

**A Debreceni Egyetem  
FIZIKAI TUDOMÁNYOK  
doktori iskolájának  
kivonatos ismertetője**

**2018.**

---

Vezető: Dr. Kun Ferenc  
egyetemi tanár

---

Debreceni Egyetem TTK, Elméleti Fizikai Tanszék  
Cím: 4026 Debrecen, Bem tér 18/b  
Postacím: 4002 Debrecen, Pf. 400.  
Telefon: +36-52-509-201, fax: +36-52-509-258  
Elektronikus levél: [ferenc.kun@science.unideb.hu](mailto:ferenc.kun@science.unideb.hu)  
URL: <http://physphd.unideb.hu>

---

Összeállította:  
Dr. Kunné Sohler Dorottya, Dr. Oláh László

## Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
A fizika doktori iskoláról.....	5
Atom- és molekulafizika program.....	6
Magfizika program.....	7
Szilárdtestfizika és anyagtudomány program.....	8
Fizikai módszerek interdiszciplináris kutatásokban program.....	9
Részecskefizika program.....	10

Debrecen, 2018.

## Bevezetés

1993-tól kezdve a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem, s így jogutódja a Debreceni Egyetem jogot szerzett doktori (PhD) cím adományozására a fizika alábbi területein (programok):

- I. Atom- és molekulafizika
- II. Magfizika
- III. Szilárdtestfizika és anyagtudomány
- IV. Fizikai módszerek interdiszciplináris kutatásokban
- V. Részecskefizika

A doktori iskolában folyó képzés segíti a doktoranduszt a doktori (PhD) fokozat megszerzéséhez szükséges tudás és az önálló kutatói gyakorlat megszerzésében. Ennek érdekében a doktorandusz tudományos képzésben vesz részt, a témavezető irányításával kutatási tapasztalatot szerez, megbízással oktatási feladatokat is vállalhat.

A doktori képzésre vonatkozó szabályokat a Debreceni Egyetem Doktori Szabályzata (<http://www.math.unideb.hu/tdt/>), valamint az iskola Szervezeti és Működési Szabályzata (SzMSz) (<http://physphd.unideb.hu> , <http://dragon.unideb.hu/~physphd/>) tartalmazza.

Az iskolába való felvétel felvételi vizsga alapján történik, amelyre az erre a célra szolgáló jelentkezési űrlap (*letölthető a Természettudományi és Informatikai Doktori Tanács honlapjáról: <http://www.math.unideb.hu/tdt/>* ) kitöltésével és a vizsgadíj befizetésével lehet jelentkezni. A felvételi eljárási rendje és pontozási szabályzata megtalálhatóak az iskola Szervezeti és Működési Szabályzatában (SzMSz) a <http://physphd.unideb.hu> honlapon. Az iskola időtartamára ösztöndíjat lehet kapni, a lehetőségek a témaválasztástól is függenek. A részletekről a Debreceni Egyetem, Természettudományi és Informatikai Doktori Tanács (TTDT) Irodájában lehet érdeklődni (Bessenyei Éva, PhD előadó, [phd-ttk@science.unideb.hu](mailto:phd-ttk@science.unideb.hu) , Tel.:+36 52 512 900 / 62890, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. Főépület (Egyetem téri Campus), földszint 15/B) , ill. jelentkezési lapot és csekket kérni. Az iskola elvileg bármilyen nemzetiségű hallgatók számára nyitott, azzal a megkötéssel, hogy az oktatás csak magyar és/vagy angol nyelven folyik. Az iskolában a jelöltek főállásuk megtartása mellett is részt vehetnek.

A képzés során a doktoranduszok tanulmányi és kutatási pontokat, krediteket gyűjtenek. A tanulmányi kreditek megszerzése érdekében a résztvevők különböző (kötelező és szabadon választható) foglalkozásokat látogatnak heti 4-6 órában. A doktorandusz hallgatók az előadások anyagából félévenként vizsgát tesznek. A doktorandusz a képzés eredményes lezárása után abszolutóriumot szerez. Az abszolutórium annak dokumentuma, hogy a doktorandusz a doktori képzés tanulmányi kötelezettségeinek mindenben eleget tett. Az abszolutórium megszerzéséhez szükséges feltételek megtalálhatóak az iskola SzMSz-ében a <http://physphd.unideb.hu> honlapon.

A 2015-ig felvételt nyert hallgatók számára az iskola hat féléves (36 hónap), melynek során a résztvevők 180 kreditet gyűjtenek, amely 6x27 kutatási kreditből és 18 tanulmányi (képzési) kreditből tevődik össze. A hallgatók programjuk anyagából tanulmányaik végén, a fokozatszerzési eljárás keretén belül, doktori szigorlatot tesznek.

A 2016-tól felvételt nyert hallgatók számára a képzés időtartama nyolc félév (48 hónap), amely képzési és kutatási, valamint kutatási és disszertációs szakaszból áll. A doktoranduszok a képzés során 240 kreditet gyűjtenek. Ennek döntő részét, a nyolc félév alatt

8x26=208 kreditet, kutatási kreditként szerzik. A hallgatók a képzési és kutatási szakaszban 16 tanulmányi (képzési) kreditet teljesítenek, majd a kutatási és disszertációs szakaszban a sikeresen megtartott előzetes vitával további 16 kreditet gyűjtenek.

A doktori képzés alatt a doktoranduszok az első és a harmadik év végén kötelező minősítésen esnek át éves beszámoló formájában. A negyedik félév végén, a képzési és kutatási szakasz lezárásaként, valamint a kutatási és disszertációs szakasz megkezdésének feltételeként a résztvevők komplex vizsgát teljesítenek, amely méri és értékeli a tanulmányi és kutatási előmenetelüket.

Mind a hat-, mind a nyolc-féléves képzésben a hallgatók a tanulmányi képzéssel párhuzamosan választott kutatási témájukból elkészítik doktori disszertációjukat, melyet meg kell védeniük.

A hat-féléves képzésben résztvevők a képzés után elkezdett kétéves fokozatszerzési eljárás során, a szigorlat letétele és az előzetes vita megtartása után jelentkezhetnek védésre.

A nyolc-féléves képzésben résztvevők a komplex vizsga letétele után kezdik meg a fokozatszerzési eljárást, amely egybeesik a kutatási és disszertációs szakasszal. A kutatási és disszertációs szakasz alatt sikeres előzetes vitán mutatják be kutatási eredményeiket, majd a negyedik év végén a kutatási és disszertációs szakasz lezárásaként jelentkeznek védésre.

A doktoranduszok a sikeres védés után kaphatják meg a doktori (PhD) fokozatot.

A foglalkozások, a választható kutatási témák, az iskolában résztvevők listája, valamint a szigorlat illetve komplex vizsga elméleti részének tematikai megtalálhatóak a <http://physphd.unideb.hu> honlapon.

Az iskola szakmai részével kapcsolatban érdeklődni lehet az iskola vezetőjénél, ill. a titkárnál: Dr. Oláh László, Debreceni Egyetem, Kísérleti Fizikai Tanszék, 4010 Debrecen, Pf. 105. , Bem tér 18/b, Tel.: +36-52-509-201, fax: +36-52-509-258, elektronikus levélcím: [olah.laszlo@science.unideb.hu](mailto:olah.laszlo@science.unideb.hu). A doktori témakörök részletes leírása a <http://physphd.unideb.hu> honlapon tekinthető meg.

## A fizika doktori iskoláról

A fizika az élettelen természettudományok közül az egzaktság legmagasabb fokát elért terület. Mind a kísérleti vizsgálatokban, mind az elméleti kutatásokban és leírásban átfogja az anyagi világ széles skáláját, a legkisebttől a legnagyobb méretekig (elemi részek, kvark-gluon plazma, atommagok, atomok, molekulák, bolygók, csillagok, világegyetem). Foglalkozik az anyagot felépítő elemi részek és kölcsönhatásaik vizsgálatával éppúgy, mint az ezekből összetett bonyolult rendszerek tulajdonságaival. Az alapvető jelentőségű megközelítés mellett számos olyan eredménye van, amelyek a műszaki-technikai fejlődést, valamint a mindennapi életet és a kulturális környezetet is jelentősen alakítja.

Éppen ezért a Debreceni Egyetem fontosnak tartotta, hogy egyetemi doktori programot, majd iskolát indítson fizikában. Az iskolán belüli részterületek a fizikának olyan alapvető és korszerű irányait képviselik, amelyek együttesen képesek egy, a modern igényeknek megfelelő, fizika egyetemi doktori iskolát alkotni. Az utóbbi évtizedek debreceni fizikája méltó az évszázados hagyományokhoz, amelyek a szilárd kísérleti alapokra épített elméleti értelmezéseket és gyakorlati alkalmazásokat is magukba foglalják. Bizonyítja mindezt az is, hogy az utóbbi évtizedekben a Kossuth Lajos Tudományegyetemen több mint száz egyetemi doktori értekezés került megvédésre fizikából. A doktori iskolában résztvevő fizikai tanszékek, valamint az MTA Atommagkutató Intézet (ATOMKI) ellátottsága kísérleti és számítástechnikai eszközökkel megfelelő ahhoz, hogy jó alapot adjon a doktoranduszok képzéséhez. A jelöltekről feltételezzük, hogy a fizikát egyetemi (mester) szinten hallgattak már. Így az iskola nyitott a nem fizikus végzettségűek előtt, akik számára különösen a IV. program nyújt érdekes témaválasztási lehetőséget.

A foglalkozásokat és a doktori témákat irányító, tudományos minősítéssel rendelkező oktatók és kutatók száma, tudományos munkássága és nemzetközi elismertsége biztosítja az egyetemi doktori képzés elvárt színvonalát.

## I. Atom- és molekulafizika program

Az atom- és molekulafizikai program tantárgyainak fő célkitűzése, hogy az ebben témakörben tudományos kutatást végezni kívánó hallgatóknak az atom- és molekulafizika alapkursusokkal szilárd, gyakorlati példákkal illusztrált alapképzést adjon. Erre az alapképzésre építve, amely már a fizikus mesterdiploma (MSc) keretében is teljesíthető, a választott kutatási témákhoz kapcsolódó speciális kurzus(ok) a hallgatót módszeresen bevezetik a kutatási témába, és biztosítják, hogy a hallgató a kutatási témához kapcsolódó elméleti és kísérleti technikákat megismerje és alkalmazni tudja. A képzés további részében a hallgató saját választása szerint rendszeres kurzusokon mélyítheti el ismereteit szűkebb kutatási területén, az atom- és molekulafizikában, vagy a fizika programok bármely más szakterületén.

A kurzusok tematikája a programban résztvevő oktatók és kutatók által ajánlott kutatási témákat lefedi, leglényegesebb pontjai:

- atom- és molekulafizikai mennyiségek számítása,
- atomi ütközési folyamatok elméleti leírása,
- atomi ütközések röntgen- és elektron-spektroszkópiai vizsgálata.

Az atom- és molekulafizika képzési és kutatási jelentősége nyilvánvaló, hiszen elvi kérdések megválaszolásában valamint modellek és közelítő eljárások ellenőrzésében az atomfizika jelenleg is az egyik legbiztosabb kísérleti terep. Az atomi alapfolyamatok megbízható és pontos ismerete a szilárd testekben és az élő anyagban lejátszódó folyamatok megértésének alapja. Az atomi ütközések pontos ismerete az anyag szélsőséges körülmények (csillagászati és laboratóriumi plazma) közötti viselkedésének kutatásában játszik döntő szerepet.

A program személyi feltételei között a résztvevők eredményes kutatói múltját kell kiemelni. Az elméleti vizsgálatok technikai háttérét a DE és az ATOMKI számítóközpontjai és számítógépparkja jelentik. A doktori program kísérleti háttérfeltételei az ATOMKI gyorsítóparkja (ciklotron, Van de Graff generátorok, elektron ciklotron rezonanciás ionforrás) valamint röntgen- (kristály és félvezető) és elektronspektrométerei jelentik. A programban résztvevő oktatók és kutatók kiterjedt nemzetközi kapcsolatai révén a tehetséges és ambiciózus hallgatók előtt a világ legjobban felszerelt atomfizikai laboratóriumai is megnyílnak.

## II. Magfizika program

A magfizika művelésének jelentőségét ma az alábbi három összetevő adja:

- A világmindenség fontos alkotóelemeinek, az atommagoknak a szerkezetét, az atommagbéli anyag tulajdonságait és nukleoni alkotórészeinek kölcsönhatásait tárja fel.
- A nukleonokat alkotó kvarkok és gluonok egy "zsákba" gyűjtött halmazát, az elméletileg megjósolt kvark-gluon plazmát magfizikai eszközökkel, igen nagy energiájú nehézion-ütközésekben lehet tanulmányozni.
- A magfizikai metodika olyan kultúrát alkot, amelynek adaptációi a társtudományokba, a termelésbe, az energetikába, a környezetvédelembe és a gyógyászatba bekapcsolva közvetlen hasznot hajtanak az emberiségnek.

Az program célja, hogy bevezesse a benne részt vevő doktoranduszokat a magfizikai kutatásba olyan fokon, hogy érdemleges tudományos eredményeket érjenek el, s ezzel magfizikai kutatómunkára vagy magas szintű alkalmazói munkára képesítse őket. Mindhárom féle kutatási témából bő választékot nyújt. A képzés módszeressé tételét, széles megalapozását számos előadás és laboratóriumi, valamint számítástechnikai gyakorlat szolgálja. Ezek az általánosság különböző fokain állnak, együttesen azonban olyan nagy területet fednek le, melyből a doktorandusz a témájához legjobban illő előadásokat kényelmesen megtalálhatja. A választék elég gazdag ahhoz, hogy tág teret hagyjon a doktorandusz egyéni ízlésének is. Az előadások tematikája úgy van összeállítva, hogy csak a korábbi egyetemi évek tananyagára támaszkodjanak, így felvételük más előadások felvételét nem feltételezi, és sorrendjük is tetszőleges lehet.

Az program kísérleti hátterét az ATOMKI töltött részecske-gyorsítói, és a nemzetközi együttműködésben hozzáférhetővé váló nagy gyorsítók és ezek kiegészítő berendezései (detektorrendszerek, spektrográfok, adatgyűjtő rendszerek, számítógépek stb.) adják. Az elméleti számítások a DE és az ATOMKI központi számítógépein, valamint a tanszékek és a kutatócsoportok munkaállomásain és személyi számítógépein végezhetők el. A debreceni magfizikai iskola szellemi háttere segíti a doktoranduszok tanulmányainak sikerét a programban.

### III. Szilárdtestfizika és anyagtudomány program

Az elmúlt évtizedekben az anyagtudományi kutatások egyre növekvő mértékben integrálták a fizikai, kémiai és műszaki kutatásokat. Ezeken belül az új anyagok alapvető tulajdonságainak megismerése elsősorban szilárdtestfizikai ismereteket és módszereket igényel. A program a szilárdtestek atomisztikus leírásából kiindulva, a mikro- és makroszerkezet tulajdonságait tárgyalva az anyagok alkalmazhatóságát meghatározó fizikai, kémiai, mechanikai, elektromos és mágneses, valamint optikai tulajdonságainak mélyebb megértését célozza. A program célja tehát olyan szakemberek képzése, akik a jelenségeket a fizikus szemléletmódjával közelítik meg, ugyanakkor az ipari, technológiai feladatok megoldásához is hozzá tudnak járulni.

A programban a doktoranduszok eredményes képzését biztosítja az egyetemünkön és az ATOMKI-ban jelenleg meglévő kutatási tradíciók és mérési módszerek:

- DE Szilárdtest Fizika Tanszék: fémek és ötvözetek, fém-kerámia kötések, atommozgási folyamatok, vékonyréteg-fizika, elektronmikroszkópia;
- DE Kísérleti Fizikai Tanszék: fényérzékeny funkcionális anyagok, elektron és ionnyalábok kölcsönhatása anyaggal, fotonikai elemek szerkezetek
- DE Elméleti Fizikai Tanszék: szilárdtestek ionbesugárzása, spinűvegek, szilárdtestek törése és fragmentációja;
- ATOMKI: szupravezetés, mágneses tulajdonságok, felületfizika.



#### IV. Fizikai módszerek interdiszciplináris kutatásokban program

A közelmúlt fizikai kutatásainak középpontjába került az olyan rendszerek vizsgálata, amelyekben az alkotóelemek nagy száma és a közöttük lévő kölcsönhatás révén a rendszer viselkedése az egyes egységektől lényegesen eltérő sajátosságokat mutat. Ezek az úgynevezett komplex rendszerek túlmutatnak a fizika hagyományos keretein, a gazdaság, a társadalom, az élő sejt, az agy, az világháló számos további példát mutat. A komplex rendszerek esetében a kölcsönhatások részleteiről gyakran részletes ismeretekkel rendelkezünk, ugyanakkor ez nem vezet az egész megértéséhez. A doktori program hallgatói elsajátítják azt, hogy a statisztikus fizika fogalmait, modell-alkotási és matematikai módszereit alkalmazva hogyan lehet a sokrészecskés, sokszereplős rendszerek makroszkopikus viselkedését tanulmányozni.

A világunkat átfogó környezet, mint komplex rendszer, problémáinak megoldásában a fizikai módszerek igen fontos szerepet játszanak. Az emberiség tevékenysége során megváltoztatta az atmoszféra és a hidroszféra összetételét, melynek messzemenő következményei lehetnek a földi élet jövőjére. Az egyik legismertebb ilyen hatás a földfelszín átlaghőmérsékletének emelkedése, az üvegház hatás. Az elmúlt negyven év alatt különösen a magfizika adott olyan eszközöket és módszereket a tudománynak, melyek hatékonynak bizonyultak környezeti problémák megoldásában. Kezdetben főként természetes és mesterséges radioizotópokat használtak a földi szférák közötti transzport folyamatok megértésére. A radioizotópok mellett ma már széles körben használják a freonokat és más antropogén szennyezőket is hasonló célra. A mérési módszerek területén az alacsony radioaktivitás-mérési módszerek kiegészültek számos más nukleáris analitikai módszerrel (PIXE, PIGE, ESCA, RBS, CPAA, NAA) valamint széles körben használják a tömegspektrométeres és gázkromatográfiás módszereket illetve ezek kombinációját. A doktori program előadások és gyakorlatok rendszerével kívánja megismertetni a végzett hallgatókkal ezeket a módszereket és számos példát mutat be az alkalmazásra.

A program rendelkezésére álló berendezések:

- izotóparány-mérő tömegspektrométer, minta-előkészítő rendszerek
- alacsony háttérű mérőhely  $^{14}\text{C}$ ,  $^{85}\text{Kr}$ , és  $^3\text{T}$  mérésére
- nemesgáz tömegspektrométer, argonkivonó rendszer
- kvadrupól tömegspektrométerek, gázbeeresztő rendszerek
- elektronspektrométerek
- REA berendezés, aeroszol mintavevő
- hordozható radonmérő, nyomdetektorok
- Si  $\alpha$ -spektrométer
- Van de Graff gyorsító, PIXE, PIGE, RBS kamrák
- Töltött részecske-nyaláb mikroszonda
- ciklotron, besugárzó kamra, alacsony háttérű besugárzó kamra,  $\gamma$ -, röntgen- és részecskedetektorok
- $\gamma$ -spektrométerek
- össz- $\beta$  számláló rendszer

## V. Részecskefizika program

A részecskefizika az anyag legkisebb építőköveinek, az elemi részecskéknek felderítésével, tulajdonságaik meghatározásával és a közöttük működő kölcsönhatások felkutatásával foglalkozik. Jelenleg úgy gondoljuk, hogy a leptonok és a kvarkok tekinthetők az anyag alapvető építőköveinek és a közöttük működő kölcsönhatásokat a mérték-bozonok (foton, gluonok, gyenge bozonok) és a skalár bozon (Higgs-bozon) közvetítik. Tudjuk, azonban, hogy a Világegyetemben található anyag mintegy 85%-át az egyelőre ismeretlen sötét-anyag alkotja. A jelenleg érvényesnek elfogadott (standard) modellben szereplő fermionok mindegyikét közvetve, vagy közvetlenül megfigyelték. Ugyancsak felfedezték a mérték-bozonokat is. A legújabb eredmény a Higgs-bozon felfedezése. Nagy kihívást jelent azonban a sötét anyag megismerése, a barion-antibarion aszimmetria okának feltárása, a neutrínók tömegének megmérése és értelmezése, a kölcsönhatások egyesítésének problémája. Az elektromágneses, a gyenge és az erős kölcsönhatás egyesítésére (GUT) vannak elképzelések, de azok nem összeegyeztethetők a tapasztalattal. Kísérleti oldalról teljesen felderítetlen területet jelent e kölcsönhatások és a gravitáció egyesítése. Jelenleg az Univerzum korai fejlődése során végbement fázisátalakulások tisztázására az egyik kiemelkedő feladat.

Mínthogy a részecskefizika a kutatás élvonalát jelenti, azért mind a kísérleti technika (vákuumtechnika, hidegtechnika, félvezető-technika, detektortechnika, szabályozástechnika, jelfeldolgozás stb.), mind a számítástechnika (hardver, szoftver), mind a számítástudomány (parallel struktúrák és algoritmusok) területén maximális igényeket képvisel, ezért a műszaki fejlődésben a részecskefizikának kiemelt szerep jut.

Ezek alapján ítélve a részecskefizikai kultúra nem hiányozhat huzamosan az olyan egyetemről, amely a fizika területén nyújt alapképzést és doktori programokat.