-56 Peter Lund  
Tfy-56 Rainer Salomaa  
Tfy-99 Risto Ilmoniemi  
Tfy-99 Ari Koskelainen  
Tfy-99 Pekka Meriläinen

### **F300-3 Teknillisen fysiikan syventävä moduuli A3 (20 op)**

Valitse 20 op seuraavista kursseista:

Tfy-3.4311 Materials Physics II	5 op
Tfy-3.4323 Quantum Physics	5 op

Tfy-3.4331	Surface Physics	5 op
Tfy-3.4343	Nanophysics	5 op
Tfy-3.4361	Advanced Statistical Physics	5 op
Tfy-56.4211	Ydinenergiatekniikan perusteet	5 op
Tfy-56.4232	Säteilyfysiikka ja -turvallisuus	5 op
Tfy-56.4311	Uudet energiatekniikat	5 op
Tfy-56.4414	Fuusioenergiateknologia	5 op
Tfy-99.3227	Sähkömagneettisten kenttien teoria	5 op
Tfy-99.4264	Elollisen aineen fysiikka III (molekulaarinen biofysiikka)	5 op
Tfy-125.4321	Laser Technology and Optics	5 op
Tfy-125.4341	Polymer Physics	5 op
+ Teknillisen fysiikan jatkomoduulin A2 kurssit		

#### Optiikan pääaine

Esitietoina Teknillisen fysiikan perusmoduuli A1 ja jatkomoduuli A2

Moduulin vastuuopettaja:  
professori Matti Kaivola

#### **F301-3 Optiikan syventävä moduuli A3 (20 op)**

Valitse 20 op seuraavista kursseista:

Tfy-125.4321	Laser Technology and Optics	5 op
Tfy-125.4423	Modern Optics	5 op
Tfy-125.4433	Laser Physics	5 op
S-104.3310	Optoelektroniikka	5 op
S-104.3410	Fotoniikka ja integroitu optiikka	5 op
S-108.2110	Optiikka	5 op
S-108.3110	Tietoliikenteen optiikka	5 op

#### Nanotekniikan pääaine

Esitietoina Teknillisen fysiikan perusmoduuli A1 ja jatkomoduuli A2

Moduulin vastuuopettaja:  
akatemiaprofessori Olli Ikkala

#### **F302-3 Nanotekniikan syventävä moduuli A3 (20 op)**

Tfy-125.4001	Nanoscience I: Introduction to Nanoscience	3 op
tai		
S-104.3610	Nanotechnology	5 op

Valitse lisäksi seuraavista kursseista niin, että 20 op tulee täyteen

Tfy-3.4343	Nanophysics	5 op
Tfy-125.4004	Nanoscience IV: Bionanoscience	5 op
Tfy-125.4313	Microscopy of Nanomaterials	5 op
S-104.3910	Mikro- ja nanotekniikan laboratoriotyöt	4 op

S-129.3210 Mikrosysteemitekniikka	5 op
S-129.3220 Mikrosysteemitekniikan laboratoriotyöt	5 op
KE-31.5530 Nanopartikkelit	2 op
Lisäksi suositellaan	
KE-31.5130 Nanothermodynamics	2 op

### Energiatieteiden pääaine

Esitietoina Teknillisen fysiikan perusmoduuli A1 ja jatkomoduuli A2

Moduulin vastuuopettajat:  
professori Rainer Salomaa  
professori Peter Lund

### **F303-3 Energiatieteiden syventävä moduuli A3 (20 op)**

Tfy-56.4113 Energiatieteiden laboratoriotyöt	5 op
--	------

Valitse lisäksi seuraavista kursseista niin, että 20 op tulee täyteen:

Tfy-56.4211 Ydinenergiatekniikan perusteet	5 op
Tfy-56.4232 Säteilifysiikka ja -turvallisuus	5 op
Tfy-56.4243 Ydinenergiatekniikan jatkokurssi	5 op
Tfy-56.4311 Uudet energiatekniikat	5 op
Tfy-56.4323 Aurinkoenergiatekniikka	5 op
Tfy-56.4332 Polttokennot ja vetyteknologia	5 op
Tfy-56.4344 Kehittynyt tuulivoimateknologia	5 op
Tfy-56.4414 Fuusioenergiateknologia	5 op
Tfy-56.4423 Plasmafysiikka	5 op
Tfy-56.5121 Energiatieteiden erikoiskurssi	1-10 op
Ene-39.3021 Lämmönsiirto-oppi	4 op
Ene-39.3004 Kemiallinen termodynamiikka	6 op
Ene-39.4031 Kitkallinen virtaus	5 op

### Lääketieteellisen tekniikan pääaine

Esitietoina Teknillisen fysiikan perusmoduuli A1 ja jatkomoduuli A2

Moduulin vastuuopettajat:  
professori Risto Ilmoniemi  
professori Ari Koskelainen  
professori Pekka Meriläinen

### **F304-3 Lääketieteellisen tekniikan syventävä moduuli A3 (20 op)**

Valitse 20 op seuraavista kursseista

Tfy-99.2262 Elollisen aineen fysiikka I (biofysiikka)	5 op
Tfy-99.2710 Johdatus ihmisaivojen rakenteeseen ja toimintaan	5 op

Tfy-99.3227 Sähkömagneettisten kenttien teoria	5 op
Tfy-99.3720 Ihmisaivojen toiminnan jatkokurssi	5 op
Tfy-99.3730 Information Processing in the Brain	5 op
Tfy-99.4263 Elollisen aineen fysiikka II (elektrofysiologia)	5 op
Tfy-99.4264 Elollisen aineen fysiikka III (molekulaarinen biofysiikka)	5op
Tfy-99.4271 Lääketieteellinen fysiikka I	5op
Tfy-99.4273 Seminar on Biomedical Engineering	3 op
Tfy-99.4275 Signal Processing in Biomedical Eng.	5 op
Tfy-99.4280 Lääketieteelliset kuvantamismenetelmät	5 op
Tfy-99.4281 Kuvankäsittely lääketieteellisessä tekn.	5 op
Tfy-99.4282 Funktionaalinen kuvantaminen lääketieteessä	5 op
Tfy-99.4283 Methods in Modern Biophysics	5 op

### Teknillisen fysiikan erikoismoduuli ja Tieteen metodiikan opinnot -moduuli

Alla esiteltävät F300-C Teknillisen fysiikan erikoismoduuli C ja F901-M Tieteen metodiikan opinnot moduuli M on tarkoitettu teknillisen fysiikan, optiikan, nanotekniikan, energiatieteiden ja lääketieteellisen tekniikan pääaineen lukijoille.

#### **F300-C Teknillisen fysiikan erikoismoduuli C (20 op)**

Moduulin vastuuopettajat:

Tfy-3 Sebastiaan van Dijken  
Tfy-3 Esko Kauppinen  
Tfy-105 Tapio Ala-Nissilä  
Tfy-105 Risto Nieminen  
Tfy-105 Martti Puska  
Tfy-105 Päivi Törmä  
Tfy-125 Olli Ikkala  
Tfy-125 Matti Kaivola  
Tfy-125 Janne Ruokolainen  
Tfy-56 Peter Lund  
Tfy-56 Rainer Salomaa  
Tfy-99 Risto Ilmoniemi  
Tfy-99 Ari Koskelainen  
Tfy-99 Pekka Meriläinen

Tfy-3, 56, 99, 105, 125 erikoistyö 10 op

Valitse vähintään yksi seuraavista kursseista:

Tfy-3.4411 Experimental Methods in Physics 5 op  
Tfy-3.4423 Computational Physics 5 op  
Tfy-56.4113 Energiatieteiden laboriotyöt 5 op  
Tfy-99.2262 Elollisen aineen fysiikka I (biofysiikka) 5 op

Tfy-125.4313 Microscopy of Nanomaterials 5 op

Tarvittaessa täydennä erikoismoduuli 20 op:een jollain syventävien moduulien (F300-3, F301-3, F302-3, F303-3, F304-3) kursseista.

### **F901-M Tieteen metodiikan opinnot M (10 op)**

Moduulin vastuuopettajat:

Tfy-3 Sebastiaan van Dijken

Tfy-3 Esko Kauppinen

Tfy-105 Tapio Ala-Nissilä

Tfy-105 Risto Nieminen

Tfy-105 Martti Puska

Tfy-105 Päivi Törmä

Tfy-125 Olli Ikkala

Tfy-125 Matti Kaivola

Tfy-125 Janne Ruokolainen

Tfy-56 Peter Lund

Tfy-56 Rainer Salomaa

Tfy-99 Risto Ilmoniemi

Tfy-99 Ari Koskelainen

Tfy-3, -56, -99, -105, -125 Erikoistyö 10 op

### Matematiikan pääaine

Esitietoina Matematiikan perusmoduuli A1 ja jatkomoduuli A2

Moduulin vastuuopettajat:

professori Olavi Nevanlinna

professori Juhani Pitkäranta

professori Gustaf Gripenberg

professori Timo Eirola

professori Esko Valkeila

professori Juha Kinnunen

### **F100-3 Matematiikan syventävä moduuli A3 (20 op)**

Valittava 10 op seuraavista kursseista:

Mat-1.3081 Algebra I 5 op

Mat-1.3111 Lukuteoria 3 op

Mat-1.3281 Analyysi I 5 op

Mat-1.3422 Wavelet-teoria 3 op

Mat-1.3530 Johdatus differentiaaligeometriaan 5 op

Mat-1.3602 Stokastinen analyysi 3-5 op

Mat-1.3603 Rahoitusteoria 5 op

Mat-1.3626 Laskennalliset inversiomenetelmät 4-6 op

Mat-1.3651 Matrix computations 5 op

Mat-1.3652 Finite Difference Methods 5 op



Mat-1.3658 Special course in numeric analysis 5 op  
Valittava lisäksi 10 op seuraavista kursseista:  
Mat-1.3030 – Mat-1.3659

#### Mekaniikan pääaine

Esitietoina Matematiikan perusmoduuli A1 ja Mekaniikan jatkomoduuli A2

Moduulin vastuuopettaja:  
professori Rolf Stenberg

#### **F101-3 Mekaniikan syventävä moduuli A3 (20 op)**

Valitse 20 op seuraavista kursseista:

Mat-1.3650 Elementtimenetelmä I 5 op  
Mat-1.3657 Osittaisdifferentiaaliyhtälöiden  
laskentamenetelmiä 5 op

Lisäksi vastaavan opettajan kanssa henkilökohtaisesti sovittava mekaniikan (Mat-5) ja matematiikan (Mat-1) kursseja siten, että 20 op täyttyy.

Myös muiden tiedekuntien mekaniikkaa käsitteleviä kursseja esim. lujuusoppi (Kul-49), rakenteiden mekaniikka (Rak-54), lentotekniikka (Kul-34), lämpötekniikka ja koneoppi (Ene-39), sähkömekaniikka (S-17), systeemitekniikka (AS-74) hyväksytään ja suositellaan.

#### Matematiikan ja mekaniikan erikoismoduuli ja Tieteen metodiikan opinnot -moduuli

Alla esiteltävät F100-C Matematiikan ja mekaniikan erikoismoduuli C ja F901-M Tieteen metodiikan opinnot moduuli M on tarkoitettu matematiikan ja mekaniikan pääaineen lukijoille.

#### **F100-C Matematiikan ja mekaniikan erikoismoduuli C (20 op)**

Moduulin vastuuopettajat:  
professori Juha Kinnunen  
professori Rolf Stenberg

Mat-1:n tai Mat-5:n erikoistyö 5-8 op  
Täydennä erikoismoduuli 20 op:een syventävien moduulien F100-3 ja F101-3 kursseilla.

#### **F901-M Tieteen metodiikan opinnot M (10 op)**

Moduulin vastuuopettajat:  
professori Gustaf Gripenberg  
professori Timo Eirola

Mat-1:n, Mat-2:n tai Mat-5:n erikoistyö 5 op

Lisäksi valittava 5 op TKK:n metodiopintolistalta  
<http://www.tkk.fi/fi/opinnot/perusopinnot/rakenteet/metodiikka/>.

### Systeemi- ja operaatiotutkimuksen pääaine

Esitietoina Systeemitieteiden perusmoduuli A1 ja jatkomoduuli A2

Moduulin vastuuopettajat:  
professori Raimo P. Hämäläinen  
professori Harri Ehtamo  
professori Ahti Salo

### **F200-3 Systeemi- ja operaatiotutkimuksen syventävä moduuli A3 (20 op)**

Mat-2.4129 Systeemien identifiointi 5 op

Mat-2.4133 Systeemianalyysilaboratorio II 5 op

Yksi seminaari:

Mat-2.4142 Optimointiopin seminaari 5 op

Mat-2.4177 Operaatiotutkimuksen projektityösemin. 5 op

Mat-2.4191 Sovelletun matematiikan tutkijasem. 5 op

Mat-2.4198 Luovan ongelmanratkaisun seminaari 5-8 op

Lisäksi valinnaisia Mat-2 ja muita sopivia vastuuopettajan kanssa kirjallisesti sovittavia kursseja niin, että 20 op täyttyy.

### Systeemi- ja operaatiotutkimuksen erikoismoduuli ja Tieteen metodiikan opinnot - moduuli

Alla esiteltävät F200-C erikoismoduuli C ja F901-M Tieteen metodiikan opinnot moduuli M on tarkoitettu systeemi- ja operaatiotutkimuksen pääaineen lukijoille.

### **F200-C Systeemi- ja operaatiotutkimuksen erikoismoduuli C, 20 op**

Moduulin vastuuopettajat:  
professori Raimo P. Hämäläinen  
professori Harri Ehtamo  
professori Ahti Salo

Mat-2.4108 Sovelletun matematiikan erikoistyöt 5 - 8 op

Lisäksi valinnaisia kursseja, joista vähintään kahden on oltava Mat-2 kursseja niin, että 20 op täyttyy.

### **F901-M Tieteen metodiikan opinnot M (10 op)**

Moduulin vastuuopettajat:  
professori Raimo P. Hämäläinen  
professori Harri Ehtamo  
professori Ahti Salo

TEKNILLINEN KORKEAKOULU  
INFORMAATIO- JA LUONNONTIETEIDEN TIEDEKUNTA  
TEKNILLISEN FYSIIKAN JA MATEMATIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Valitse 10 op Mat-2 kursseista tai kursseista Mat-1.2990 - Mat-1.3460  
Lisäksi voi valita muiden tiedekuntien tarjoamia metodiikka- tai vastaavia  
opintoja, joista on sovittava kirjallisesti vastuopettajan kanssa.