

# Fizika Doktori Iskola képzési terve

**Tudományág megnevezése:** Természettudományok

**Képzési forma:** doktori (Ph.D.) képzés

**Hatályos: 2022/23-as tanévtől**

**Képzési cél:** a tudományos fokozat megszerzésére való felkészítés, felsőoktatási gyakorlat megszerzése

**Képzési idő:** 8 félév

**Tagozat:** nappali

**Finanszírozás:** államilag támogatott, ill. költségterítéses képzés

**A képzésbe történő belépés követelménye:** mesterfokozat és sikeres felvételi vizsga

**Nyelvi követelmények:** egy államilag elismert „C” típusú középfokú nyelvvizsga

**A képzés zárul:** abszolutórium

**Az abszolutóriumhoz szükséges kreditek száma:** 240

**Kreditszerzés módjai/moduljai:** tanulmányi kredit (48), kutatási kredit az első négy félévben (72), második négy félévben (120)

**A Fizika tanítása programban:** tanulmányi kredit (80), kutatási kredit az első négy félévben (52), második négy félévben (120)

**A doktori iskolai képzés felelőse:** Dr. Gubicza Jenő, egyetemi tanár, a doktori iskola vezetője

## A DOKTORI ISKOLA OKTATÁSI PROGRAMJAINAK CÍMEI:

- Fizika Doktori Iskola/Anyagtudomány és Szilárdtestfizika Doktori Program
- Fizika Doktori Iskola/Részecskefizika és Atommagfizika Doktori Program
- Fizika Doktori Iskola/Statisztikus Fizika, Biológiai Fizika és Kvantumrendszerek Fizikája Doktori Program
- Fizika Doktori Iskola/Fizika Tanítása Doktori Program
- Fizika Doktori Iskola/Csillagászat és Űrfizika Doktori Program

## FIZIKA DOKTORI ISKOLA OKTATÁSI PROGRAMJAINAK ISMERTETÉSE

### I. Anyagtudomány és Szilárdtestfizika doktori program

Programfelelős: Dr. Groma István

**Képzési/Tanulmányi modul (megszerezhető kredit: 48):**

**FIZ/1/001** Nanofázisú fémek

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/1/004** A végeelem módszer és alkalmazása az anyagtudományban

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/1/005** Folyadékkristályok, polimerek

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/1/006** Mintázatképződés komplex rendszerekben

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/1/009** Mikro és nanotechnológia I.

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/1/014** Analitikai elektronmikroszkópia

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/015** Fizikai Anyagtudomány I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/016** Fizikai Anyagtudomány II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/018** Nukleáris szilárdtestfizika I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/019** Nukleáris szilárdtestfizika II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/021** Transzmissziós elektronmikroszkópia és elektrondiffrakció  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/022** Haladó anyagfizika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/023** Szilárdtestelmélet  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/024** Rácshibák I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/025** Rácshibák II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/029** Szilárdtestkutatás I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/030** Szilárdtestkutatás II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/031** Technology of Materials (intenzív kurzus)  
6 kredit, elmélet, kötelezően választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/032** Nanomágnesség  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/036** Kompozit anyagok  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/037** Amorf fémötvözetek  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/038** Diffrakciós módszerek az anyagtudományban I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/039** Diffrakciós módszerek az anyagtudományban II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/040** Tömbi nanoszerkezetű anyagok  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/041** Kvantumbitek szilárdtestekben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/042** Topologikus szigetelők I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/043** Topologikus szigetelők II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/044** Mikro és nanotechnológia II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1/045** Alacsonyhőmérsékletű plazmafizika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/013** Kvantumkáosz mezoszkopikus rendszerekben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/015** Fullerének és szén nanocsövek

- 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/016** Makromolekulák  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/020** Kísérleti módszerek a szilárdtest fizikában I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/022** Mezoszkopikus szupravezetők  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/023** Mezoszkopikus rendszerek fizikája II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/025** Csapdába zárt atomi rendszerek I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/028** Számítógépes szimulációk a statisztikus fizikában  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/032** Fázisátalakulások  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/035** Soktestprobléma I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/040** Mezoszkopikus rendszerek fizikája I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/041** Csapdába zárt atomi rendszerek II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/042** Semleges atomok hűtése és csapdázása  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/051** Modern szilárdtest-fizika II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/052** Kísérleti módszerek a szilárdtest fizikában II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/054** Univerzalitási osztályok nemegyensúlyi rendszerekben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/060** Kvantuminformáció-elmélet  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/062** Szupravezetés  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/065** Szinkrotron sugárzás és alkalmazásai  
6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
**FIZ/1,3/066** Nyitott kvantumrendszerek elméletei  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/068** Green függvényes technika a nanofizikában  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/073** Csoportelmélet a szilárdtest-kutatásban  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/074** Bevezetés a szupravezetés elméletébe  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/076** Összefonódottság kvantum soktestrendszerekben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/079** Stochasztikus folyamatok  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/082** Dinamikai jelenségek lágy anyagokban  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
**FIZ/1,3/083** Fejlett anyagvizsgáló módszerek neutronokkal

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

**FIZ/RK-KV** Részképzés, kreditátvitel (megszereshető kredit 24)

**Kutatási modul (megszereshető kredit: 192):**

- FIZ/K18** Irányított kutatómunka (1,2,3,4. szemeszter)  
18 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető
- FIZ/K5** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
5 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető
- FIZ/K10** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
10 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető
- FIZ/K15** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
15 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető

**Oktatási modul (megszereshető kredit: 4/félév):**

- FIZ/OKT/2** Oktatási tevékenység  
2 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető
- FIZ/OKT/4** Oktatási tevékenység  
4 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető

**FIZ/EKK** Egyéni kutatási kredit (megszereshető kredit 13)

**II. Részecskefizika és Atommagfizika doktori program**

Programfelelős: Dr. Trócsányi Zoltán

**Képzési/Tanulmányi modul (megszereshető kredit: 48):**

- FIZ/2/001** Haladó térelmélet  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/002** Standard modell  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/003** A standard modellen túl  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/004** A részecskefizika kísérleti módszerei II  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/005** Húrelmélet I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/007** Rácstérelmélet I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/008** Szolitonok és instantonok I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/009** Szolitonok és instantonok II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/015** Inflációs kozmológia  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/016** Véges hőmérsékletű kvantumtérelmélet és asztrofizikai alkalmazásai

- 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/017** Diszkrét mértékszimetriák  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/018** Konform térelméletek  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/019** Peremes térelméletek  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/020** Algebrai térelmélet I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/021** Bevezetés az általános relativitáselméletbe I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/022** A magfizika kísérleti eljárásai  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/023** Jet-fizika hadron-hadron és nehézion ütközésekben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/024** Az erősen kölcsönható anyag fázisszerkezete  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/043** Bevezetés a szuperszimmetriába  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/045** Az integrálható klasszikus modellek algebrai elmélete  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/049** Kísérleti nagyenergiás fizika: adatok elemzése  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/050** Perturbált konform térelméletek  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/052** Algebrai térelmélet II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/053** Húrelmélet II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/054** Húrelmélet III.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/055** Rácstérelmélet II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/057** Bevezetés az általános relativitáselméletbe II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/077** Megoldható kvantummechanikai rendszerek  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/078** Az algebrai Bethe Ansatz és alkalmazásai  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/081** Gyenge kölcsönhatás  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/083** Kvantumszindinamika  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/084** Integrálható térelméletek  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/086** Szolitonok és insztantonok III.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/092** Kvantumelektrodinamika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/094** Nagyenergiás nehézionfizika, avagy a tökéletes kvarkfolyadék

- 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/104** Integrálható módszerek a mérték/gravitáció dualításban I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/109** Integrálható módszerek a mérték/gravitáció dualításban II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/110** Statisztikus térelmélet  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/113** Kvantumvilág  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/117** Válogatott fejezetek a nagyenergiás kísérleti fizikából  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/132** Asztro-részecskefizika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/136** Magfizika radioaktív nyalábokkal  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/137** Erős kölcsönhatás alacsony energián  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/138** A részecskefizika kísérleti módszerei  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/139** Neutrínófizika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/2/140** Feynman integrálok kiszámítása  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

**FIZ/RK-KV** Részképzés, kreditátvitel (megszerzhető kredit: 24)

**Kutatási modul (megszerzhető kredit: 192):**

- FIZ/K18** Irányított kutatómunka (1,2,3,4. szemeszter)  
18 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető
- FIZ/K5** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
5 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető
- FIZ/K10** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
10 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető
- FIZ/K15** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
15 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető

**Oktatási modul (megszerzhető kredit: 4/félév):**

- FIZ/OKT/2** Oktatási tevékenység  
2 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető
- FIZ/OKT/4** Oktatási tevékenység  
4 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető

**FIZ/EKK** Egyéni kutatási kredit (megszerzhető kredit: 13)

### III. Statisztikus Fizika, Biológiai Fizika és Kvantumrendszerek Fizikája doktori program

Programfelelős: Dr. Kürti Jenő

#### Képzési/Tanulmányi modul (megszerezhető kredit: 48):

- FIZ/3/003** Biológiai rendszerek statisztikus fizikája  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/004** Fraktálnövekedés  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/005** Elméleti evolúcióbiológia  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/008** Mintázatképződés komplex rendszerekben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/009** Folyadékkristályok, polimerek  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/010** Az érzékelés biofizikája  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/013** Kvantumkáosz mezoszkopikus rendszerekben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/015** Fullerének és szén nanocsövek  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/016** Makromolekulák  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/017** Környezeti áramlások fizikája  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/018** A káoszelmélet alkalmazása  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/019** Kommunikációs hálózatok forgalmának modellezése  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/020** Kísérleti módszerek a szilárdtest fizikában I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/021** Polimerek és membránok statisztikus fizikája  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/022** Mezoszkopikus szupravezetők  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/023** Mezoszkopikus rendszerek fizikája II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/025** Csapdába zárt atomi rendszerek I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/027** Extrém statisztikák és fizikai alkalmazásaik  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/028** Számítógépes szimulációk a statisztikus fizikában  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/029** Bevezetés a kvantumoptikába  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/030** Kvantumrendszerek koherens kontrollja  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/032** Fázisátalakulások  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

- FIZ/3/033** Nem egyensúlyi statisztikus fizika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/034** Matematikai módszerek a kvantumkémiában I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/035** Soktestprobléma I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/036** Kaotikus mechanika I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/037** Környezeti áramlások hidrodinamikája II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/039** A káosz statisztikus mechanikai rendszerekben/A káosz statisztikus tulajdonságai  
6 kredit, elmélet, kötelezően választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/040** Mezoszkopikus rendszerek fizikája I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/041** Csapdába zárt atomi rendszerek II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/042** Semleges atomok hűtése és csapdázása  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/044** Új kísérletek a kvantummechanikában  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/045** Az érzékelés biofizikája II.: Bioakusztika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/048** Dinamikai kritikus jelenségek  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/050** Soktestprobléma II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/051** Modern szilárdtest-fizika II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/052** Kísérleti módszerek a szilárdtest fizikában II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/054** Univerzalitási osztályok nemegyensúlyi rendszerekben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/055** Sejtszignalizációs hálózatok kvantitatív analízise  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/056** Fejlődésbiológiai mechanizmusok kvantitatív modelljei  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/059** Evolúciós játékelmélet  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/060** Kvantuminformáció-elmélet  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/062** Szupravezetés  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/063** Gráfok a bioinformatikában  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/3/064** Klaszterezés hálózatokkal  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/1,3/065** Szinkrotron sugárzás és alkalmazásai  
6 kredit, elmélet, választható, ismételhető
- FIZ/1,3/066** Nyitott kvantumrendszerek elméletei

- 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/068** Green függvényes technika a nanofizikában  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/069** Kaotikus mechanika II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/070** Kvantumelektrodinamika rezonátorban  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/071** Sejtmozgás molekuláris és biofizikai mechanizmusai  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/073** Csoportelmélet a szilárdtest-kutatásban  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/074** Bevezetés a szupravezetés elméletébe  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/075** Extrémek, rekordok és sorrend-statisztikák a természetben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/076** Összefonódottság kvantum soktestrendszerben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/077** Modern képalkotó technikák a biológiában  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/078** Frontok és mintázatok  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/079** Stochasztikus folyamatok  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/082** Preklinikai modellek a daganatkutatásban  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/082** Dinamikai jelenségek lágy anyagokban  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/1,3/083** Fejlett anyagvizsgáló módszerek neutronokkal  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/083** Python programozás és hálózatok  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/084** Adatbányászat és gépi tanulás  
6 kredit, elmélet és gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/085** Adatexploráció és vizualizáció  
6 kredit, elmélet és gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/086** Adatmodellek és adatbázisok a tudományban  
6 kredit, elmélet és gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/087** Adattudomány számítógépes labor  
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/088** Haladó statisztika és modellezés  
6 kredit, elmélet és gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/089** Mélytanulás és gépi tanulás a tudományokban  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/090** Tudományos modellezés számítógépes labor  
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/091** Elektronrendszerek számítógépes vizsgálata  
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/092** A gépi tanulás új eredményei szeminárium  
6 kredit, elmélet és gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/3/093** Haladó gépi tanulás labor

6 kredit, elmélet és gyakorlat, választható, nem ismételhető  
**FIZ/3/094** Extrém ultraibolya- és röntgen-spektroszkópia

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/3/095** Elektromágneses hullámok plazmában

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/3/096** A kvantummechanika alapjai

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/RK-KV** Részképzés, kreditátvitel (megszerezhető kredit: 24)

#### **Kutatási modul (megszerezhető kredit: 192):**

**FIZ/K18** Irányított kutatómunka (1,2,3,4. szemeszter)

18 kredit, doktori kutatás, választható, ismételhető

**FIZ/K5** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)

5 kredit, doktori kutatás, választható, ismételhető

**FIZ/K10** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)

10 kredit, doktori kutatás, választható, ismételhető

**FIZ/K15** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)

15 kredit, doktori kutatás, választható, ismételhető

#### **Oktatási modul (megszerezhető kredit: 4/félév):**

**FIZ/OKT/2** Oktatási tevékenység

2 kredit, gyakorlat, választható, ismételhető

**FIZ/OKT/4** Oktatási tevékenység

4 kredit, gyakorlat, választható, ismételhető

**FIZ/EKK** Egyéni kutatási kredit (megszerezhető kredit: 13)

### **IV. Fizika Tanítása doktori program**

Programfelelős: Dr. Nguyen Quang Chinh

#### **Képzési/Tanulmányi modul (megszerezhető kredit: 80):**

**FIZ/T/001** Fizika tanítása I.

5 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/T/002** A relativitáselmélet alapjai

5 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/T/003** Környezeti áramlások fizikája

5 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/T/005** Kaotikus mechanika

5 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/T/006** Számítógépek sokoldalú alkalmazása a fizika tanítása során

5 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/T/007** A mikrorészecskék fizikája

5 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

**FIZ/T/009** Fizika Tanítása II. (Klasszikus fizika: elektromágnesség, optika)

5 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

- FIZ/T/010** Fizika tanítása III. (Modern fizika: atomfizika, héj- és magfizika)  
5 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/T/011** Fizika tanítása IV. (Modern fizika: statisztikus fizika, relativitáselmélet, anyagtudomány, nemlineáris jelenségek)  
5 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/T/013** A fizika történelmi, nagy kísérletei  
5 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/T/016** Energiatermelés és környezet  
5 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/T/020** Kooperatív jelenségek, interdiszciplináris vonatkozások  
5 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/T/021** Fizika a biológiában  
5 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/T/022** Fizika a kémiában  
5 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/T/023** A csillagászat és az űrkutatás aktuális eredményei  
5 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/T/024** Szemléletes kvantumelmélet  
5 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

**FIZ/RK-KV** Részképzés, kreditátvitel (megszerezhető kredit: 24)

**Kutatási modul (megszerezhető kredit: 172):**

- FIZ/K4/16** Irányított kutatómunka (1,2,3,4. szemeszter)  
4-16-16-16 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető
- FIZ/K5** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
5 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető
- FIZ/K10** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
10 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető
- FIZ/K15** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
15 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető

**FIZ/EKK** Egyéni kutatási kredit (megszerezhető kredit: 13)

**V. Csillagászat és űrfizika doktori program**

Programfelelős: Dr. Petrovay Kristóf

**Képzési/Tanulmányi modul (megszerezhető kredit: 48):**

[szögletes zárójelben a régi szám: FIZ/2/...]

- FIZ/5/001 [034]** Asztrofizikai megfigyelési módszerek  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/002 [129]** Csillagászat az ESO műszereivel  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/003 [026]** Asztrostatisztika I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

- FIZ/5/004 [059]** Asztrostatisztika II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/005 [075]** Adatbázisok kezelése a csillagászatban  
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/006 [119]** Adatbányászat a csillagászatban  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/007 [031]** Haladó informatika a csillagászatban I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/008 [064]** Haladó informatika a csillagászatban II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/009 [032]** Rádiócsillagászat I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/010 [065]** Rádiócsillagászat II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/011 [038]** Astrophysical turbulence, dynamos and reconnection 1. LCT  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/012 [067]** Astrophysical turbulence, dynamos and reconnection II. LCT  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/013 [039]** Űrcsillagászat I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/014 [072]** Űrcsillagászat II.  
6 kredit, egyéni kutatás, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/015 [040]** Infrared Astronomy I  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/016 [068]** Infrared Astronomy II. GY  
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/017 [076]** Fejezetek a modern csillagászatból és kozmológiából  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/018 [107]** N-test szimulációk az asztrofizikában és a kozmológiában  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/019 [126]** Kozmológia  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/020 [074]** A távoli Univerzum  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/021 [127]** Gravitációshullám-asztrofizika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/022 [118]** Nagyenergiás asztrofizika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/023 [122]** Feketelyuk-fizika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/024 [123]** Válogatott fejezetek a kompakt csillagok szerkezet-  
vizsgálatából  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/025 [080]** Kompakt csillagok szerkezete  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/026 [121]** Aktív galaxismagok  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/027 [027]** Csillagrendszerek dinamikája I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- FIZ/5/028 [060]** Csillagrendszerek dinamikája II.

- 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/029 [120]** Csillag-és galaxispopulációk  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/030 [037]** A csillagközi anyag és a csillagkeletkezés kutatásának legújabb eredményei I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/031 [025]** Az intersztelláris anyag fizikája I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/032 [058]** Az intersztelláris anyag fizikája II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/033 [070]** Akkréciós folyamatok a csillagkeletkezésben  
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/034 [093]** Fiatal csillagok fényváltozásai  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/035 [033]** Csillagaktivitás - aktív csillagok I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/036 [066]** Csillagaktivitás - aktív csillagok II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/037 [115]** Pulzáló változócsillagok és megfigyelésük I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/038 [116]** Pulzáló változócsillagok és megfigyelésük II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/039 [114]** Pulzációelmélet  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/040 [101]** Az exobolygók kutatása  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/041 [099]** Fejezetek a többes csillag-és bolygórendszerek elméleti és megfigyelési kérdéseiből I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/042 [100]** Fejezetek a többes csillag-és bolygórendszerek elméleti és megfigyelési kérdéseiből II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/043 [130]** (Exo)Bolygóléggörök szeminárium I.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/044 [131]** (Exo)Bolygóléggörök szeminárium II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/045 [103]** Bolygók és bolygórendszerek keletkezése  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/046 [098]** Kis- és mikroszkopikus égitestek a Naprendszerben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/047 [133]** A Naprendszer peremén 1  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/048 [134]** A Naprendszer peremén 2  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/049 [102]** Törpebolygók a Naprendszerben  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/050 [105]** Káosz detektálási módszerek Hamilton-rendszerekben –  
Alkalmazások az égi mechanikában  
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető
- FIZ/5/051 [029]** Perturbációs módszerek az égi mechanikában I.

- 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető  
**FIZ/5/052 [062]** Perturbációs módszerek az égi mechanikában II.  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető  
**FIZ/5/053 [125]** Fejezetek a modern égi mechanikából  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető  
**FIZ/5/054 [073]** Lineáris és nem-lineáris MHD hullámok  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető  
**FIZ/5/055 [082]** Naprendszerbeli plazmák fizikája  
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető  
**FIZ/5/056 [095]** A helioszféra fizikája  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető  
**FIZ/5/057 [128]** Napfizika  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető  
**FIZ/5/058 [071]** Physics of the solar atmosphere  
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető  
**FIZ/5/059 [135]** Űridőjárás és űréghajlat  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

**FIZ/RK-KV** Részképzés, kreditátvitel (megszerezhető kredit: 24)

**Kutatási modul (megszerezhető kredit: 192):**

- FIZ/K18** Irányított kutatómunka (1,2,3,4. szemeszter)  
18 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető  
**FIZ/K5** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
5 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető  
**FIZ/K10** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
10 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető  
**FIZ/K15** Irányított kutatómunka (5,6,7,8. szemeszter)  
15 kredit, doktori kutatás, választható, ismételtető

**Oktatási modul (megszerezhető kredit: 4/félév):**

- FIZ/OKT/2** Oktatási tevékenység  
2 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető  
**FIZ/OKT/4** Oktatási tevékenység  
4 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető

**FIZ/EKK** Egyéni kutatási kredit (megszerezhető kredit: 13)

## A komplex vizsga tárgylistája

### Főtárgyként választható:

Asztrofizika; Űrfizika és bolygórendszerek; Biofizika; Anyagfizika; Kvantummechanika, atom- és molekulafizika; Magfizika; Optika; Részecskefizika; Statisztikus fizika; Szilárdtest-fizika; Hálózatok.  
A Fizika tanítása programban: Fizika tanítása

### Melléktárgyként választható:

Napfizika; A Naprendszer fizikája; Égi mechanika; Galaktikus csillagászat; Sztelláris asztrofizika; Az intersztelláris anyag fizikája; Extragalaktikus csillagászat; Kozmológia; Nagyenergiájú asztrofizika; Exobolygók és exobolygó-rendszerek fizikája; Jelfeldolgozás; Adatintenzív és gépi tanulási módszerek; Molekuláris biofizika; Bioinformatika; Fizikai módszerek a biológiában; Evolúcióelmélet; Környezetfizika; A relativisztikus kvantumtérelmélet matematikai alapjai; Renormálás és renormálási csoport; Optikai és részecske-spektroszkópia; Plazmafizika; Nehézion-fizika; Reaktorfizika és sugárvédelem; Nukleáris módszerek alkalmazásai; Gravitációelmélet; Kvantumoptika és lézerek; Kvantum informatika; Kísérleti kvantummechanika; Kvantum-elektrodinamika; Alacsony energiás hadron fizika és nemperturbatív kvantumszindinamika; Kvantumszindinamika; Az elektromágneses kölcsönhatás jelenségei és elmélete; A részecskefizika kísérleti és adatfeldolgozási módszerei; Kaotikus rendszerek; Növekedési jelenségek, mintázatképződés; Fázisátalakulások és kritikus jelenségek; Számítógépes módszerek a statisztikus fizikában; Hidrodinamika; Kristályhibák fémekben és szigetelőkben; Szilárd testek mechanikai tulajdonságai; A szilárdtest-kutatás és anyagtudomány kísérleti módszerei; Folyadékkristályok; Kondenzált anyagok mágneses tulajdonságai; Kondenzált anyagok optikai tulajdonságai; Soktest-probléma; Mezoszkopikus elektronrendszerek; Szén nanoszerkezetek; Topologikus szigetelők; Az anyagtudomány és szilárdtest-fizika számítógépes módszerei; Amorf és nanoszerkezetű anyagok fizikája; Makromolekulák és membránok fizikája; Nukleáris asztrofizika; Az elemi részecskék standard modellje; A standard modellen túl; Asztro-részecskefizika

A Fizika tanítása programban melléktárgyként választható továbbá:

A relativitáselmélet alapjai; Környezeti áramlások fizikája; A számítógépek sokoldalú alkalmazása a fizika tanítás során; Energiatermelés és környezet; Kooperatív jelenségek, interdiszciplináris vonások; A fizika történelmi nagy kísérletei; A mikrorészecskék fizikája; Fizika a biológiában; Kaotikus mechanika; A csillagászat és az űrkutatás speciális problémái; Fizika a kémiában; Szemléletes kvantumelmélet, a fenti tárgyakból kettőt összevonva.

### Az ismeretek ellenőrzésének rendszere

A kutatási tevékenységet a témavezető kredit hozzárendelésével értékeli. A hozzárendelt kreditpontot a hallgató teljesítménye alapján, a maximális értéken belül a témavezető javaslatára a programvezető hagyja jóvá. A képzési és kutatási szakaszban a megszerzendő kredit félévenként legalább 20, a kutatási és disszertációs szakaszban félévenként legalább 15. A képzési kreditet úgy állapítjuk meg, hogy egy félévben egy 2

órás tárgy lehallgatásával és vizsgával 3 kredit szerezhető. A Fizika tanítása programban meghirdetett 2 órás tárgyak kreditértéke (vizsgával) 5 kredit. A kurzusok teljesítését a tárgy előadója ötfokozatú skálán (1-2-3-4-5) értékeli és a NEPTUN Rendszerben igazolja. A kutatási tevékenységet a témavezető kredit hozzárendelésével értékeli. A félévenként hozzárendelt kreditpontot a hallgató teljesítménye alapján, a maximális értéken belül a témavezető javaslatára a programvezető hagyja jóvá. A képzési és kutatási szakaszban a megszerzendő kredit félévenként legalább 20, a kutatási és disszertációs szakaszban félévenként legalább 15.