

**DEBRECENI EGYETEM**  
**TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI KAR**

**FIZIKUS**  
**MESTERKÉPZÉSI SZAK**

2010-től

**DEBRECEN**  
2010

## **Tartalomjegyzék**

|                                                                                                   |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Adatlap</b>                                                                                    | <b>3. oldal</b>  |
| <b>A képzés tanterve, tantárgyi programok</b>                                                     | <b>7. oldal</b>  |
| <b>Szakirányválasztás, záróvizsga, oklevélminősítés, testnevelés és idegennyelv követelmények</b> | <b>15. oldal</b> |
| <b>Tantárgyi tematikák</b>                                                                        | <b>19. oldal</b> |
| <b>Kompetenciák</b>                                                                               | <b>47. oldal</b> |
| <b>A képzés személyi feltételei</b>                                                               | <b>49. oldal</b> |
| <b>A képzés kutatási és infrastrukturális feltételei</b>                                          | <b>53. oldal</b> |

|                |
|----------------|
| <b>Adatlap</b> |
|----------------|

Felsőoktatási intézmény: **DEBRECENI EGYETEM** 4032, Debrecen, Egyetem tér 1

**A képzésért felelős kar megnevezése: TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI KAR**

A fizikus mesterszakért felelős oktató: **Dr. Trócsányi Zoltán** egyetemi tanár

Az alkalmazott fizika szakirányért felelős oktató: **Dr. Beke Dezső** egyetemi tanár

Az informatikus-fizika tanári szakirányért felelős oktató: **Dr. Halász Gábor** egyetemi docens

A környezetfizika szakirányért felelős oktató: **Dr. Kun Ferenc** egyetemi docens

A nukleáris technika szakirányért felelős oktató: **Dr. Sailer Kornél** egyetemi tanár

A mesterképzési szak megnevezése: **fizikus (Physics)**

A mesterképzési szakon szerezhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő

megjelölése: - végzettségi szint: **mesterfokozat** (magister, master; rövidítve: **MSc**)

- szakképzettség: **okleveles fizikus**

- a szakképzettség angol nyelvű megjelölése: **Physicist**

Képzési terület: **természettudomány**

Választható **szakirányok** megnevezése:

- **alkalmazott fizika** (Applied Physics)
- **informatikus-fizika** (Information Technology for Physics)
- **környezetfizika** (Environmental Physics)
- **nukleáris technika** (Nuclear Technology)

A képzési idő félévekben: **4 félév**.

A mesterfokozat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma: **120 kredit**.

- Az alapozó ismeretekhez rendelhető kreditek száma: 6-22 kredit;
- A szakmai törzsanyaghoz rendelhető kreditek száma: 20-30 kredit;
- A differenciált szakmai anyaghoz rendelhető kreditek száma: 30-60 kredit;
- A szabadon választható tantárgyakhoz rendelhető kreditek minimális értéke: 6 kredit;
- A diplomamunkához rendelt kreditérték: 30 kredit;
- A gyakorlati ismeretek aránya: az intézményi tanterv szerint legalább 30 %

Az összes óraszám (összes hallgatói tanulmányi munkaidő): (min.) **3600**,

Az összes órászámon belül a tanórák száma: **1200** (levelező tagozaton: 320)

**Idegennyelvi követelmények:** A mesterfokozat megszerzéséhez angol nyelvből államilag elismert középfokú (B2) komplex típusú nyelvvizsga vagy ezzel egyenértékű érettségi bizonyítvány, vagy oklevél szükséges.

A korábbi egyetemi képzés tartalmával és kimeneti elvárásaival való összevetés:

A fizikus mesterképzés során szerezhető végzettség megfelel a korábbi okleveles fizikus, okleveles mérnök-fizikus, illetve okleveles informatikus fizikus egyetemi végzettségnek, amit a fizikus mesterszaknak a szakalapításban leírt bemeneti és előtanulmányi feltételei, a szak általános megalapozása, szakmai ismeretkörei, valamint képzési és kimeneti követelményei biztosítanak.

**A mesterképzésbe történő belépésnél előzményként elfogadott szakok:**

- Teljes kreditérték beszámításával vehető figyelembe: a fizika alapképzési szak.
- A bemenethez a mesterképzésbe való felvétel alábbi feltételeiben meghatározott kreditek teljesítésével elsősorban számításba vehető alapképzési szakok: a kémia, a környezettan, a villamosmérnöki, a vegyészmérnöki, a gépészmérnöki, a mechatronikai mérnöki, az anyagszervező mérnöki, a műszaki informatika, a matematika alapképzési szak és a természettudomány képzési terület egyéb szakjai a tanári szakirány fizika szakmai moduljával.

Az alábbiakban meghatározott kreditek teljesítésével vehetők figyelembe: továbbá azok az alap- vagy mesterfokozatot adó alapképzési szakok, illetve a felsőoktatásról szóló 1993. évi LXXX. törvény szerinti főiskolai vagy egyetemi szintű alapképzési szakok, amelyeket a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek összevetése alapján a felsőoktatási intézmény kreditátviteli bizottsága elfogad.

**A mesterképzésbe való felvétel feltételei (kritérium ismeretkörök és kreditkövetelmények):**

A bemenethez feltétel nélkül elfogadott alapszak a fizika alapképzési szak.

A fizikus mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a jelentkező hallgató az alábbi tárgykörökben összesen legalább 65 kreditnyi, külön-külön pedig legalább az alább megadott kreditpontoszámnak megfelelő, korábbi felsőfokú tanulmányaiban megszerzett, hitelesen dokumentált, a felsőoktatási törvényben meghatározott összevetés alapján elismerhető ismeretanyaggal rendelkezzen.

| <b>Fizika</b>                                            | <b>Matematika/Informatika</b>                                       | <b>Egyéb természettudományos ismeretek</b>                                                                             |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fizika<br>Fizikai kémia<br>Elektronika<br>Műszaki fizika | Matematika<br>Informatika (/CAD)<br>Programozás<br>Számítástechnika | Kémia<br>Anyagtudomány<br>Nukleáris és környezetvédelmi ismeretek<br>Mérés<br>Folyamatszabályozás<br>Irányítástechnika |
| legalább 20 kredit                                       | legalább 18 kredit<br>(ebből matematika legalább 10)                | legalább 15 kredit                                                                                                     |

A mesterképzésbe való felvétel szükséges feltétele, hogy a felsorolt ismeretkörökben legalább 40 kredittel rendelkezzen a hallgató. Felvétel esetén a hiányzó krediteket a mesterfokozat megszerzésére irányuló képzéssel párhuzamosan, a felvételtől számított két féléven belül, a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

### **A mesterképzési szak képzési célja, az elsajátítandó szakmai kompetenciák:**

A képzés célja olyan fizikusok képzése, akik alkalmasak az alapvető természeti jelenségekben megnyilvánuló fizikai törvényszerűségek kísérleti tanulmányozására, azok elméleti értelmezésére és jártasak az informatika fizikát érintő területein. Magas színvonalon képesek üzemeltetni a fizikai törvényeken alapuló eljárásokra és csúcstechnológiai folyamatokra alapozott berendezéseket. Felkészültségük alapján legyenek képesek tanulmányaik doktori képzés keretében történő folytatására.

#### *a) A mesterképzési szakon végzettek ismerik:*

- a modern fizika főbb témaköreinek átfogó elméleti és gyakorlati ismeretanyagát,
- a fizika alkalmazott elméleti, kísérleti, illetve számítógépes módszereit,
- a matematika és az informatika fizikát érintő területeit,
- a tudományos kutatás, önképzés és kommunikáció alapvető módszereit.

#### *b) A mesterképzési szakon végzettek alkalmasak:*

- az alapvető természeti jelenségekben megnyilvánuló fizikai törvényszerűségek felismerésére, e jelenségek tudományos igényű kísérleti tanulmányozására és elméleti értelmezésére,
- alap-, ill. alkalmazott kutatást végző kutatócsoportok munkájába való bekapcsolódásra,
- a fizikai törvényekre és csúcstechnológiai folyamatokra alapozott ipari, informatikai és mérési rendszerek magas színvonalú üzemeltetésére,
- az informatika fizikát érintő szakterületeinek művelésére,
- rendszeres szakmai önképzéssel új tudományos eredmények feldolgozására és munkájuk során ezek alkotó módon való alkalmazására,
- kísérletek tervezésére, kivitelezésére és kiértékelésére,
- a fizikához és rokon területeihez kapcsolódó tudományos problémák megfogalmazására,
- a tanulmányaik során szerzett ismereteik és problémamegoldó készségük segítségével önálló és irányító munkakörök betöltésére a fizika tudományos eredményeit vagy módszereit felhasználó egyéb területeken (szakigazgatás, környezetvédelem stb.); továbbá
- az alkalmazott fizika szakirányon szerzett ismeretek birtokában a korszerű technológiai alapanyagok és folyamatok vizsgálatára, a bennük lezajló fizikai jelenségek észlelésére, értelmezésére és alkalmazására;
- az informatikus fizika szakirányon szerzett ismeretek birtokában a számítógéppel megoldható fizikai problémák kezelésére, valamint hardver- és szoftverfejlesztő szakemberként matematikai és fizikai alapismereteik alkalmazására;
- a nukleáris technika szakirányon szerzett ismeretek birtokában a nukleáris reaktorfizika, reaktortechnika, az atomerőművek, a nukleáris mérés technika, a sugár- és környezetvédelem, a radioizotópok gyógyászati, mezőgazdasági, ipari és geofizikai szakterületeken kutató, tervező, alkalmazó munka végzésére;
- a környezetfizika szakirányon szerzett ismeretek birtokában matematikai, számítástechnikai, integrált természettudományos ismereteik, valamint jelentős laboratóriumi gyakorlatuk birtokában környezettudománnyal és környezetvédelemmel kapcsolatos kutatói feladatok elvégzésére;

#### *c) A szakképzettség gyakorlásához szükséges személyes adottságok és készségek:*

- kreativitás, rugalmasság,
- probléma felismerő és megoldó készség,
- intuíció és módszeresség,
- tanulási készség és jó memória,
- információ feldolgozási képesség,
- környezettel szembeni érzékenység,
- elkötelezettség és igény a minőségi munkára,
- a szakmai továbbképzéshez szükséges pozitív hozzáállás,
- kezdeményező, döntéshozatali képesség, személyes felelősségvállalás és annak gyakorlása,
- alkalmasság az együttműködésre, a csoportmunkában való részvételre, kellő gyakorlat után vezetői feladatok ellátására.

### **A mesterfokozat és a szakképzettség szempontjából meghatározó ismeretkörök:**

1. Az alapképzésben megszerzett ismereteket tovább bővítő, mesterfokozathoz szükséges alapozó ismeretkörök: 6-22 kredit  
matematika (legfeljebb 15 kredit), informatika és méréstechnika (legfeljebb 15 kredit), gazdasági és menedzsment ismeretek (legfeljebb 4 kredit).

2. A szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei: 20-30 kredit  
atomok és molekulák fizikája (legfeljebb 6 kredit), kondenzált anyagok fizikája (legfeljebb 6 kredit), mag- és részecskefizika (legfeljebb 9 kredit), statisztikus fizika (legfeljebb 6 kredit), fizikai laboratórium (legfeljebb 6 kredit).

3. A szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretkörei:  
differenciált szakmai ismeretek 30-60 kredit:

a) szakirány választása nélkül

- a következő témakörök közül legalább két témakör választása: asztrofizika, biológiai fizika, atom- és molekulafizika, fizikai anyagtudomány, kvantumrendszerek fizikája, optika és lézerfizika, részecske- és magfizika, statisztikus fizika, szilárdtest-fizika (legalább 15 kredit); – egyéb szakmai tárgyak (legalább 6 kredit);
- laboratóriumi kutatási feladat (legalább 5 kredit);

b) szakirány választása esetén

- alkalmazott fizika szakirány: a következő témakörök közül legalább négy témakör választása: anyagtudomány, szilárdtestfizika, felület- és vékonyrétegfizika, optika, optoelektronika, lézerfizika, fényforrások, nanofizika, biológiai anyagtudományok (témakörönként legalább 4 kredit);
- informatikus fizika szakirány: a következő témakörök közül legalább négy témakör választása: modern programozási módszerek és matematikai alapjaik, numerikus módszerek a fizikában, számítógépes szimulációk a fizikában, infokommunikációs hálózatok, számítógép architektúrák, informatikai eszközök fizikai alapjai, elektronika, mérésvezérlés, adatgyűjtés és adatelemzés, alkalmazások a fizika különböző területein (témakörönként legalább 4 kredit);
- nukleáris technika szakirány: a következő témakörök közül legalább négy témakör választása: mag- és neutronfizika, reaktorfizika, atomerőművek termohidraulikája, nukleáris mérés technika (témakörönként legalább 4 kredit); radioizotópok alkalmazásai, környezeti sugárvédelem;
- környezetfizika szakirány: a következő témakörök közül legalább négy témakör választása: a környezettudomány alapjai, környezeti áramlások, sugárzások fizikája, sugárvédelem, energetika és környezet, hidrológia, hidrogeológia, légkörtan, környezeti folyamatok modellezése, akusztika és zajszennyezés, környezetkímélő anyagok és technológiák, környezetvédelmi ismeretek (témakörönként legalább 4 kredit);

diplomamunka: 30 kredit.

### III. A mesterképzési szak tanterve és a tantárgyi programok leírása

#### 1. A szak tantervét táblázatban összefoglaló, krediteket is megadó, óra és vizsgaterv

- Ha vannak szakirányok, azok bemutatása, kredit-tartalommal is

#### 1.1. Fizikus MSc nappali mesterképzés tantervi hálók

Törzsanyag tárgyai / szakirányok közös követelménye

| Modul                |                      | Tárgy                                      | Félév/óraszám |       |       |       | Számmonkérés | Össz. kredit |
|----------------------|----------------------|--------------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|
|                      |                      |                                            | 1             | 2     | 3     | 4     |              |              |
| Alapozó              | TMME0271<br>TMMG0271 | Modern analízis 1.                         | 2+2+0         |       |       |       | k + g        | 3<br>2       |
|                      | TMME0272<br>TMMG0272 | Modern analízis 2.                         |               | 2+2+0 |       |       | k + g        | 3<br>2       |
|                      | TMME0273<br>TMMG0273 | Modern analízis 3.                         |               |       | 2+2+0 |       | k + g        | 3<br>2       |
|                      | TFME0601<br>TFML0601 | Programozás előadás és gyakorlat           | 2+0+2         |       |       |       | k + g        | 3<br>2       |
|                      | TFMG0710             | Vezetői és gazdasági ismeretek szeminárium | 0+2+0         |       |       |       | g            | 2            |
| Fizika               | TFME0208             | Statisztikus fizika 2.                     | 2+0+0         |       |       |       | k            | 3            |
|                      | TFME0209             | Komplex rendszerek                         | 2+0+0         |       |       |       | k            | 3            |
|                      | TFME0404             | Atommagfizika és nukleáris technika        | 2+0+0         |       |       |       | k            | 3            |
|                      | TFME0403             | Környezetfizika 2.                         |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                      | TFML0501             | Fizika laboratórium                        | 0+0+4         |       |       |       | g            | 3            |
|                      | TFME0210             | Számítógépes modellezés                    |               |       |       | 2+0+3 | g            | 5            |
|                      | (*)TFME0207          | (*)Kvantummechanika 2.                     |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                      | TFME0405             | Szilárdtestfizika 2.                       |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
| Szabadon választható |                      | Részecskefizika                            | 2+0+0         |       |       |       | k            | 3            |
|                      |                      | Szabadon vál. 1.                           | 2+0+0         |       |       |       | k            | 3            |
| Diplomamunka         |                      | Szabadon vál. 2.                           |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
|                      | TFML0191             | Diplomamunka 1                             |               |       | +15   |       | g            | 10           |
| Összesítés           | TFML0192             | Diplomamunka 2                             |               |       |       | +30   | g            | 20           |
|                      |                      | Összes vizsga/gyak. jegy                   | 7/4           | 4/1   | 2/2   | 0/2   |              |              |
|                      |                      | Összes óra elmélet/gyak.                   | 14/10         | 8/2   | 4/17  | 2/33  |              |              |
| Összes kredit        |                      |                                            | 30            | 14    | 18    | 25    |              | 87           |

(\*) Aki a törzsanyagban szereplő TFME0207 Kvantummechanika 2. tárgyat az alapképzésben teljesítette, annak a TFME0211 Szimmetriák 1. tárgyat kell helyette kötelező tárgyként teljesíteni.

A szabadon választható tárgyakat a TTK-n meghirdetett tárgyak közül lehet választani.

A kötelezően választható szakmai tárgyak: más szakirányok tárgyai, illetve a modulokban nem szereplő speciális kollégiumok.

Aki a törzsanyagban szereplő más tárgyat az alapképzésben teljesített, az ezek helyett a kötelezően választható tárgyak közül másikat tárgyat választhat.

A Diplomamunka megkezdésének feltétele az első féléves törzsanyag tárgyak teljesítése.

Szakirány nélkül:

| Modul                        |                      | Tárgy                                                | Félév/óraszám |       |       |       | Számmonkérés | Össz. Kredit |
|------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|
|                              |                      |                                                      | 1             | 2     | 3     | 4     |              |              |
|                              | TFMG0207             | Kvantummechanika 2. gyak.                            |               | 0+2+0 |       |       | g            | 2            |
|                              | TFML0502<br>TFML0201 | Haladó magfizika lab. gyak.,<br>vagy Elméleti műhely |               | 1+0+4 |       |       | g            | 5            |
| 1                            | TFME0410             | Kísérleti atom- és molekulafizika                    |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
| 2                            | TFME0211             | Szimmetriák I.                                       |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
| 1                            | TFME0212<br>TFMG0212 | Elméleti atom és molekula fizika előadás + gyakorlat |               |       | 2+2+0 |       | k +<br>g     | 3<br>2       |
| 3                            | TFME0407             | Részecskefizika 2.                                   |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
| 3                            | TFME0103             | Nukleáris asztrofizika                               |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
| 4                            | TFME0213             | Elméleti szilárdtestfizika                           |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
| 4                            | TFME0214             | Fázisátalakulások elmélete                           |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
| 5                            | TFME0704             | Modern fizikai módszerek a biológiában               |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
| 5                            | TFME0705             | A sejtek és érzékszervek működésének fizikai alapjai |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
| 2                            | TFME0215             | Kvantumtérelmélet                                    |               |       |       | 2+0+0 | k            | 3            |
| Köt. vál.                    |                      |                                                      |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
| Köt. vál.                    |                      |                                                      |               |       |       | 2+0+0 | k            | 3            |
| Összesítés<br>-<br>Szakirány |                      | Összes vizsga/gyak. jegy                             | 0/0           | 3/2   | 3/1   | 2/0   |              |              |
|                              |                      | Összes óra elmélet/gyak.                             | 0/0           | 7/6   | 6/2   | 4/0   |              |              |
|                              |                      | Összes kredit                                        | 0             | 16    | 11    | 6     |              | 33           |
| Összesítés                   |                      | Összes vizsga/gyak. jegy                             | 7/4           | 7/3   | 5/3   | 2/2   |              |              |
|                              |                      | Összes óra elmélet/gyak.                             | 14/10         | 15/8  | 10/19 | 6/33  |              |              |
|                              |                      | Összes kredit                                        | 30            | 30    | 29    | 31    |              | 120          |

1. modul: atom- és molekulafizika  
2. modul: kvantumrendszerek fizikája  
3. modul: részecske- és magfizika  
4. modul: szilárdtestfizika  
5. modul: biológiai fizika

A 2-5. modulok közül kettőt kell választani.

Alkalmazott fizika szakirány:

| Modul                        |                      | Tárgy                                              | Félév/óraszám |       |       |       | Számmonkérés | Össz. Kredit |
|------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|
|                              |                      |                                                    | 1             | 2     | 3     | 4     |              |              |
| Alkalmazott fizika szakirány | TFME0411<br>TFML0411 | Anyagvizsgálati módszerek előadás + laborgyakorlat |               | 2+0+2 |       |       | k + g        | 3<br>1       |
|                              | TFME0412             | Atommozgási folyamatok                             |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                              | TFME0302             | Nanoelektronika                                    |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                              | TFML0503             | Haladó szilárdtestfizika laboratóriumi gyak.       |               | 0+0+4 |       |       | g            | 3            |
|                              | TFME0424             | Elektron és atomi mikroszkópia 2.                  |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                              | TFME0213             | Elméleti szilárdtestfizika                         |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
|                              | TFME0214             | Fázisátalakulások elmélete                         |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
|                              | TFME0413             | Felületfizika                                      |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
|                              | TFME0216             | Zajanalízis és alkalmazásai                        |               |       |       | 2+0+0 | k            | 3            |
|                              | TFMG0110             | Szeminárium                                        |               |       |       | 0+2+0 | g            | 2            |
| Köt. vál.                    |                      |                                                    |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
| Összesítés<br>-<br>Szakirány |                      | Összes vizsga/gyak. jegy                           | 0/0           | 4/2   | 4/0   | 1/1   |              |              |
|                              |                      | Összes óra elmélet/gyak.                           | 0/0           | 8/6   | 8/0   | 4/0   |              |              |
|                              |                      | Összes kredit                                      | 0             | 16    | 12    | 5     |              | 33           |
| Összesítés                   |                      | Összes vizsga/gyak. jegy                           | 7/4           | 7/4   | 6/2   | 1/3   |              |              |
|                              |                      | Összes óra elmélet/gyak.                           | 14/10         | 15/10 | 12/17 | 4/33  |              |              |
|                              |                      | Összes kredit                                      | 30            | 30    | 30    | 30    |              | 120          |

Informatikus-fizika szakirány:

| Modul                         |                      | Tárgy                                        | Félév/óraszám |       |       |       | Számmonkérés | Össz. kredit |
|-------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|
|                               |                      |                                              | 1             | 2     | 3     | 4     |              |              |
| Informatikus-fizika szakirány | TFME0607             | Algoritmusok elmélete                        |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                               | TFME0603             | Beágyazott rendszerek                        |               | 1+0+2 |       |       | g            | 2            |
|                               | TFME0301<br>TFML0301 | Elektronika előadás + laborgyakorlat         |               | 2+0+2 |       |       | k + g        | 3<br>2       |
|                               | TFME0604             | Számítógép architektúrák                     |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                               | TFME0418             | Az infokommunikáció anyagtudományi alapjai   |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                               | TFME0602<br>TFML0602 | Objektum-orientált programozás előadás +lab. |               |       | 2+0+2 |       | k + g        | 3<br>2       |
|                               |                      | Projekt- és vállalatirányítás                |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
|                               | TFME0605             | Távközlő és érzékelő hálózatok               |               |       | 1+0+2 |       | g            | 3            |
|                               | TFME0606             | Kvantuminformatika                           |               |       |       | 2+1+0 | k            | 3            |
| Köt. vál.                     |                      |                                              |               |       |       | 2+0+0 | k            | 3            |
| Összesítés<br>-<br>Szakirány  |                      | Összes vizsga/gyak. jegy                     | 0/0           | 4/2   | 2/2   | 2/0   |              |              |
|                               |                      | Összes óra elmélet/gyak.                     | 0/0           | 9/4   | 5/4   | 4/0   |              |              |
|                               |                      | Összes kredit                                | 0             | 16    | 11    | 6     |              | 33           |
| Összesítés                    |                      | Összes vizsga/gyak. jegy                     | 7/4           | 8/3   | 5/4   | 2/2   |              |              |
|                               |                      | Összes óra elmélet/gyak.                     | 14/10         | 15/6  | 9/21  | 4/33  |              |              |
|                               |                      | Összes kredit                                | 30            | 30    | 29    | 31    |              | 120          |

Környezetfizika szakirány:

| Modul                     |          | Tárgy                             | Félév/óraszám |       |       |       | Számmonkérés | Össz. Kredit |
|---------------------------|----------|-----------------------------------|---------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|
|                           |          |                                   | 1             | 2     | 3     | 4     |              |              |
| Környezetfizika szakirány | TFME0408 | Környezetfizika 3                 |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                           | TFME0409 | Sugárvédelem és dozimetria        |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                           | TGBE0703 | Hidrológia, hidrogeológia         |               | 2+1+0 |       |       | k            | 3            |
|                           | TFME0414 | Környezeti folyamatok modellezése |               | 1+2+0 |       |       | g            | 3            |
|                           | TFML0505 | Radioanalitikai mérések           |               | 0+0+4 |       |       | g            | 3            |
|                           | TKBE0417 | Környezeti kémia                  |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
|                           | TGBE1130 | Légekörnyezet                     |               |       | 2+1+0 |       | k            | 4            |
|                           | TEBE0109 | Környezetvédelem 1                |               |       | 2+1+0 |       | k            | 3            |
|                           | TFML0506 | Környezetfizikai mérések          |               |       |       | 0+0+3 | g            | 2            |
|                           | TEBG0109 | Környezetvédelem 2                |               |       |       | 1+2+0 | g            | 3            |
|                           | TFML0507 | Környezetanalitikai mérések       |               |       | 0+0+4 |       | g            | 3            |
| Összesítés - Szakirány    |          | Összes vizsga/gyak. jegy          | 0/0           | 3/2   | 3/1   | 0/2   |              |              |
|                           |          | Összes óra elmélet/gyak.          | 0/0           | 7/7   | 6/4   | 1/5   |              |              |
|                           |          | Összes kredit                     | 0             | 15    | 13    | 5     |              | 33           |
| Összesítés                |          | Összes vizsga/gyak. jegy          | 7/4           | 7/3   | 5/3   | 0/4   |              |              |
|                           |          | Összes óra elmélet/gyak.          | 14/10         | 15/9  | 10/21 | 1/38  |              |              |
|                           |          | Összes kredit                     | 30            | 29    | 31    | 30    |              | 120          |

Nukleáris technika szakirány:

| Modul                        |          | Tárgy                       | Félév/óraszám |       |       |       | Számmonkérés | Össz. Kredit |
|------------------------------|----------|-----------------------------|---------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|
|                              |          |                             | 1             | 2     | 3     | 4     |              |              |
| Nukleáris technika szakirány | TFME0415 | Kísérleti atommagfizika     |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                              | TFME0419 | Nukleáris energetika        |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                              | TFME0409 | Sugárvédelem és dozimetria  |               | 2+0+0 |       |       | k            | 3            |
|                              | TFML0502 | Haladó magfizika labor      |               | 1+0+4 |       |       | g            | 5            |
|                              | TFML0505 | Radioanalitikai mérések     |               | 0+0+4 |       |       | g            | 3            |
|                              | TFME0103 | Nukleáris asztrofizika      |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
|                              | TFME0407 | Részecskefizika 2           |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
|                              | TFME0417 | Nukleáris technika          |               |       | 2+0+0 |       | k            | 3            |
|                              | TFML0507 | Környezetanalitikai mérések |               |       | 0+0+4 |       | g            | 3            |
|                              | TFMG0110 | Szeminárium                 |               |       |       | 0+2+0 | g            | 2            |
| Köt. vál.                    |          | Kötelezően választható      |               |       |       | 2+0+0 | k            | 2            |
| Összesítés - Szakirány       |          | Összes vizsga/gyak. jegy    | 0/0           | 3/2   | 3/1   | 1/1   |              |              |
|                              |          | Összes óra elmélet/gyak.    | 0/0           | 7/8   | 6/4   | 2/2   |              |              |
|                              |          | Összes kredit               | 0             | 16    | 12    | 5     |              | 33           |
| Összesítés                   |          | Összes vizsga/gyak. jegy    | 7/4           | 7/3   | 5/3   | 1/3   |              |              |
|                              |          | Összes óra elmélet/gyak.    | 14/10         | 13/10 | 10/21 | 1/35  |              |              |
|                              |          | Összes kredit               | 30            | 30    | 30    | 30    |              | 120          |

## 1.2. Fizikus MSc levelező mesterképzés tantervi hálók

Törzsanyag tárgyai / szakirányok közös követelménye levelező szakon

| Modul                       |            | Tárgy                                      | Félév/ féléves óraszám |       |         |         | Számmonkérés | Össz. Kredit |
|-----------------------------|------------|--------------------------------------------|------------------------|-------|---------|---------|--------------|--------------|
|                             |            |                                            | 1                      | 2     | 3       | 4       |              |              |
| <i>Alapozó</i>              | TMME0271_L | Modern analízis 1.                         | 8+4+0                  |       |         |         | k            | 5            |
|                             | TMME0272_L | Modern analízis 2.                         |                        | 8+4+0 |         |         | k            | 5            |
|                             | TMME0273_L | Modern analízis 3.                         |                        |       | 8+4+0   |         | k            | 5            |
|                             | TFME0601_L | Programozás előadás és gyakorlat           | 8+0+4                  |       |         |         | k            | 5            |
|                             | TFMG0710_L | Vezetői és gazdasági ismeretek szeminárium | 0+8+0                  |       |         |         | g            | 2            |
| <i>Fizika</i>               | TFME0208_L | Statisztikus fizika 2.                     | 8+0+0                  |       |         |         | k            | 3            |
|                             | TFME0209_L | Komplex rendszerek                         | 8+0+0                  |       |         |         | k            | 3            |
|                             | TFME0404_L | Atommagfizika és nukleáris technika        | 8+0+0                  |       |         |         | k            | 3            |
|                             | TFME0403_L | Környezetfizika 2.                         |                        | 8+0+0 |         |         | k            | 3            |
|                             | TFML0511_L | Fizika laboratórium1.                      | 0+0+32*                |       |         |         | g            | 2            |
|                             | TFML0512_L | Fizika laboratórium2.                      |                        |       | 0+0+16* |         | g            | 1            |
|                             | TFME0210_L | Számítógépes modellezés                    |                        |       |         | 8+0+4   | g            | 5            |
|                             | TFME0207_L | Kvantummechanika 2. **                     |                        | 8+0+0 |         |         | k            | 3            |
|                             | TFME0405_L | Szilárdtestfizika 2.                       |                        | 8+0+0 |         |         | k            | 3            |
|                             | TFME0406_L | Részecskefizika                            | 8+0+0                  |       |         |         | k            | 3            |
| <i>Szabadon választható</i> |            | Szabadon v. 1.                             | 8+0+0                  |       |         |         | k            | 3            |
|                             |            | Szabadon v. 2.                             |                        |       | 8+0+0   |         | k            | 3            |
| <i>Diplomamunka</i>         | TFML0191_L | Diplomamunka 1                             |                        |       | +60***  |         | g            | 10           |
|                             | TFML0192_L | Diplomamunka 2                             |                        |       |         | +120*** | g            | 20           |
| Összesítés                  |            | Összes vizsga/gyak. jegy                   | 7/4                    | 4/1   | 2/2     | 0/2     |              |              |
|                             |            | Összes óra elmélet/gyak.                   | 56/48                  | 32/4  | 16/80   | 8/124   |              |              |
|                             |            | Összes kredit                              | 29                     | 14    | 19      | 25      |              | 87           |

\* A levelező képzésben is a laboratóriumi gyakorlatok a hét közben tartott labornapokon teljesíthetők.

\*\*Aki a törzsanyagban szereplő TFME0207\_L Kvantummechanika 2. tárgyat az alapképzésben teljesítette, annak a TFME0211\_L Szimmetriák 1. tárgyat kell helyette kötelező tárgyként teljesíteni.

\*\*\*Önálló felkészüléssel, a témavezetővel szükség szerint konzultálva.

A szabadon választható tárgyakat a TTK-n meghirdetett tárgyak közül lehet választani.

A kötelezően választható szakmai tárgyak: más szakirányok tárgyai, illetve a modulokban nem szereplő speciális kollégiumok.

Aki a törzsanyagban szereplő tárgyat az alapképzésben teljesített, az a kötelezően választható tárgyak közül másik tárgyat választhat.

A Diplomamunka megkezdésének feltétele az első féléves törzsanyag tárgyak teljesítése.

**Szakirány nélküli tantervi háló levelező szakon:**

| Modul                        |                          | Tárgy                                                | Félév/ féléves óraszám |        |       |        | Számmonkérés | Össz. Kredit |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|------------------------|--------|-------|--------|--------------|--------------|
|                              |                          |                                                      | 1                      | 2      | 3     | 4      |              |              |
|                              | TFMG0207_L               | Kvantummechanika 2. gyak.                            |                        | 0+8+0  |       |        | G            | 2            |
|                              | TFML0201_L               | Elméleti műhely                                      |                        | 4+0+16 |       |        | G            | 5            |
| 1                            | TFME0410_L               | Kísérleti atom- és molekulafizika                    |                        | 8+0+0  |       |        | K            | 3            |
| 2                            | TFME0211_L               | Szimmetriák 1.                                       |                        | 8+0+0  |       |        | k            | 3            |
| 1                            | TFME0212_L<br>TFMG0212_L | Elméleti atom és molekula fizika előadás + gyakorlat |                        |        | 8+8+0 |        | K + g        | 3<br>2       |
| 3                            | TFME0407_L               | Részecskefizika 2.                                   |                        |        | 8+0+0 |        | k            | 3            |
| 3                            | TFME0103_L               | Nukleáris asztrofizika                               |                        |        | 8+0+0 |        | k            | 3            |
| 4                            | TFME0213_L               | Elméleti szilárdtestfizika                           |                        |        | 8+0+0 |        | k            | 3            |
| 4                            | TFME0214_L               | Fázisátalakulások elmélete                           |                        |        | 8+0+0 |        | k            | 3            |
| 5                            | TFME0704_L               | Modern fizikai módszerek a biológiában               |                        |        | 8+0+0 |        | k            | 3            |
| 5                            | TFME0705_L               | A sejtek és érzékszervek működésének fizikai alapjai |                        |        | 8+0+0 |        | k            | 3            |
| 2                            | TFME0215_L               | Kvantumtérelmélet                                    |                        |        |       | 8+0+0  | k            | 3            |
| Köt. vál.                    |                          |                                                      |                        | 8+0+0  |       |        | K            | 3            |
| Köt. vál.                    |                          |                                                      |                        |        |       | 8+0+0  | K            | 3            |
| Összesítés<br>-<br>Szakirány |                          | Összes vizsga/gyak. jegy                             | 0/0                    | 3/2    | 3/1   | 2/0    |              |              |
|                              |                          | Összes óra elmélet/gyak.                             | 0/0                    | 26/24  | 24/8  | 16/0   |              |              |
|                              |                          | Összes kredit                                        | 0                      | 16     | 11    | 6      |              | 33           |
| Összesítés                   |                          | Összes vizsga/gyak. jegy                             | 7/4                    | 7/3    | 5/3   | 2/2    |              |              |
|                              |                          | Összes óra elmélet/gyak.                             | 56/48                  | 58/28  | 40/88 | 24/124 |              |              |
|                              |                          | Összes kredit                                        | 29                     | 30     | 30    | 31     |              | 120          |

1. modul: atom- és molekulafizika  
2. modul: kvantumrendszerek fizikája  
3. modul: részecske- és magfizika  
4. modul: szilárdtestfizika  
5. modul: biológiai fizika

A 2-5. modulok közül kettőt kell választani.

### 1.3. Szakirányválasztás:

Szakirányú képzés csak nappali tagozaton van.

A fizikus nappali mesterképzésben ötféle oklevél szerezhető:

*Fizikus mesterszak (szakirány nélkül)*

*Fizikus mesterszak – alkalmazott fizika szakirány*

*Fizikus mesterszak – informatikus-fizika szakirány*

*Fizikus mesterszak – környezetfizika szakirány*

*Fizikus mesterszak – nukleáris technika szakirány*

A szakirányú képzésre jelentkezni a képzés első félévében a jelentkezési lapnak az intézeti titkárságon történő leadásával november 15-ig lehet. A jelentkezési lap letölthető az intézeti honlapról: <http://fizika.ttk.unideb.hu/kepzesek/FizikusMSc/FizikusMSc.htm>

Aki nem jelentkezik, az a szakirány nélküli képzésben folytathatja tanulmányait. A szakirányú tanulmányok elkezdése a második félévtől kezdődően, az első félév tanulmányi kötelezettségeinek teljesítése után válik lehetségessé. Az egyes szakirányok beindításának további feltétele a kellő számú jelentkező, amit az Intézet Oktatási Bizottsága az aktuális helyzet függvényében állapít meg.

### 1.4. Záróvizsga

#### A záróvizsga célja:

A végzős hallgató szakmai ismereteinek ellenőrzése, különös tekintettel az ismeretek alkalmazásában nyújtott képességeire. A záróvizsgán a végzős hallgatónak bizonyítania kell, hogy képes a magas szintű szakmai feladatok önálló ellátására és a felmerülő problémák gyors és hatékony megoldására. A záróvizsgán ugyancsak számot kell adnia előadó és vitakészségéről valamint alapos tárgyi ismereteiről.

#### A záróvizsgára bocsátás feltételei:

Záróvizsgára csak az a hallgató bocsátható, aki a fizikus mesterképzési szak tantervében előírt valamennyi tanulmányi kötelezettségének eleget tett, beleértve a minimum 120 kredit teljesítését, illetve ezen krediteknek az egyes szakmacsoportokon belüli megoszlását is.

További feltétel, hogy a hallgató témavezetői útmutatásokkal, de önálló munkára alapozva készítse el a diplomadolgozatát, és azt a vizsgaidőszak kezdete előtt egy hónappal egy példányban bekötve nyújtsa be a témavezetőhöz és egy példányban elektronikusan (CD-n, vagy interneten) az egyetemi könyvtár részére. A témavezetőnek a diplomamunka érdemjegyre a vizsgaidőszak kezdete előtt legalább egy héttel javaslatot kell tenni, és a diplomadolgozatot a záróvizsga bizottság elnökéhez kell eljuttatnia.

#### A záróvizsga lebonyolítása:

A záróvizsga két részből áll:

- 1) a diplomamunka bemutatása és megvédése és
- 2) szóbeli szakmai vizsga a Záróvizsga Bizottság jelenlétében, előre rögzített tételek alapján.

#### 1. A diplomamunka bemutatása és megvédése

A diplomamunka legfeljebb 40 oldal terjedelmű önálló fizikai kutatási probléma megoldását bemutató alkotás. Az Intézet Oktatási Bizottsága által meghirdetett diplomamunka témákra a képzés 2. félévében kell jelentkezni. A témaválasztást az Oktatási Bizottsága hagyja jóvá.

A kutatómunkát és a kész diplomadolgozatot a záróvizsga megkezdése előtt a témavezető értékeli és javaslatot tesz a diplomamunka minősítésére. Ha a diplomamunka értékelése elégtelen, a hallgatónak új diplomamunkát kell készítenie. Az új diplomamunkát leghamarabb egy évvel később lehet benyújtani. A diplomamunka pótlásának feltételeit és módját az intézet Oktatási Bizottsága állapítja meg.

A diplomamunka bemutatása a záróvizsgán történik. A jelölt legfeljebb 10 percen ismerteti munkájának főbb eredményeit, majd válaszol a témavezető és a vizsgabizottság tagjai által feltett kérdésekre. A témavezetőnek kötelessége, hogy a munkához kapcsolódóan kérdéseket tegyen fel,

amelyek akár a hiányosságok, tévedések, akár a témával összefüggő általánosabb kérdések felvetését jelenthetik. A vita további részében az ülés valamennyi résztvevője tehet fel kérdéseket. A diplomamunka és a védés értékelése – a témavezető javaslatának figyelembevételével – az ötfokozatú skálán egyetlen érdemjeggyel történik.

## 2. A szóbeli szakmai vizsga

A végzős hallgatók szakmai ismereteinek ellenőrzése a vizsgabizottság tagjainak jelenlétében lezajló szóbeli vizsgán történik. A vizsga zárt, de a Vizsgabizottság Elnökének előzetes engedélye alapján megfigyelőként bárki megjelenhet. A számonkérendő ismereteket két témakörökbe csoportosítjuk:

**A:** általános témakörök

**B:** szakirányú témakörök

Az egyes témakörök tételes listáját az Intézet Oktatási Bizottsága állítja össze, és a vizsga megkezdése legalább 3 hónappal hallgatók számára hozzáférhetővé teszi az intézeti honlapon (<http://fizika.ttk.unideb.hu/kepzesek/FizikusMSc/FizikusMSc.htm>). A témakörök egyes tételei nem a korábbi vizsgák tételeinek megismétlését jelentik, hanem a magasabb szintű ismereteknek egy olyan összegző jellegű számonkérését, amely természetesen több ponton támaszkodik a korábbi ismeretekre is.

A vizsgán minden hallgató 2 tételt húz, egyet az **A** témakörökből és egyet a szakirányának megfelelően összeállított **B** témakörökből. A jelölt mindkét témában 10-15 percben ad számot tudásáról, amelynek eredményét a vizsgabizottság zárt ülésen ötfokozatú skálán egy-egy érdemjeggyel értékeli. A diploma érdemjegyét a három jegy számtani átlaga adja.

## **1.5. Az oklevél minősítése**

A (MSc) mesterképzésben az oklevél minősítésének megállapítása:

- a tanulmányok egészére számított (halmozott) súlyozott tanulmányi átlag;
- a diplomadolgozat bírálati jegy és a védés alapján a záróvizsga bizottság által adott jegy;
- a záróvizsgán szerzett jegy

A Debreceni Egyetem Tanulmányi- és Vizsgaszabályzata alapján az oklevél minősítése:

|           |             |
|-----------|-------------|
| kiváló    | 4,81 – 5,00 |
| jeles     | 4,51 – 4,80 |
| jó        | 3,51 – 4,50 |
| közepes   | 2,51 – 3,50 |
| megfelelt | 2,00 – 2,50 |

## 1.6. A képzés testnevelés és idegennyelv követelményei

A fizikus mesterszakon az oklevél megszerzésének általános követelményeit a [Debreceni Egyetem](#) Tanulmányi- és Vizsgaszabályzata tartalmazza.

### Testnevelés

A Debreceni Egyetem nappali mesterképzésben (MSc, MA) részt vevő hallgatóknak egy féléven keresztül heti két óra testnevelési foglalkozáson való részvétel kötelező. A testnevelési követelmények teljesítése a végbizonyítvány (abszolutórium) kiállításának feltétele.

A testnevelési kurzus felvétele a Neptun rendszerben a megadott határidőn belül lehetséges.

Felmentés kérhető egészségügyi okok vagy igazolt versenysport tevékenység alapján.

Felmentési kérelmeket a [www.sport.unideb.hu](http://www.sport.unideb.hu) honlapon található formanyomtatványon kell beadni.

Határidők: szeptember 30, ill. február 28.

Helye: Tudományegyetemi Karok (TEK) Testnevelés Csoport irodája.

### Idegennyelv

A mesterfokozat megszerzéséhez **angol nyelvből államilag elismert középfokú C típusú** (Európai Referenciakeretben B2 szintű) **komplex típusú nyelvvizsga** vagy ezzel egyenértékű érettségi bizonyítvány, vagy oklevél szükséges.

A korábbi BSc diplomához szükséges, a megfelelő idegen nyelvből megszerzett középfokú C típusú illetve azzal egyenértékű nyelvvizsga elegendő a diploma megszerzéséhez. Amennyiben a mesterképzésre jelentkező hallgató a nyelvvizsgát angol nyelven teljesítette, akkor egyben az MSc fokozat nyelvvizsga feltételét is teljesíti.

A képzési és kimeneti követelményekben előírt idegennyelvi követelményekhez a nyelvi képzést az egyetemen az akkreditált Idegennyelvi Központ biztosítja.

## 2. Tantárgyi programok

**Tárgy neve:** Modern analízis 1

**Óraszám/hét:** 2+2+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 5 (k+g)

**Számonkérés módja:** K+G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tárgyfelelős:** Dr. Molnár Lajos

### **Tematika:**

Metrikus terek, topológiai alapfogalmak, konvergens sorozatok, teljesség. Kompakt halmazok jellemzése, Heine–Borel-tétel. Függvények folytonossága. Kompakt halmazon folytonos függvények tulajdonságai. Lipschitz-függvény, kontrakció, Banach-féle fixpont-tétel. Baire-féle kategória-tétel. Normált tér, Banach-tér. Véges dimenziós normált terek. Schauder-bázis. Korlátos lineáris operátorok és funkcionálok. Hahn-Banach-tétel. Nyílt leképezés tétel, zárt gráf tétel. Banach–Steinhaus-tétel.

Mértéktér. Mértékek konstruálása. A Lebesgue-féle mérték és integrál.  $L^p$ -terek. A Riemann- és a Lebesgue-integrál kapcsolata.

### **Ajánlott irodalom:**

Járai Antal, *Modern alkalmazott analízis*, KLTE, Debrecen, 1991

Walter Rudin, *A matematikai analízis alapjai*, MK, Budapest 1978

Losonczy László, *Funkcionálanalízis I.*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985

Járai Antal, *Mérték és integrál*, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2002

**Tárgy neve:** Modern analízis 2

**Óraszám/hét:** 2+2+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 5 (k+g)

**Számonkérés módja:** K+G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tárgyfelelős:** Dr. Molnár Lajos

### **Tematika:**

Hilbert-tér. Ortogonális felbontás tétele. Riesz reprezentációs tétele. Adjungált operátor. Banach-algebra. Spektrum, spektrálsugár. Analitikus függvénykalkulus.  $C^*$ -algebrák normális, önadjungált és unitér elemei. Hilbert-tér kompakt operátorai. Hilbert–Schmidt-tétel, Fredholm-féle alternatíva-tétel. Fredholm- és Volterra-féle integráloperátorok. Önadjungált operátorok spektráltétele.

Alapfogalmak a közönséges differenciálegyenletek elméletében. Átviteli elv. Elemi módszerek. Gronwall-egyenlőtlenség. Cauchy-feladat elsőrendű explicit vektor differenciálegyenletre. Elsőrendű lineáris vektor differenciálegyenletek. Magasabbrendű lineáris skalár differenciálegyenletek. Peremérték feladatok lineáris differenciálegyenletekre. A variációszámítás alapfeladata. Euler–Lagrange-differenciálegyenlet.

### **Ajánlott irodalom:**

Járai Antal, *Modern alkalmazott analízis*, KLTE, Debrecen, 1991

Losonczy László, *Funkcionálanalízis I.*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985

Kósa András, *Differenciálegyenletek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1972

**Tárgy neve:** Modern analízis 3

**Óraszám/hét:** 2+2+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 5

**Számonkérés módja:** K+G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tárgyfelelős:** Dr. Molnár Lajos

**Tematika:**

Ortonormált rendszerek, Fourier-sorok Hilbert-terekben. Ortogonális polinomok, trigonometrikus rendszer. Fourier-sorok konvergenciái; Dini, Fejér és Poisson tételei. Weierstrass approximációs tételei. Alapfogalmak a parciális differenciálegyenletek elméletében. Elemi módszerek. Első integrálok. Elsőrendű kvázilineáris egyenletek. Másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletek osztályozása és kanonikus alakra hozása. Vegyes feladat hullámegyenletre, Fourier-módszer. Vegyes feladat hőegyenletre, maximum-tétel, Fourier-módszer. Cauchy-feladat hőegyenletre, Duhamel-elv, Fourier transzformáció. Peremérték feladatok potenciálegyenletre. Harmonikus függvények. Green-függvény.

**Ajánlott irodalom:**

Járai Antal, *Modern alkalmazott analízis*, KLTE, Debrecen, 1991

Szőkefalvi-Nagy Béla, *Valós függvények és függvénysorok*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1972

V.Sz. Vlagyimirov, *Parciális differenciálegyenletek*, MK, Budapest, 1979

**Tárgy neve:** Programozás (TFME0601, TFML0601)

**Óraszám/hét:** 2+0+2 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 5

**Számonkérés módja:** K+G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tárgyfelelős:** Dr. Sailer Kornél

**Tematika:**

*Előadás:*

A Neumann architektúráról általában, adatszerkezetek, szemantika, szintaktika, pszeudo-kód, alapalgoritmusok (rendezés, keresés), a szintaktika formális leírása (terminálisok, nem terminálisok, alternatíva, opció, iteráció), eljárás orientált programozás a C szemszögéből, a C standard könyvtára, formázott I/O, előfordítói direktívák C-ben.

*Gyakorlat:*

Programozási környezetek (Xemacs, Dev-C++, Anjuta, KDevelop), a fordító, optimalizálás, hibakeresés, programozás Linux/Unix környezetben, forrásátfordítók (f2c, c2f...), előadás anyagának feladatokon keresztül történő gyakorlati megismerése, mintaalkalmazások a számítógépes fizika problémaköréből.

**Ajánlott irodalom:**

Dr. Juhász István: Programozás 1 egyetemi jegyzet (mobiDIÁK projekt keretében készült)

Benkő Tiborné, Benkő László, Tóth Bertalan: Programozunk C nyelven! Computer Books, 2005

Kernigan B. W., Ritchie D M. *A C programozási nyelv*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2003.

Bodor L. C/C++ programozás: feladatokkal, CD melléklettel: nyitott rendszerű képzés. LSI Informatikai Oktatóközpont, Budapest, 2002.

Benkő Tiborné, Benkő L. Programozási feladatok és algoritmusok Turbo C és C++ nyelven: program lépésről lépésre, alapalgoritmusok. Computer Books, Budapest, 1997.

Harbison S., P. Steele G. L., Jr. C: A Reference Manual. 5th ed. Prentice Hall, 2002.

**Tárgy neve:** Vezetői ismeretek

**Óraszám/hét:** 0+2+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 2

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Egri Imre

**Tematika:**

Menedzsment, mint legfontosabb vezetői tevékenység. A menedzseri tevékenység személyi és szervezési területei. A menedzsment szakterületei és eljárási módszerei. A tulajdonosi menedzsment. Stratégiai menedzsment. Termelés- és szolgáltatásmenedzsment. Marketingmenedzsment. Pénzügyi-számviteli menedzsment. Projektmenedzsment. Innovációmenedzsment. Humánmenedzsment. Minőségmenedzsment. Szervezeti kultúra menedzsmentje. Logisztikai menedzsment. Változás- és csődmenedzsment.

**Ajánlott irodalom:**

Dobák M.: Szervezeti formák és vezetés (JKK Kerszöv 2004.)  
Kocsis J.: Menedzsment műszakiaknak (Műszaki Könyvkiadó 1994.)  
Lőrinczi Gy.: Vállalkozásgazdaságtan (Számalk 2000.)  
Egri I.: Szakmenedzsmentek (Bessenyei Kiadó 2002.)

**Tárgy neve:** Statisztikus fizika 2. (TFME0208)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Sailer Kornél

**Tematika:**

Kvantummechanikai sokaság elmélet, Sűrűségmátrix. Fluktuációk, Brown-mozgás, Langevin-egyenlet, Fokker-Planck-egyenlet, master-egyenlet, Markov-operátorok. Fluktuáció-disszipáció tétel. Onsager-egyenletek, Boltzmann-egyenlet.

**Ajánlott irodalom:**

P.K. Pathria, Statistical Mechanics (Pergamon Press, Oxford, 1972)  
R. Balescu, Equilibrium and Nonequilibrium Statistical Mechanics (Wiley, New York, 1975).  
Sailer K.: Statisztikus fizika II., elektronikus egyetemi jegyzet  
Sailer K.: Nemegyensúlyi statisztikus fizika, elektronikus egyetemi jegyzet

**Tárgy neve:** Komplex rendszerek (TFME0209)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kun Ferenc

**Tematika:**

Térbeli és időbeli struktúrák kialakulása nemegyensúlyi rendszerekben. Fraktálok: fraktáldimenzió, fraktáldimenzió meghatározásának kísérleti és numerikus módszerei. Determinisztikus és sztochasztikus fraktálok. Multiskálás- és multifraktálok, multifraktálok dimenzió spektruma. Strukturált határfelületek, onaffin és fraktál felületek. Felületi struktúrák kísérleti és elméleti vizsgálata. Időbeli struktúrák kialakulása, jellemzésük kísérleti és elméleti eszközökkel. Dinamikai instabilitás hajtott rendszerekben. Önszervezés. Az önszervezett kritikus állapot kialakulásának szükséges feltételei. Hajtás-disszipáció-relaxáció, lavina effektus, időskálák szétválása.

**Ajánlott irodalom:**

D. L. Turcotte, Fractals and Chaos in Geology and Geophysics (Cambridge University Press, 1996).  
H. Jensen, Self-Organized Criticality (Oxford University Press, 1997).

A.-L. Barabasi and H. E. Stanley, *Fractal Concepts in Surface Growth* (Cambridge University Press, 1998).  
K. Christensen and N. R. Moloney, *Complexity And Criticality* (Imperial College Press Advanced Physics Texts, 2005).  
H. Takayasu, *Fractals in the Physical Sciences* (Manchester University Press, 1990).

**Tárgy neve:** Atommagfizika és nukleáris technika (TFME0404)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Raics Péter

**Tematika:**

A magszerkezet kutatásának módszerei, mérendő mennyiségei. Részecskék és a gamma-sugárzás észlelésének alapjai. A detektálás, spektrometria általános jellemzői: számlálási veszteségek, határfok, válaszfüggvény, energiafeloldás. Gamma-spektrometria Si(Li), Ge(Li), HPGe, CdZnTe és szcintillációs detektorokkal. Töltöttreszek spektrometriája. Elektromos- és mágneses terű spektrográfok. Neutronok észlelése és spektrometriája: prompt detektálás és eszközei, aktivációs módszer. Tömegspektrometria. Egy- és többdimenziós mérések. Speciális mérési technikák: időzítés, élettartam, azonosítás. Kalorimetria. Nagyszámú detektor jeleinek feldolgozása. Helyzetérzékeny detektálás, nyommegjelenítés. A neutrínók tulajdonságainak vizsgálata. A neutrínócsillagászat kezdetei: Nap-neutrínók, szupernova robbanás. Nagyenergiájú gyorsítókomplexumok. Részecskeforrások. Céltárgyak. Mesterséges radioaktív források előállítása és alkalmazási területei.

**Ajánlott irodalom:**

Fényes Tibor: *Atommagfizika*. (Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2005.)  
Erotyák J., Kürti M., Raics P., Sükösd Cs.: *Fizika III.* (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2006.)  
Kiss D., Kajcsos Zs.: *Nukleáris technika*. (Tankönyvkiadó, Budapest, 1984)  
Kiss D., Quittner P. (szerk.): *Neutronfizika*. (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971)

**Tárgy neve:** Környezetfizika 2. (TFME0403)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Sudár Sándor

**Tematika:**

Természetes radioaktív izotópok mennyisége, eloszlása a környezetben. Mesterséges radioaktív izotópok mennyisége, eloszlása a környezetben. Nem radioaktivitással kapcsolatos ionizáló sugárzások. Ionizáló sugárzások környezeti hatásai. Radioaktivitás és ionizáló sugárzások mérése. Az élet a fizika nézőpontjából. Az élet keletkezésének fizikai feltételei. Az élő anyag fizikai szerkezete. Az élőlények testének fizikája. A környezet fizikai hatásai az élőlényekre. Élőlények nagyobb csoportjainak, illetve az élővilág egészének fizikai kölcsönhatásai a környezettel, a Gaia-elmélet fizikai vonatkozásai. Az emberi tevékenységek fizikai hatásai a környezetre és az emberre. Fizikai módszerek alkalmazása a környezet kutatásában.

**Ajánlott irodalom:**

Papp Zoltán: Bevezetés a környezetfizikába, kézirat, 2003.  
Kiss Árpád Zoltán (szerk.): Fejezetek a környezetfizikából, kézirat, *DE TTK – MTA ATOMKI Környezetfizikai Tanszék, Debrecen*, 2003.

Ujfaludi László: A környezeti problémák természettudományos alapjai (környezetfizika), *Heves Megyei Önkormányzat Pedagógiai Intézete, Eger*, 1999.

Mészáros Ernő: A környezettudomány alapjai. *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 2001.

Dr. Kedves Ferenc: Fizika az élővilágban, *Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest*, 1998.

**Tárgy neve:** Fizika laboratórium (TFML0501)

**Óraszám/hét:** 0+0+4 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Sudár Sándor

**Tematika:**

Félvezető gamma-spektrometria. Neutronszórás felhasználása az analitikában. Kozmikus sugárzás vizsgálata GM-csőves teleszkóppal.

Felület és összetétel vizsgálata pásztázó elektronmikroszkóppal. Szerkezetvizsgálat transzmissziós elektronmikroszkóppal. Vékonyfilmek előállítása és mélységi analízise szekunder neutrális tömegspektrometriával. Szerkezetvizsgálat röntgendiffrakcióval. Szupravezető kvantum interferométer (RF SQUID) működésének vizsgálata.

Levegő radioaktivitásának mérése. Kőzetek, talajok radioaktivitásának mérése. Természetes vizek radioaktivitásának mérése. Élelmiszerek radioaktivitásának vizsgálata. Környezeti alfa-radioaktivitás mérése nyomdetektorral, környezeti minták (ásványok, talaj- és hamuminták) autoradiográfiás módszerrel történő tanulmányozása.

Környezeti minták REA analízise. Környezeti vízminták tríciumkoncentrációjának mérése T-3He módszerrel. Légköri aeroszolok mintavétele és analízise PIXE módszerrel. Radiokarbon kormeghatározás. Stabilizotóp-arány mérés.

Ezekből a feladatokból négyet kell kiválasztania és elvégeznie a hallgatónak a kötelező laboratóriumi gyakorlat kreditjének megszerzéséhez. Szakirányi laboratóriumi gyakorlatok keretében a több mérés is elvégezhető.

**Ajánlott irodalom:**

A gyakorlatok végrehajtását segítő írott útmutatók. Az alkalmazott eszközök leírásai.

**Tárgy neve:** Számítógépes modellezés (TFME0210)

**Óraszám/hét:** 2+0+3 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Sailer Kornél

**Tematika:**

Valóság és modell, a modellezés módszertana. Kísérlet-elmélet-szimuláció, a számítógépes kísérletezés módszere. Szimulációs módszerek osztályozása, sztochasztikus, determinisztikus és hibrid módszerek általános jellemzői. Véletlenszám generátorok és alkalmazásaik. Monte Carlo szimuláció, növekedési folyamatok szimulációja, diffúziós és aggregációs jelenségek, Eden modell, perkoláció, inváziós perkoláció, kristálynövesztés, folyadékok terjedése porózus környezetben. Véges hőmérsékletű rendszerek, Metropolis-Teller algoritmus, fázisátalakulások vizsgálata Monte Carlo szimulációval, Ising modell, Histogram módszerek, renormálás Monte Carlo módszerrel. Molekularis dinamikai szimuláció alapjai. A mozgásegyenlet numerikus megoldásának módszerei, Euler, Runge-Kutta, Prediktor-Korrektor és a Verlet módszer. Molekularis dinamikai szimulációs programok optimalizálása, rövid és hosszú hatótávolságú kölcsönhatások hatékony numerikus kezelése. Eseményhajtott algoritmusok. Sejtautomák, modellezés sejtautomatákkal. Gazdasági modellek és fizika.

**Ajánlott irodalom:**

H. Gould and J. Tobochnik, An introduction to computer simulation methods (Addison-Wesley 1996)  
M. M. Wolfson and G. J. Pert, An introduction to computer simulation (Oxford University Press, 2000)  
M. E. J. Newman and G. T. Barkema, Monte Carlo Methods in Statistical Physics (Oxford University Press, 1999)  
Denis Rapaport, The art of molecular dynamics simulations (Cambridge University Press, 2000)  
B. Chopard and M. Droz, Cellular automata modelling of physical systems (Alea Saclay, 1998)  
Kun Ferenc, Számítógépes fizika, elektronikus jegyzet.

**Tárgy neve:** Kvantummechanika 2. (TFME0207)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Nagy Ágnes

**Tematika:**

Perturbációszámítás, variációs elv. Hélium atom. Hidrogénmolekula. Szórási jelenségek. Relativisztikus Kvantummechanika. Dirac egyenlet.

**Ajánlott irodalom:**

Nagy Károly: Kvantummechanika, Tankönyvkiadó

Marx György: Kvantummehanika, Műszaki Könyvkiadó

**Tárgy neve:** Szilárdtestfizika 2. (TFME0405)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Beke Dezső

**Tematika:**

Deformációs mechanizmusok, kölcsönös diffúzió, fázis egyensúlyok, állapotábrák, kétalkotós ötvözetek statisztikus modellje (reguláris szilárd oldat). fázisszeparálódó ötvözetek, oldékonysági görbe, kiválások nukleációja, növekedés, spinodális bomlás, rendeződés, felületi szegregáció, doménmágnesség.

**Ajánlott irodalom:**

C. Kittel: „Bevezetés a szilárdtestfizikába” Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1981

A.G. Guy: „Fémfizika” Műszaki Könyvkiadó Bp. 1978

Giber János és munkatársai: „Szilárdtestek felületfizikája” Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1987

Káldor Mihály: „Fizikai metallurgia” Műszaki Könyvkiadó Bp. 1990

**Tárgy neve:** Részecskefizika (TFME0406)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Trócsányi Zoltán

**Tematika:**

A kvarkmodell és kísérleti ellenőrzése (szimmetriák és részecskék, a sztatikus kvarkmodell, a szabad fermion , a nukleon, a kvarkmodell kísérleti bizonyítékai). A részecskefizika kísérleti módszerei I (részecskekeeltés és -észlelés, a gyorsítók fajtái, részecskedetektorok, kalorimetria). Alapkísérletek (töltés-, paritás- és időtükrözés (C, P, T), paritássértés, CP-sértés, CPT-invariancia, neutrínó-kísérletek).

Nehézionfizika (a kvark-gluon-plazma és jelei, a jet-elnyomás, PHENIX-kísérlet, ALICE-kísérlet). Kozmológiai alapismeretek (táguló Világegyetem, kozmológiai elv, Ősrobbanás, inflációs modell, sötét anyag és sötét energia).

**Ajánlott irodalom:**

Patkós András, Polónyi János: „Sugárzás és részecskék” Typotex Kiadó, Bp. 2000  
Francis Halzen, Alan D. Martin: „Quarks and leptons” John Wiley and Sons, 1984

**Tárgy neve:** Kvantummechanika 2. gyakorlat (TFMG0207)

**Óraszám/hét:** 0+2+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 2

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Nagy Ágnes

**Tematika:**

Feladatmegoldás a Kvantummechanika 2. előadás témaköreiből.

**Tárgy neve:** Szimmetriák 1. (TFME0211)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Schram Zsolt

**Tematika:**

Csoportelméleti alapismeretek. Szimmetriák és ábrázolásaik, megmaradási törvények, kiválasztási szabályok a kvantummechanikában. A tér és az idő folytonos szimmetriái, energia-, impulzus- és impulzusmomentum megmaradás. Diszkrét szimmetriák, tértükrözés (paritás), időtükrözés. Belső szimmetriák, SU(2) szimmetria és izospin, SU(3) zamatszimmetria. Hadronok osztályozása. A téridő szimmetriái, Poincaré és Lorentz csoport.

**Ajánlott irodalom:**

Sailer Kornél: Szimmetriák 1, KLTE egyetemi jegyzet, 1992

**Tárgy neve:** Kísérleti atom- és molekulafizika (TFME0410)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Pálinkás József

**Tematika:**

Az atomok kvantummechanikai modellje, az atomi állapotok jellemzői. Optikai spektrumok finomszerkezete. Atomok és az elektromágneses sugárzás. Atomok ütközési folyamatai. Atomok és ionok elektronfelhőjének sugárzásos és sugárzás nélküli átrendeződése. A molekulafizika alapjai, kovalens, ionos és fémes kötés. Molekulák forgási és rezgési állapotai. Molekulaspektrumok értelmezése. Atomok és molekulák elektromágneses sugárzása kísérleti vizsgálatának módszerei. Röntgenpektroszkópok, energia és hullámhosszdiszperzív detektorok. Röntgen-spektrumok kiértékelése. Részecskegyorsítók, tárológyűrűk, ioncsapdák, a szinkrotronsugárzás. Elektrospektroszkópia. Foton és részecske detektálási módszerek. Atomfizikai jelenségeken alapuló

szerkezetvizsgálati módszerek. Röntgendifrakció, elektronspin-rezonancia, magmágneses-rezonancia. Képkötő eljárások.

**Ajánlott irodalom:**

R. Eisberg and R. Resnick, Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles  
Haken H., Wolf H. C., Atomic and Quantum Physics, Springer Verlag  
B.H. Branden and C.J. Joachain: Physics of Atoms and Molecules, Longman Scientific and Technical, 1995

**Tárgy neve:** Haladó magfizika laboratóriumi gyakorlat (TFML0502)

**Óraszám/hét:** 1+0+4 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 5

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Váradi Magdolna

**Tematika:**

Félvezető gamma-spektrometria. Gamma-gamma szöggkorreláció vizsgálata. Magsugár meghatározása totális neutron totális hatáskeresztmetszetről. Neutronszórás felhasználása az analitikában. Neutrondozimetria. Kozmikus sugárzás vizsgálata GM-csővel. Driftsebesség mérése müonkamra-modellben. Részecskefizikai mérések kiértékelése.

Ezekből a feladatokból négyet kell kiválasztania és elvégeznie a hallgatónak a kötelező laboratóriumi gyakorlat kreditjének megszerzéséhez. Speciális gyakorlat keretében a többi mérés is elvégezhető.

**Ajánlott irodalom:**

Szegedi S., Sztaricskai T., Váradi M., Trócsányi Z., Bencze Gy., Zilizi Gy.: *Atommag- és részecskefizikai laboratóriumi mérések*. (Oktatási segédlet, DE Kísérleti Fizikai Tanszék. <http://fizika.ttk.unideb.hu/kisfiz>)

Angeli I.: *Magfizikai mérőmódszerek I., II., III.* (KLTE TTK. Kísérleti Fizikai Tanszék, Debrecen, 1982)

Fényes T.(szerk): *Atommagfizika*. (Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2005.)

Kiss D., Quittner P. (szerk.): *Neutronfizika*. (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971)

**Tárgy neve:** Elméleti fizikai műhely (TFML0201)

**Óraszám/hét:** 1+0+4 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 5

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Gulácsi Zsolt

**Tematika:**

Korszerű kutatási témák hallgatókkal való tanulmányozása és feldolgozása magfizika, szilárdtestfizika, részecskefizika, atom- és molekulafizika területén. A témakör irodalmának feldolgozásáról, az esetlegesen elért új tudományos eredményekről szemináriumi előadáson kell számot adni.

**Ajánlott irodalom:**

A feldolgozandó témától függ.

**Tárgy neve:** Elméleti atom és molekulafizika (TFME0212)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Vibók Ágnes

**Tematika:**

Az atomok és molekulák szerkezetének kvantumelmélete. Szabad atomok és molekulák Schrödinger egyenlete. Born-Oppenheimer és adiabatikus közelítés. Hellmann-Feynman tétel. Viriáltétel. Variációs elv, variációs módszerek. Perturbációs módszerek. Hullámfüggvények. Determináns hullámfüggvények közötti mátrixok. Sokelektromos hullámfüggvények. Hartree-Fock módszer. Az elektronkorreláció és számítására alkalmas közelítő módszerek. Az atomok elektronállapotai. Az LS- és jj-csatolás. Atomok elektromos és mágneses térben. Kiválasztási szabályok. Molekulák elektronállapotainak osztályozása. Molekulák elektromos és mágneses térben. Molekulaszínképek.

**Ajánlott irodalom:**

Antal János: fizikai kézikönyv műszakiaknak, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.

Kapuy Ede és Török Ferenc: Az atomok és molekulák kvantumelmélete, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975.

L. A. Gribov, M. A. Jelasevics, B. I. Sztyepanov és M.V. Volkenstein: Molekularezgések, Akadémiai Kiadó, Budapest 1979.

D. R. Yarkony: Modern Electronic Structure Theory, World Scientific, 1995.

I. Mayer: Simple Theorems, Proofs, and Derivations in Quantum Chemistry, Kluwer Academic, 2003.

**Tárgy neve:** Elméleti atom és molekulafizika gyakorlat (TFMG0212)

**Óraszám/hét:** 0+2+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 2

**Számonkérés módja:** Gy (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Vibók Ágnes

**Tematika:** Problémamegoldás az Elméleti atom- és molekulafizika előadás tematikájából.

**Ajánlott irodalom:**

Elméleti Fizikai Példatár 3.

**Tárgy neve:** Részecskefizika 2. (TFME0407)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Horváth Dezső

**Tematika:**

Elemi részecskék a Standard Modellben (leptonok és kvarkok, szimmetriák, kölcsönhatások és mértékbozonok). A Standard Modell felépítése (erős kölcsönhatás, SU(3) színszimmetria, futó csatolások, aszimptotikus szabadság, kvarkbezárás, parton-modell, hadronzáporok, eseményalak-jellemzők, gyenge kölcsönhatás, V-A elmélet, gyenge izospin, gyenge és semleges áramok, Higgs mechanizmus, tömegképződés, GIM mechanizmus, CP-sértés, CKM mátrix). A részecskefizika kísérleti módszerei II (eseményregisztrálás, triggerelés, számítógépes adatgyűjtés és feldolgozás, az adatértékelés lépései, statisztikus és szisztematikus hibák). A Standard Modell kísérleti ellenőrzése (Z-bomlás és a fermioncsaládok száma, a SM paraméterezése, aszimmetriák, lepton-egyetemesség, W-fizika, protonütközések, a top-kvark észlelése, Higgs-bozon keresés). A Standard Modell kiterjesztése (a SM elvi problémái, a nagy egyesítés, szuperszimmetria, a Minimális Szuperszimmetrikus Standard Modell).

**Ajánlott irodalom:**

Francis Halzen, Alan D. Martin: „Quarks and leptons” John Wiley and Sons, 1984  
Patkós András, Polónyi János: „Sugárzás és részecskék”, Typotex Kiadó, 2000

**Tárgy neve:** Nukleáris asztrofizika (TFME0103)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Fülöp Zsolt

**Tematika:**

Észlelési módszerek, csillagászati alapok, a Hertzsprung-Russel diagram. Magfizikai alapok, tömeg, kötési energia, magmodellek, magreakciók. Az elemek előfordulási arányai, izotóp-anomáliák, atommagszintézis az ősrobbanás során és a korai világegyetemben. A csillagfejlődés korai szakaszai, hidrogénégés, héliumégés, napmodell. A csillagfejlődés késői szakaszai, szupernóvák, neutroncsillagok, fekete lyukak. A nehéz elemek szintézise, r-folyamat, s-folyamat, p-folyamat, reakcióműködés, reakciófajták. A reakció-hatáskereszt-metszet meghatározásának kísérleti módszerei. Neutrínófizika, kozmikus sugárzás. A sötét anyag. Kozmokronológia. Galaktikus kémiai fejlődés.

**Ajánlott irodalom:**

Kiss Dezső, Horváth Ákos, Kiss Ádám: Kísérleti atomfizika, Eötvös Kiadó, 1998  
Marik Miklós (szerk.): Csillagászat, Akadémiai Kiadó, 1998  
Cserepes-Petrovay: Kozmikus fizika, Eötvös Kiadó 2002  
C.E. Rolfs, W.S. Rodney: Cauldrons in the Cosmos, University of Chicago Press, 1988

**Tárgy neve:** Elméleti szilárdtestfizika (TFME0213)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Gulácsi Zsolt

**Tematika:**

Drude modell (alapecnyelet, fémes csillogás, elektromos és termikus vezetőképesség, Lorentz féle szám, plazmafrekvencia, Hall effektus, kiértékelés a kísérleti eredmények tükrében); Nemkölcönható kvantum elektronrendszer  $T=0$  és  $T\neq 0$  hőmérsékleten, Fermi felület, kompresszibilitás, Sommerfeld modell (Sommerfeld képlet, jellemző fizikai mennyiségek kifejezéseinek tárgyalása, fajhő elemzése, állapotsűrűség, effektív tömeg, kísérleti adatokkal vett összehasonlítás); Fermi folyadék, nem-Fermi folyadék fogalma, Bravais rács, reciprok rács, rácsdiffrakciós jelenségek, Bloch tétel, Bloch elektron, Gyenge periódikus potenciál közelítés (nem degenerált és degenerált eset), Erős kötés közelítés, sávszigetelő, Mott szigetelő, Wigner rács, elektron mozgása a sávban, szemiklasszikus modell, lyuk fogalma.

**Ajánlott irodalom:**

N.W Ashcroft, N.D. Mermin: Solid State Physics Harcourt Brace College Publishers, 1976.

**Tárgy neve:** Fázisátalakulások elmélete (TFME0214)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Gulácsi Zsolt

**Tematika:**

Fázis fogalma, átalakulás rendje, folytonos fázisátalakulás fogalma, első és végtelen rendű fázisátalakulások, Gibbs-féle fázisszabály, dimenzió hatása, fluktuációk szerepe, korrelációk hatása, hosszútávú térbeli rendezettség, kritikus tartomány fogalma, rendparaméter, Ginzburg-Landau termodinamikai potenciál, Kadanoff-féle blokk konstrukció, kritikus exponensek, skálatörvények, Orstein-Zernike viselkedés, Landau elmélet, molekuláris-tér elmélet kritikus exponensei, univerzalitási osztály fogalma, renormálási csoport transzformáció, kritikus felület, fixpontelmélet alapfogalmai, fázisátalakulások kimutatása renormálási csoport módszerrel, Wilson-képlet, kritikus exponensek levezetése renormálási csoport módszerrel,  $\sigma^2$ ,  $\sigma^4$  modell.

**Ajánlott irodalom:**

Gulácsi Zs.: A fázisátalakulások elmélete I., Kossuth Egyetemi Kiadó Debrecen, 1998 (elektronikus jegyzetben is megtalálható).

**Tárgy neve:** Modern fizikai módszerek a biológiában

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Panyi György

**Tematika:**

A tanárgy a következő mérőmódszerek részletes elméleti és gyakorlati ismertetését jelenti: Spektroszkópiai módszerek (fluoreszcencia, foszforeszcencia); röntgen krisztallográfia; radioaktív izotópok kísérletes és diagnosztikus alkalmazása (Gamma kamera, PET és SPECT); magmágneses rezonancia (NMR) alkalmazása a biológiában; szedimentációs módszerek, elektroforézis, izoelektromos fókuszálás, blotting technikák; modern mikroszkópos technikák (közeli mező, atomerő és elektronmikroszkópia, konfokális lézer pásztázó mikroszkópia); a biológiai membránok elektromos tulajdonságainak vizsgálómódszerei (patch-clamp, feszültség zár).

**Ajánlott irodalom:**

Orvosi Biofizika, Damjanovich Sándor, Fidy Judit, Szöllősi János, Medicina Kiadó, Budapest, 2006.

Biophysics textbook online (<http://www.biophysics.org/education/resources.htm>)

Bertil Hille: Ionic channels of excitable membranes (3rd edition). Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, 2001.

**Tárgy neve:** A sejtek és érzékszervek működésének fizikai alapjai

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Rusznák Zoltán

**Tematika:**

A tantárgy részletesen ismerteti a sejtmembrán elektromos tevékenységének biofizikai alapjait, a transzporterek és ionpumpák működését, a sejtfelszíni és az intracelluláris membránok legfontosabb ioncsatornáinak jellemzőit, az ingerületáttevődés hátterében álló biofizikai problémákat, a receptorok működésének, valamint a hallás és a látás folyamatainak fizikai alapjait.

**Ajánlott irodalom:**

Czéh Gábor, Puskár Zita: Celluláris neurobiológia. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2001.

Bertil Hille: Ionic channels of excitable membranes (3rd edition). Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, 2001.

David J. Aidley, Peter R. Stanfield: Ion channels – Molecules in action. Cambridge University Press, 1996.

**Tárgy neve:** Kvantumtérelmélet (TFME0215)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Sailer Kornél

**Tematika:**

Legkisebb hatás elve a térelméletben, klasszikus téregyenletek. Globális folytonos szimmetria, Noether-tétel. A téridő globális szimmetriái. Globális belső szimmetriák. Klasszikus abeli mértékelmélet. Klasszikus Yang-Mills-elmélet. Skalártér kanonikus kvantálása. Mechanikai rendszer pályaintegrálos kvantálása.  $n$ -pont korrelációs függvények a kvantummechanikában. Szabad skalártér pályaintegrálos kvantálása. Szabad skalártér  $n$ -pont függvényei, propagátor, Wick-tétel. Önkölcsönható skalártér pályaintegrálos kvantálása.  $g\phi^4$  elmélet propagátora és 4-pont vertexfüggvénye a perturbációs számítás első rendjében. Szórási mátrix a kvantummechanikában. Szórási hatáskeresztmetszet a kvantummechanikában. Redukciós képlet és szórási hatáskeresztmetszet. Fermiontér pályaintegrálos kvantálása. Mértékterek pályaintegrálos kvantálása.

**Ajánlott irodalom:**

Trócsányi Zoltán: Kvantumtérelmélet, egyetemi jegyzet, Db. 1991.

Patkós András, Polónyi János: „Sugárzás és részecskék”, Typotex Kiadó, 2000

**Tárgy neve:** Differenciálgeometria

**Óraszám/hét:** 2+1+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kozma László

**Tematika:**

Differenciálható görbék. Görbület, torzió. A görbeelmélet alaptétele. Felületek az euklideszi térben, különböző megadási módjaik. A felületek metrikus alapformája. Normálgörbület, főgörbületek, főirányok, szorzat- és összeggörbület. Az ívhossz variációs problémája. Sokaságok vektormezők, tenzorok, kovariáns deriválás. A Riemann-sokaságok fogalma, modell-terek. A Levi-Civita deriválás. Riemann-geodetikusok, hossz és távolság, teljesség. Az Einstein-egyenlet.

**Ajánlott irodalom:**

Szőkefalvi-Nagy Gyula, Gehér László és Nagy Péter: Differenciálgeometria, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.

Szenthe János: Bevezetés a sima sokaságok elméletébe, ELTE Eötvös, Budapest, 2002.

Szilasi József: Bevezetés a differenciálgeometriába, Kossuth Egyetemi Kiadó, 1998.

Kurusa Árpád: Bevezetés a differenciálgeometriába, Polygon, Szeged, 1998.

**Tárgy neve:** Atomok, molekulák és szilárdtestek elektronsűrűség elmélete (TFME0217)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Nagy Ágnes

**Tematika:**

Hohenberg-Kohn-tételek, Thomas-Fermi és más egyszerű modellek. Slater-Gáspár-Kohn-Sham-elmélet. Adiabatus csatolás. Viriáltétel. Lokális és nem-lokális funkcionálok. Alkalmazások atomokra, molekulákra és szilárdtestekre.

**Ajánlott irodalom:**

Nagy Á.: Molekulák elektronsűrűség elmélete, KLTE 1994, jegyzet.

Á. Nagy: Physics Reports **298** (1998) 1.

R.G. Parr, W. Yang: Density Functional Theory of Atoms and Molecules (Oxford, Univ. Press, 1989).

**Tárgy neve:** Molekuladinamika (TFME0218)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Vibók Ágnes

**Tematika:**

A Born-Oppenheimer közelítés. A nem-adiabatikus csatolási tagok. Adiabatus és diabatus reprezentációk. Az adiabatus-diabatus transzformáció. Kónikus kereszteződések és vizsgálatuk. A Jahn-Teller és Renner-Teller modellek. A Longuet-Higgins és Berry fázisok. A kiterjesztett Born-Oppenheimer közelítés. Alkalmazások.

**Ajánlott irodalom:**

M. Baer. And G. T. Billing: The Role of Degenerate States in Chemistry, Wiley-Interscience 2002.

A. Shapere, F. Wilczek: Geometric Phases in Physics, World Scientific, 1989.

W. Domcke, D. R. Yarkony, H. Köppel: Conical Intersections, Electronic Structure, Dynamics and Spectroscopy, World Scientific, 2004.

**Tárgy neve:** Molekulaszimmetriák (TFME0219)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Vibók Ágnes

**Tematika:**

Szimmetriaelemek és szimmetriaműveletek. Pontcsoportok. Nem-elfajult reprezentációk. Mátrixok. Degenerált reprezentációk. A szimmetria alkalmazása a kémiai kötés leírásában. A szimmetria alkalmazása a molekuláris rezgések vizsgálatában.

**Ajánlott irodalom:**

A. Vincent: Molekuláris Szimmetria és Csoportelmélet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.

R. McWeeny: Symmetry, Pergamon Press, 1963.

D. Schonland: Molecular Symmetry, D. Van Nostrand Company Ltd, 1965.

**Tárgy neve:** Nemlineáris jelenségek, káosz (TFME0221)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Nagy Ágnes

**Tematika:**

A tárgy célja új természetszemlélet kialakítása, annak megmutatása, hogy determinisztikus rendszerek véletlenszerű viselkedést mutathatnak. Stabilitás-analízis. Poincaré-leképezés. Bifurkációk. Fraktálok. Káosz konzervatív és disszipatív rendszerekben. Kaotikus attraktor. Topológikus entrópia. Előrejelezhetetlenség, Ljapunov-exponens. Lorenz-modell.

**Ajánlott irodalom:**

Tél Tamás – Gruiz Márton: Kaotikus dinamika (Nemzeti Tankönyvkiadó Bp. 2002)

Thompson J.M.T – Stewart, H. B. Nonlinear Dynamics and Chaos (John Wiley, New York, 1986)

**Tárgy neve:** Anyagvizsgáló módszerek (TFME0411)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Daróczy Lajos

**Tematika:**

Mechanikai anyagvizsgáló módszerek: szakítóvizsgálat, hajlítóvizsgálat, keménységmérési módszerek, törési-fáradási jelenségek vizsgálata; ütőmunka mérése, fárasztóvizsgálat, repedésvizsgáló eljárások; mágneses, röntgen, ultrahangos repedésvizsgálat. Mikroszkópikus módszerek: optikai mikroszkópia, pásztázó alagút és atomerő mikroszkópia, térion és térelektron mikroszkópia. Mágneses anyagok vizsgálati módszerei: mágnesezettség mérési módszerei, magnetométerek, doménszerkezet vizsgálata: Bitter-módszer, Kerr-mikroszkópia, Barkhausen-zajmérés. Kémiai összetétel vizsgálati módszerei: optikai és röntgenspektroszkópiai módszerek, tömegspektroszkópiai eljárások; SIMS, SNMS, elektronspektroszkópiai módszerek EELS, ESCA, PIXE, Rutherford visszaszórás, neutron aktivációs analízis. Diffrakciós módszerek: röntgen, elektron, neutron spektroszkópia

**Ajánlott irodalom:**

Harangozó István-Patkó József: Kísérleti atom-és molekulafizika, egyetemi jegyzet KLTE Szft. 1986

Pozsgai Imre: Pásztázó elektronmikroszkópia és elektronsugaras mikroanalízis alapjai, egyetemi jegyzet 1994

Radnóczy György: A transzmissziós elektronmikroszkópia és elektrondiffrakció alapjai, egyetemi jegyzet KLTE Szft. 1994

Szilárdtestek vizsgálata elektronokkal, ionokkal és röntgensugárral, szerk: O. Brüner, Műszaki Könyvkiadó 1984.

Dr.Bernolák-Dr.Szabó-Szilas: A MIKROSZKÓP - ZSEBKÖNYV , Műszaki Könyvkiadó, 1979.

**Tárgy neve:** Anyagvizsgáló módszerek gyakorlat (TFML0411)

**Óraszám/hét:** 0+0+2 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 2

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Daróczy Lajos

**Tematika:**

Brinell, Wickers keménységmérés. Szakítóvizsgálat. Metallográfiai alapmérések optikai mikroszkóppal (szemcseméret meghatározása, fázisok azonosítása stb.) összetétel meghatározása röntgenfluoreszcenciával. Mérések atomerő mikroszkóppal. Mágnesezettség mérése vibrációs

magnetométerrel. Barkhausen-zaj mérések. Mérések Kerr-mikroszkóppal, a SQUID alkalmazása mágneses mérésekre. Vékonyrétegek összetételének/szerkezetének meghatározása: SIMS/SNMS-el, Rutherford visszaszórással, proton mikroszondával, fotonindukált elektronspektroszkópiával.

#### **Ajánlott irodalom:**

Dr. Gillemot László: Anyagszerkezet és anyagvizsgálat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1986  
Zorkóczy: Metallográfia és anyagvizsgálat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1971  
C.Giacavazzo: Fundamentals of Crystallography, Oxford University Press 1992  
D.B. Williams and C.B.Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press 1996  
Szilárd testek vizsgálata elektronokkal, ionokkal és röntgensugárzással, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1984  
E.N. Kaufmann (ed.): Characterisation of materials, Wiley, 2003  
D.D. Brandon, W.D. Kaplan: Microstructural Characterisation of Materials, Wiley, 1999

**Tárgy neve:** Atommozgási folyamatok és szilárdtest reakciók (TFME0412)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Beke Dezső

#### **Tematika:**

Atomi áramok (Onsager egyenletek), bolyongási és kémiai diffúziós együttható, inter-diffúzió (feszültségek szerepe), tracer (ön és szennyező) diffúzió, szemcsehatár diffúzió, diffúzió illetve (határfelületi) reakció kontrollált szilárdtest folyamatok, nukleáció és növekedés a diffúziós zónában.

#### **Ajánlott irodalom:**

Giber, J. és szerzőtársai: „Szilárdtestfizikai feladatok és számítások” Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1982  
Kedves, F.J., Beke, D.L.: „Diffúzió szilárdtestekben, Fizika '78” Gondolat, 1979, Bp. 193-225.  
Beke Dezső: „65-Zn diffúziója híg alumínium ötvözetekben Kandidátusi értekezés” Magyar Fizikai Folyóirat, XXXI /2, 94-164 (1983)

**Tárgy neve:** Nanoelektronika és nano-mágnesség (TFME0302)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kökényesi Sándor

#### **Tematika:**

A szilárdtest elektronika és mágnesség alapjai és a méretcsökkenés hatásai: fémek, félvezetők, dielektrikumok, interfejszek, integrált struktúrák elektromos, mágneses, optikai, termodinamikai és mechanikai paramétereinek az összefüggése. Nanostrukturált anyagok és nanoszerkezetek: rendszerezés, alaptulajdonságok, alkalmazások. Nanoporok, porózus anyagok, szuperrácsok, kvantum pontok, szálak, nanokompozitok. Kvantumjelenségek a nanoszerkezetekben. Nemlineáris optikai jelenségek, az elektromos vezetés és mágneses tulajdonságok különlegességei. Új fényforrások és detektorok. Q-tranzisztor, GMR-leolvasók. Fotonikai kristályok. Szenzorok. Integrált elemek, atomi felbontású adattárolók fejlesztése. A számítástechnika új elemei. Spin-manipuláción alapuló eszközök tervezése és előállítása. Nanorészecske sokaságok technológiái. Nanomágnesség. Nanodiffúzió. Nanoszegregáció. Nanostrukturák a biológiában, vegyiparban. Mikro- nanomanipulátorok.

#### **Ajánlott irodalom:**

Giber János és szerzőtársai: „Szilárdtestek felületfizikája”, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1987.  
„Nanomágnesség” c. Házijegyzet (DE Szilárdtest Fizika Tanszék), 2003  
Sidorenko S.I., Beke D.L., Kikineshi A.A. Material science of nanostructures, Ed. Kyiv, „Naukova Dumka”, 2002, 328 p.  
Mojzes I., Molnár L.M.: Nanotechnológia, Műegyetemi Kiadó, 2007.  
A MATÁV és az MTA közös szervezésében 2004-ben tartott Nanotechnológia szimpózium anyaga (CD)  
Szakirodalom cikkei (nanotechweb.org, Materials Today, Nanotechnology).

**Tárgy neve:** Haladó szilárdtestfizika laboratóriumi gyakorlat (TFML0503)  
**Óraszám/hét:** 0+0+4 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)  
**Kredit:** 3  
**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)  
**Tantárgyfelelős:** Dr. Langer Gábor

**Tematika:**

Metallográfiai vizsgálatok fénymikroszkóppal. Felület és összetétel vizsgálata pásztázó elektronmikroszkóppal. Szerkezetvizsgálat transzmissziós elektronmikroszkóppal. Vékonyfilmek előállítása és mélységi analízise szekunder neutrális tömegspektrometriával. Ferromágneses anyagok vizsgálata Barkhausen-zaj segítségével. Szerkezetvizsgálat röntgendiffrakcióval. Szilárdtestekben zajló átalakulási folyamatok követése differenciális páztázó kaloriméterrel. Szupravezető kvantum interferométer (RF SQUID) működésének vizsgálata. Ötvözetek előállítása ívolvasztással.

**Ajánlott irodalom:**

Haladó labor jegyzet, DE Szilárdtestfizikai Tanszék  
Giber János és szerzőtársai: „Szilárdtestek felületfizikája”, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1987.  
C. Kittel: „Bevezetés a szilárdtestfizikába” Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1981  
J. M. Ziman: „Principles of the theory of solids”, Cambridge University Press, 1987  
R. W. Cahn, P Haasen: „Physical Metallurgy” North-Holland, Amsterdam, 1983

**Tárgy neve:** Elektron és atomi mikroszkópia 2. (TFME0424)  
**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)  
**Kredit:** 3  
**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)  
**Tantárgyfelelős:** Dr. Cserhádi Csaba

**Tematika:**

A kurzus anyagát képezi a pásztázó elven működő atomi, vagy ahhoz közeli felbontású berendezések (SPM, AFM stb.) alapelveinek és működési módjainak bemutatása. A hallgatók emellett megismerik a transzmissziós elektronmikroszkópia és az elektrondiffrakciós vizsgálatok elméleti és gyakorlati alapjait. Bevezetjük az elektrondiffrakció tárgyalásához szükséges kristálytani alapfogalmakat. A transzmissziós elektronmikroszkóp felépítése, működése, kezelése mellett a hallgatók megismerkednek a mintaelőkészítés legfontosabb fogásaival is. Röviden tárgyaljuk az analitikai elektronmikroszkóp sajátosságait. (Röntgen mikroanalízis és elektron energia veszteségi spektroszkópia, Elektrondiffrakciós vizsgálatok, elektron mikrodiffrakció, konvergens sugaras elektrondiffrakció).

**Ajánlott irodalom:**

Radnóczy György: A transzmissziós elektronmikroszkópia és elektrondiffrakció alapjai  
Lábár János: Az analitikai elektronmikroszkópia alapjai (KLTE 1996)

**Tárgy neve:** Mikroszkópia (TFML0504)

**Óraszám/hét:** 1+0+2 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 2

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Cserhádi Csaba

**Tematika:**

**Ajánlott irodalom:**

**Tárgy neve:** Felületfizika (TFME0413)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Erdélyi Gábor

**Tematika:**

Határfelületek osztályozása, külső és belső határfelületek, szemcse- és fázishatárok. Felületek elemi kristallográfiája és termodinamikája. A kristályt határoló külső felületek elemi modelljei. Kis és nagyszögű szemcsehatárok szerkezete. Speciális szemcsehatárok, szerkezeti modellek, szemcsehatárok energiája. Fázishatárok. Atomi illeszkedési modellek. Koherens, inkohere ns fázishatárok. Jól definiált felületek, vékony filmek előállítása. Multi-és nanorétegek minősítésének fontosabb kísérleti módszerei. Szegregáció külső és belső felületeken, szegregációs kinetikák. Felületek hatása az elektronállapotokra, felületek szerepe a vezetési, szórási és mágneses jelenségekben. Fém, félvezető és oxid felületek és fázishatárok, szerepük különböző félvezető, opto-elektronikai, valamint mágneses.

**Ajánlott irodalom:**

Dr. Giber J. és szerzőtársai: Szilárdtestek felületfizikája, Műszaki Könyvkiadó, 1987.

J. Venebles: Introduction to surface and thin film processes, Cambridge University Press, 2000.

K-N Tu, J.W. Mayer, L.C. Feldman: Electronic thin film science, Macmillan Publ. Co., 1992.

H. Lüth: Solid surfaces, interfaces and thin films. Springer, 2001.

**Tárgy neve:** Zajanalízis és szilárdtestfizikai, anyagtudományi alkalmazásai (TFME0216)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kun Ferenc

**Tematika:**

Akusztikus emisszió kvázisztatikus törésben. Az akusztikus zaj struktúrájának jellemzése. Szubkritikus repedésnövekedést kísérő akusztikus zaj. Az akusztikus zaj létrejöttének elméleti vizsgálata. Barkhausen zaj ferromágneses anyagokban. A zaj létrejötte lassan változó külső mágneses térben. A zajspektrum analízisének kísérleti és elméleti módszerei. A stacionaritás szerepe, a külső hajtás sebességének hatása a skálatörvényekre. A Barkhausen zaj létrejöttének mikroszkópikus modelljei. Elektromos és mágneses zaj dinamikus törésben. Zaj létrejötte geofizikai és asztrofizikai skálákon. Földrengések kialakulása és skálatörvényeik. Gleccserek és Napkitörések dinamikája. Zaj létrejöttének Burridge-Knopoff féle modellje.

**Ajánlott irodalom:**

H. J. Herrmann and S. Roux, Statistical Models for the Fracture of Disordered Media, (World Scientific, 1990).

B. Chakrabarti and K. Benguigui, Statistical Physics of Fracture and Breakdown in Disordered Systems (Oxford University Press, 2002).

G. Durin and S. Zapperi, The Barkhausen effect, in "The Science of Hysteresis", edited by G. Bertotti and I. Mayergoyz, 2006.

K. Christensen and N. R. Moloney, Complexity And Criticality (Imperial College Press Advanced Physics Texts, 2005).

**Tárgy neve:** Soktestprobléma (TFME0222)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Gulácsi Zsolt

**Tematika:**

Keltő és eltűntető operátorok, másodkvantálás, S-mátrix, Gell-Mann Low tétel, P és T szorzat, időrendezet operátorok várható értéke.  $T=0$  jellemzés: Egyrészezske Green-függvény, Hamilton operátor tagok várható értékének számítása, alapállapot energiája, Gorkov egyenlet, Nemkölcsonható rendszer Green-függvénye fermionikus és bozonikus esetben, Lehmann reprezentáció, spektrál függvények, Wick tétel, Feynmann diagramok, Dyson egyenlet, sajátenergia járulék, polarizációs hurok, kétrészezske Green-függvény, Vertex-függvény, Bethe-Salpeter egyenlet.  $T \neq 0$  jellemzés: Matsubara formalizmus,  $T \neq 0$  Green-függvények, Matsubara frekvenciák fermionikus és bozonikus esetben, várható értékek számolása a  $T \neq 0$  Green-függvény segítségével, a termodinamikai potenciál és a  $T \neq 0$  Green-függvény kapcsolata, Matsubara frekvenciák szerinti összegek elvégzése.

**Ajánlott irodalom:**

Gulácsi Zs.: Soktestprobléma, elektronikus egyetemi jegyzet;

A.L. Fetter, J.D. Walecka: Quantum Theory of Many-particle systems, McGraw-Hill book company, 1971;

**Tárgy neve:** Környezetfizika 3 (TFME0408)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kiss Árpád

**Tematika:**

Környezet, kockázat, civilizáció. A légköri környezet. A légkör összetevőinek távérzékelése. A légköri aeroszol. Globális klimatikai hatások. Természetes eredetű sugárzások a környezetben. Mesterséges eredetű sugárzások a környezetben. Hidrológia, felszín alatti vizek: a stabil izotópok és nemesgázok szerepe vízbázisok vizsgálatában. Felszín alatti vizek tartózkodási idejének meghatározása. Hidrológiai modellek. Alternatív energiaforrások fizikai kérdései és perspektívái: útkeresés a környezetbarát energiatermelés irányában; alternatív és megújuló energiaforrások. A zaj, mint környezeti probléma.

**Ajánlott irodalom:**

Kiss Árpád Zoltán szerk. Fejezetek a környezetfizikából. Egyetemi jegyzet, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debreceni Egyetem, Debrecen, 2003.

**Tárgy neve:** Beágyazott rendszerek (TFME0603)

**Óraszám/hét:** 1+0+2 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 2

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Misák Sándor

**Tematika:**

A mérnöki rendszerek alapösszetevői: mikroprocesszorok és mikrovezérlők. Beágyazott rendszerek tervezése. Mikrovezérlők / mikroprocesszorok felépítése. Megszakítások és csapdák. Memória- és eszközüillesztés. Input / output. Buszok. Analóg eszközök illesztése beágyazott mikroprocesszorokhoz. Alacsony- és magasszintű szoftvertervezés beágyazott rendszerek részére. Példák beágyazott rendszerek felépítésére és tervezésére. Operációs rendszerek alapjai. Folyamatok (processzusok) és feladatok (taszkok). Folyamatállapotok, -állapotátmenetek, -átkapcsolás és -ütemezés. Memória- és fájlkezelés. Folyamatok közötti kommunikáció. Valós-idejű operációs rendszerek. Rendszerbetöltés és -inicializálás. Eszközmeghajtók. Beágyazott rendszerek minősítése és minőségbiztosítása. Ipari szabványú beágyazott rendszerek.

**Ajánlott irodalom:**

Noergaard T. Embedded Systems Architecture (Newnes, 2005).  
Ganssle J. The Firmware Handbook (Newnes, 2004).  
Ball S. Embedded Microprocessor Systems (Newnes, 2002).  
Ball S. Analog Interfacing to Embedded Microprocessor Systems (Newnes, 2003).  
Kiss I., Kondorosi K. Operációs rendszerek (Műegyetemi Kiadó, 2003).

**Tárgy neve:** Elektronika (TFME0301, TFML0301)

**Óraszám/hét:** 2+0+2 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 5

**Számonkérés módja:** K + G(kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Zólmay Imre

**Tematika:**

Bevezetés a félvezető fizikába, szilárdtestek sáv szerkezete, elektron és lyuksűrűségek, a tömeghatás törvénye, elektromos áramok félvezetőben, folytonossági egyenletek. Elektromos semlegesség, Poisson egyenlet. Fém-félvezető átmenet, Schottky dióda. A pn átmenet. A bipoláris tranzisztor. A tirisztor. -A fém-oxid-félvezető (MOS) struktúra. A MOS tervezérelt tranzisztor (MOSFET) felépítése, működése, áram-feszültség karakterisztikái, n és p csatornás, növekményes és kiürítéses MOSFET. Optoelektronikai félvezető eszközök, fénykibocsátó (LED) valamint lézer diódák. Monolit integrált áramkörök alapjai. Bipoláris integrált áramkörök elemei. TTL áramkörök. A mikroprocesszor vázlatos felépítése. Erősítő alapkapcsolások.

**Ajánlott irodalom:**

S.M. Sze, Semiconductor Devices, John Wiley & Sons 1985 ISBN 0-471-87424-8  
Szittyá Ottó: Digitális és analóg elektronika informatikusoknak I.,II.  
LSI Oktatóközpont, Felsőoktatási tankönyv, Budapest, 1999 ISBN 963 577 261 0  
Mojzes I. (Szerk.): Mikroelektronika és technológia  
Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005. ISBN 963 420 847 9

**Tárgy neve:** Számítógép architektúrák (TFME0604)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Ajtonyi István

**Tematika:**

A számítógép architektúrák fejlődése. Az egy-processzoros számítógépek rendszertechnikája. Bevezetés a párhuzamos és elosztott rendszerekbe. Multiprocesszoros rendszerek. Útvonal-irányítás és ütemezés. Szinkronizálási módszerek. Elosztott erőforrás-kezelés. Pipeline szervezés. Adatáramlásos szervezés. Szerver architektúrák. Két és többprocesszoros szerver processzor családok, lapkakészleteik operatív tárral, háttértárral, gyorsító tárral. Szerver rendszertechnikák megbízhatósági és adatbiztonsági kérdései. Cell processzor struktúrák. 64 bites processzor architektúra. Jelprocesszorok. Átkonfigurálható mikroprocesszorok. Kommunikációs processzor architektúrák. Osztott hálózati architektúrák és operációs rendszerek. Valós idejű (real-time) operációs rendszerek. A GRID architektúra. Elosztott rendszerek modellezése. Számítógépes rendszerek megbízhatósága, hibamodellek, a rendszer-megbízhatóság meghatározása. Hibatűrő rendszerek felépítése, a redundancia hibadetektálás, javítás. Információ védelem, számítógépes biztonság, titkosítás.

**Ajánlott irodalom:**

Dr. Ajtonyi István: Digitális rendszerek, Miskolci Egyetemi Kiadó 1999.

Dr. Ajtonyi István: Automatizálási és kommunikációs rendszerek, Miskolci Egyetemi Kiadó 2002.

Dr. Ajtonyi István – Dr. Gyiricza István: Programozható irányító berendezések, hálózatok és rendszerek, Műszaki Kiadó 2000.

**Tárgy neve:** Az infokommunikációs technológiák anyagtudományi alapjai (TFME0418)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Szabó István

**Tematika:**

Elemi és vegyület-félvezetők. Egykristályok, epitaxiák, amorf anyagok. Szilicidok és germanidok. Fénykeltés, detektálás. Optikai távközlés anyagtudományi alapjai. Kijelzők alapjai. Perifériák működése, felépítése. Adathordozók anyagai, felépítése, tárolása, élettartama. Plasztronika. Nanoelektronika és nanotechnológia. Akkumulátorok. Mobil kézibeszélők technológiája. Monolit elektronikus és fotonikai áramkörök. Kijelzők és megjelenítők. Nyomtatás és másolás.

**Ajánlott irodalom:**

Mojzes I. (Szerk.) Mikroelektronika és technológia, Műegyetemi Kiadó, 2005.

Mojzes I., Kökényesi S., Szabó I., Hajdu I., Molnár L.: Az infokommunikációs technológiák anyagtudományi alapjai. Digitális tankönyv. Megjelenik várhatóan 2008. I. negyedév.

Ginsztler János, Hidasi Béla, Dévényi László: Alkalmazott anyagtudomány. Műegyetemi Kiadó, Budapest 2000

Mojzes Imre, Kökényesi Sándor: Fotonikai anyagok és eszközök. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1997.

Csurgay Árpád, Simonyi Károly: Az információtechnológia fizikai alapjai – elektronfizika.

Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest, 1997.

**Tárgy neve:** Objektum-orientált programozás (TFME0602, TFML0602)

**Óraszám/hét:** 2+0+2 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 5

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kun Ferenc

**Tematika:**

*Előadás:*

Objektum-orientált programozási paradigma (osztály, objektum, attribútum, módszer, példányosítás, öröklődés, láthatóság, polimorfizmus, absztrakció, interface), a C++ objektum-orientált eszközei, a C++ típusrendszere (tömbök, vektorok, mutatók, szövegláncok), adat-absztrakció, csomagok, operátor-túlterhelés,

generikus programozás, a C++ template osztályai, I/O kezelés C++-ban, standard könyvtárak, standard osztályok, szabványos tárolók, párhuzamos programozás alapjai, kivételkezelés, kitekintés a Java nyelv felé (az eddigiek Java-s megvalósítása)

*Gyakorlat:*

optimalizálás, hibakeresés, Linux klaszter használata, GUI készítése, komolyabb programozási feladatok, kisebb projektek, speciális könyvtárak megimertetése (NAG, OSPL(Open Source Physics Library)...) )

**Ajánlott irodalom:**

Dr. Juhász István: Programozás 2 egyetemi jegyzet (mobiDIÁK projekt keretében készült)

Stroustrup, B. A C++ programozási nyelv (1, 2 kötet). Kiskapu, Budapest, 2001.

Benkő Tiborné, Tóth B., Programozzunk C++ nyelven! : az ANSI C++ tankönyve. Computer Books, Budapest, 2003.

Benkő Tiborné, Poppe A. Objektum-orientált C++: Együtt könnyebb a programozás. Computer Books, Budapest, 2004.

Kuzmina J., Tamás P., Tóth B. Windows alkalmazások fejlesztése C++ Builder 6 rendszerben. Computerbooks, Budapest, 2004.

**Tárgy neve:** Projekt- és vállalatirányítás

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Halász Gábor

**Tematika:**

Vállalatok szervezeti felépítése és vezetése. Szervezeti modellek, szervezeti formák, szervezeti kultúrák, szervezetek élet-ciklusa. Pénzügyi és számviteli alapismeretek, értékesítési csatornák, ügyfélszegmens-menedzsment, marketing-kommunikáció. Projektirányítási módszertanok, projektciklus, projektmodell, projekt típusok. Projektek tervezése, becslése, behatárolása, időzítése és dokumentálása. Informatikai eszközök a projekt-irányítás és a csoportmunka támogatásához. Projektek erőforrás-gazdálkodása, költség-gazdálkodása, jogi és pénzügyi aspektusai, (projekt) portfólió menedzsment, multi-projekt menedzsment. Projektek követése, teljesítménymérése és minőségbiztosítása. Projektek lezárása, garancia, karbantartás, követés, ügyfélszolgálat. Erőforrás-kezelés. Team-szerepek, vezetői típusok, kommunikáció. Az ügyfél kezelése. Teljesítménymérés és értékelés. Csapatépítés, toborzás, kiválasztás, leépítés, ösztönzés, konfliktusok kezelése, időgazdálkodás.

**Ajánlott irodalom:**

Görög Mihály: Általános projektmenedzsment.

Aula, Budapest, 2001

Koltai Tamás: Termelés-menedzsment. BME Typotex, Budapest, 2006.

Kövesi János (Szerk.): Menedzsment és vállalkozásgazdaságtan. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2007.

Kerékgyártó György: Makroökonómia mérnököknek és műszaki menedzsereknek.

Műegyetemi Kiadó, Budapest 2004

**Tárgy neve:** Távközlő és érzékelő hálózatok (TFME0605)

**Óraszám/hét:** 1+0+2 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Szabó István

**Tematika:**

Jelelmélet, híryanagok jellemzői. Digitális telefónia, képi és TV-jel. Forráskódolás és csatornakiosztás. Adattömörítés, moduláció. Optikai hírközlés. Hullámtan, forgalomelmélet. Szabályozás és nemzetközi együttműködés. Intelligens ügynökök. Hálózati modellek. Hálózat- és szolgáltatásminőség. Mobil és fix hálózatok, GSM szabvány, generációk. Érzékelők kimeneti jelei. Érzékenység, integrált jelfeldolgozás. Önszervezés. Az NGN (NEXT GENERATION NETWORKs – új generációs hálózatok) IP protokoll alapú átviteli technológia. Szélessávú hozzáférési lehetőségek. Informatikai szolgáltató központok létrejötte, informatikai közmű. Interfészek. Szenzorrendszerek intelligenciája és kommunikációs képességei. Rajintelligencia. Intelligens otthon. Szenzorok kommunikációja önszerveződő megoldások, hálózat és környezet kommunikációja.

#### **Ajánlott irodalom:**

Adamis Gusztáv: "Kommunikációs protokollok", BME jegyzet 55069, 2003

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület "Távközlő hálózatok és informatikai szolgáltatások" c. online könyve: Lajtha György (főszerk.): <http://www.hte.hu/onlinekonyv> (angolul is: <http://www.hte.hu/onlinebook.html>). (Főleg referencia kézikönyvként ajánlott használni.)

Andrew S. Tanenbaum: "Számítógép-hálózatok", Panem, Budapest, 2004

Géher Károly (főszerk.): "Híradástechnika", Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000

Házman István: "Távközlés", LSI oktatóközpont, 2001

Györfi László, Györ Sándor: Információ és kódelemélet. Typotex Kiadó, 2000

**A tárgy neve:** Kvantuminformatika (TFME0606)

**Óraszám/hét:** 2+1+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**A tantárgy felelőse:** Dr. Gulácsi Zsolt

Kvantummechanikai alapok, mérés és dinamika, információelmélet és termodinamika, reverzibilis logika. A kvantum bit – kubit - fogalma és megvalósítási lehetőségei, kubit regiszterek, kvantum logikai körök. Kvantum algoritmusok, Schor, Grover. Kvantum kriptográfiai és hibajavító kódolás. Kvantum információ elmélet. Összefonódás és dekoherencia, a kvantum-hardware.

Az előadásokhoz kapcsolódó gyakorlatokon a tárgy elsajátítását segítő feladatok megoldása szerepel.

#### **Ajánlott irodalom:**

A. Ekert, et al. "Basic Concepts in quantum computation" (pdf)

E. Knill, et al. "Introduction to Quantum Information Processing" (pdf)

E. Knill, et al., "Introduction to Quantum Error Correction" (pdf)

A kurzus meghirdetésekor elérhető aktuális irodalom (magyar nyelven is)

**Tárgy neve:** Sugárvédelem és dozimetria (TFME0409)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Papp Zoltán

#### **Tematika:**

Ionizáló és nem ionizáló sugárzások a környezetben. A sugárzások és az anyag kölcsönhatása. A sugárzások és az anyag fizikai állapotának változásai a kölcsönhatás következtében. A sugárterhelés fogalma és fajtái. A sugárdózis. A különféle dózismennyiségek és mértékegységeik, a létrehozásukhoz vezető megfontolások. A dózis kísérleti meghatározásának lehetőségei és korlátjai. A dózis mérésére használt kísérleti eszközök és módszerek. A dózist számításokkal való meghatározásának lehetőségei

és korlátjai. Külső és belső dózisok becslése számításokkal. A természetes és mesterséges forrásokból származó dózisok. Az ionizáló sugárzások közvetlen mikrobiológiai hatásai és az ezeket módosító fizikai, kémiai és biológiai tényezők. Valószínűségi jellegű hatások kis és közepes dózisoknál. Biztosan és rövid időn belül bekövetkező tünetek nagy többletdózis esetén. Nem ionizáló elektromágneses sugárzások környezeti mennyisége, biológiai hatásai és dozimetriája. A sugárvédelem fogalma. Az ionizáló sugárzások elleni védekezésnek, valamint a sugárterhelés csökkentésének gyakorlati módszerei. A sugárvédelem nemzetközi és hazai szervezeti rendszere. A sugárvédelmi tevékenység jogi szabályozása.

**Ajánlott irodalom:**

Kiss D. Kajcsos Zs.: Nukleáris technika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984

Kiss D., Horváth Á., Kiss Á.: Kísérleti atomfizika, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 1998

Köteles Gy. (szerk.): Sugáregészségtan, Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2002

**Tárgy neve:** Hidrológia, Hidrogeológia (TGBE0703)

**Óraszám/hét:** 2+1+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kozák Miklós

**Tematika:**

Az. élő vizek típusai, alapvető fizikai, kémiai, szerkezeti jellemzői, minősítésük alapjai, a hidrodinamika és hidrosztatika gyakorlati szempontból fontosabb alapfogalmai. A geohidrológiai készletszámításokhoz és a regionális vízgazdálkodáshoz szükséges hidrometeorológiai és hidrogeográfiai fogalmak, a hidrográfia és a hidrometria mérési és számítási módszerei. Víz-kőzet kölcsönhatások: a lefolyás, beszivárgás, karsztosodás, tározódás, felszíni és felszín alatti vízmozgás törvényszerűségei, a kőzetek víz hatására történő viselkedése, a porozitás, a szivárgási tényező és az áteresztőképesség, a beszivárgási % és a szennyezésérzékenység. Felszín alatti víztípusok, különös tekintettel az ipari, építésföldtani és környezetvédelmi szempontból kritikus talajvizekre (pl.: folyósodás, agresszivitás, stb.), az ivóvízbázis védelmére és az értékes termális és gyógyvíz készletekre. Ezen vizek készletei, utánpótlódása és kinyerési, felhasználási lehetőségei, hazánk vízügyi adottságai, lehetőségei és feladatai.

A gyakorlat szeminárium jellegű, melynek keretében sor kerül egyszerű mérési, számítási módszerek, a gyakorlat szempontjából fontos ismeretek elmélyítésére.

**Ajánlott irodalom:**

Almássy E.: Hidrológia, Hidrográfia – kari jegyzet ME Miskolc

Erdélyi Mály – Gálfy J. (1988): Surface and subsurface mapping in Hydrogeology – Akadémiai kiadó Budapest

Juhász J. (2002): Hidrogeológia – Akadémiai kiadó Budapest p. 384.

Kozák M., Lakatos Gy.: Vízi környezetvédelem – kari jegyzet KLTE kiadó, Debrecen

**Tárgy neve:** Környezeti folyamatok modellezése (TFME0414)

**Óraszám/hét:** 1+2+0 *(előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)*

**Kredit:** 2

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Erdélyiné Dr. Baradács Eszter

**Tematika:**

A modellezésről általában. Modellek alkalmazásának előnyei és problémái a környezeti vizsgálatokban. A modellek csoportosítása. Modellek megbízhatósága, nemzetközi modell összehasonlítások. Paraméter-érzékenységi és paraméter-bizonytalansági elemzések. Kompartment modellek. Radionuklidok viselkedése a környezetben. Radioizotópok légköri terjedésének modellezése. Talajbeli transzportfolyamatok modellezése. Vízi környezet. A tápláléklánc szennyeződése. A ModelMaker szoftver: a szoftver elemei, funkciók használata. Eredmények megjelenítése. Bizonytalansági elemzés Monte Carlo eljárással.

Egyéni feladat, melynek keretében a hallgatók egy-egy radionuklid mozgásának modellezését, szimulációját kapják feladatul, néhány irodalommal. Ez alapján kell elkészíteni a koncepcionális és matematikai modellt, majd a számítógépi realizációt és konkrét paraméter stb. Értékekkel futtatni, az eredményeket ábrázolni és magyarázni.

#### **Ajánlott irodalom:**

Kanyár B., Béres Cs., Somlai J., Szabó S. 2000: Radioökológia és környezeti sugárvédelem. *Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém*.  
Éltető Ö., Meszén Gy., Ziermann M. 1982: Sztochasztikus módszerek és modellek. *Budapest*  
Horvai Gy. 2001: Sokváltozós adatelemzés. *Nemzeti Tankönyv Kiadó, Budapest*.  
Köteles Gy. 2002: Sugáregészségtan. *Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest*.  
Bede G., Gács I. 1976: Szennyezőanyagok terjedése a légkörben. *BME Továbbképző Intézete, Budapest*.  
Kanyár B. 1999: A tápláléklánc szennyeződése radioaktív anyaggal. *Fizikai Szemle 49, pp. 241-249*  
ModelMaker User Manual. 2000: *Cherwell Scientific Limited, Oxford*

**Tárgy neve:** Környezetfizikai mérések (TFML0506)

**Óraszám/hét:** 0+0+3 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Erdélyiné Dr. Baradács Eszter

#### **Tematika:**

Időjárási változók mérése telepített, automata időjárás-monitorral. Zajterhelés mérése hordozható detektorral, hangerősség és zajdózis mérése városi környezetben, különféle helyszíneken. Aeroszol-koncentráció mérése hordozható készülékkel, mérések városi közterületeken és a tanszék épületének különböző helyiségeiben. Dohányzással és gyertyaégetéssel keltett aeroszolkoncentrációjának mérése az idő és a hely függvényében. Elektromos és mágneses térerősség mérése hordozható mérőműszerrel, mérések városi közterületeken és a tanszék épületének helyiségeiben, a hely függvényében. Egyes elektromos fogyasztók be és kikapcsolásának hatása a mérési eredményekre. Mérések műholdas helyzet-meghatározásra alkalmas kézi GPS-készülékkel, helyzet-meghatározás és pontosságának vizsgálata. Az elektronikus iránytű és az út-komputer használata. Útpontok rögzítése egy útvonal mentén. Nyomkövető üzemmód használata. Útvonal végigjárása, magasságmérés, a felhasználó által bevitt koordináták megkeresése.

#### **Ajánlott irodalom:**

A gyakorlatok végrehajtását segítő írott útmutatók. Az alkalmazott eszközök leírásai.

**Tárgy neve:** Környezetfizika szeminárium (TFMG0410)

**Óraszám/hét:** 0+2+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 1

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kiss Árpád Zoltán

**Tematika:**

A környezettudomány, a környezetvédelem, a környezetpolitika, -jog éppen időszerű, a hírcsatornák által is felkapott kérdések fizikával kapcsolatos vonatkozásai: pl. az ózonlyuk növekedésének következményei, alternatív energiaforrások, atomerőművek, hulladéktárolók, atomtörvény stb.

**Ajánlott irodalom:**

Összegejtése az adott témával kapcsolatban a hallgatók feladata.

**Tárgy neve:** Környezeti kémia (TKBE0417)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kathó Ágnes

**Tematika:**

A környezet evolúciója, az elemek képződése. Az atomátalakulási folyamatok szerepe a Világegyetem kialakulásában és napjainkban. A radioaktivitás, a nukleáris ipar környezeti hatásai. Az égítések és a Föld, a geoszférák kialakulása. Az elemek eloszlása a geoszférákban. A bioszféra kialakulása és hatása a geoszférákra. Az atmoszféra szerkezete és kémiai jellemzése. A termoszféra főbb kémiai folyamatai. A sztratoszférikus ózon képződése és szerepe. A szén-, oxigén-, nitrogén- és kénvegyületek körforgalma a troposzférában és a geoszférák között, az üvegházhatás. Az éghajlatváltozások lehetséges kémiai okai. A hidroszféra kémiája. A tengervíz és az édesvizek kémiai összetételét befolyásoló tényezők. Ipari és ivóvizek, a természetes víztisztulás. A pedoszféra kémiai folyamatai. A talaj szerves és szervetlen komponenseinek jellemzői, a humuszanyagok szerepe. A talajbetegségek kémiája. A foszfor és az egyéb élettani szerepű elemek bio-geokémiai körforgalma. Műtrágyák, növényvédő- és gyomirtószer átalakulásai a talajban. A biológiailag fontos nyomelemek, illetve toxikus anyagok előfordulása, vándorlása a bio-geoszférákban. Környezetünkben megjelenő legfontosabb szerves vegyületek lebomlási folyamatai a bio-geoszférákban.

A tárgyhöz kapcsolódó szemináriumokon az egyes előadásokhoz kapcsolódó kémiai alapreakciók kerülnek tárgyalásra, majd tömbösített gyakorlatokon a hallgatók egy-egy víz- és talajvizsgálatot végeznek el.

**Ajánlott irodalom:**

Füleki Gy.: A talaj. Gondolat, Budapest, 1988.

Kerényi A.: Általános környezetvédelem: globális gondok, lehetséges megoldások. *Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1995.*

P. O'Neil: Environmental chemistry. Chapman & Hall. London, Glasgow, New York, 1993.

R. P. Wayne: Chemistry of atmospheres. Clarendon Press. Oxford, 1991.

**Tárgy neve:** Légkörtan (TGBE1130)

**Óraszám/hét:** 2+0+1 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 4

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Tar Károly

**Tematika:**

A meteorológia és klimatológia feladata, felosztása, helye a tudományok rendszerében. A légkör fogalma, evolúciójára vonatkozó elméletek. A Föld jelenlegi légkörének összetétele, kiterjedése,

tömege, függőleges tagozódása. Az üvegház-hatás és az „ózonlyuk” problémája. A sugárzás legfontosabb fizikai törvényei. A Nap, a földfelszín és a légkör sugárzása. A légnyomás fogalma, izobár vonalak és felületek. A bárikus mező ábrázolása meteorológiai térképeken. A száraz levegő függőleges mozgása. Kondenzációs folyamatok a légkörben, felhő-, köd- és csapadékképződés. A levegő vízszintes áramlása, a gradiens szélmodell. A légtömegek osztályozása. Időjárási frontok. A legfontosabb légnyomási képződmények szerkezete és időjárása. Az éghajlat fogalma, az éghajlatot kialakító tényezők. A légkör általános és helyi cirkulációi, a tengeráramlások szerepe a kontinensek éghajlatának módosításában. A hőmérséklet térbeli és időbeli változása, a csapadék eloszlása a Földön. A Föld éghajlati öveinek és területeinek áttekintése. Éghajlati rendszerek, a kontinensek éghajlatának áttekintése.

#### **Ajánlott irodalom:**

Tar K. 1996: Általános meteorológia. *KLTE, Debrecen, 114p*

Péczely Gy. 1979: Éghajlattan. *Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 336p.*

Dobosi Z. – Felméry L. 1994: Klimatológia. *Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 500p.*

Rákóczi F. 1998: Életterünk a légkör. *Mundus Kiadó, Budapest, 302p.*

**Tárgy neve:** Környezetvédelem 1 (TEBE0109)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Lakatos Gyula

#### **Tematika:**

Ökológia elveinek és törvényszerűségeinek gyakorlati alkalmazása. Környezetvédelmi alapfogalmak. Környezet-szennyezés, terhelés, terhelhetőség, tűréshatár, érzékenység. A környezetvédelem és a természetvédelem. Nemzetközi és hazai helyzet. Az EU környezetvédelmi programjai. A levegő antropogén szennyezettsége. Szennyező anyagok viselkedése a levegőben, szállítás, eloszlás, kiülepedés. Kemizálás, műtrágyázás, növény védőszerek hatásai. Talaj- és vízszennyeződés, szerves és szerves szennyezők talajbeli viselkedése. Az ipari termelésből származó környezetvédelmi problémák. Az energiatermelés hagyományos és alternatív útjai. Természetidegen anyagok lebomlása és akkumulációja a környezetben. Hulladékok és hasznosításuk. Környezetkímélő, zárt technológiák. A közlekedésből származó szennyező anyagok. Zaj- és rezgésártalmak. A vízszennyezés ökológiája és hatása, vízgazdálkodás. Savasodás, üvegházhatás, ózonpajzs csökkenés, víztartalékok csökkenése, biodiverzitás csökkenés. A legfontosabb jogi szabályozások. Globális környezeti kérdések. A népességnövekedés, élelmezési helyzet, nyersanyagtartalmak csökkenése, energiahasznosítás és környezetvédelem közötti összefüggések.

#### **Ajánlott irodalom:**

Kerényi A. 1998: Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások. *Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.*

Lakatos Gy., Nyizsnay F. 1999: A környezeti elemek és folyamatok természet-tudományos és társadalomtudományos vonatkozásai. *Unit 1. EDE TEMPUS S-JEP 12428/97. Debrecen.*

Borda J., Lakatos Gy., Szász T. 2003: Környezetvédelem. Ipari Környezetvédelem. Környezetgazdaságtan. *Egyetemi jegyzet. DE, TTK, Debrecen, 1-137.*

**Tárgy neve:** Környezetvédelem 2 (TEBG0109)

**Óraszám/hét:** 1+0+3 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Lakatos Gyula

**Tematika:**

A vízi környezetvédelem, vízminőségvédelem, vízkezelési eljárások, ivó víztermelés, ipari vízgazdálkodás, mező- és erdőgazdasági vízellátás, üdülő- és fürdővíz, szennyvíztisztítás, szennyvíziszap, eutrofizálódás és tó rehabilitáció vizsgálati módszereinek megismerése és a gyakorlatban való alkalmazhatóságának tanulmányozása. A szárazföldi környezetvédelmi gyakorlati blokk keretében, a hallgatók megismerkednek egy-egy kiválasztott, üzem, város, régió konkrét környezetvédelmi kérdéseivel. A hallgatóknak elemezni kell az itt tapasztaltakat, értékelniük a környezetvédelmi állapotot és helyzetet. Ajánlást kell készíteniük a konkrét környezetvédelmi problémák megoldására.

**Ajánlott irodalom:**

Kerényi A. 1998: Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások. *Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged*.

Lakatos Gy., Nyizsnyánszky F. 1999: A környezeti elemek és folyamatok természet-tudományos és társadalomtudományos vonatkozásai. *Unit 1. EDE TEMPUS S-JEP 12428/97. Debrecen*.

Borda J., Lakatos Gy., Szász T. 2003: Környezetvédelem. Ipari Környezetvédelem. Környezetgazdaságtan. *Egyetemi jegyzet. DE, TTK, Debrecen, 1-137*.

**Tárgy neve:** Környezeti radioanalitikai mérések (TFML0505)

**Óraszám/hét:** 0+0+4 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 2

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Papp Zoltán

**Tematika:**

Levegő radioaktivitásának mérése. Kőzetek, talajok radioaktivitásának mérése. Természetes vizek radioaktivitásának mérése. Élelmiszerek radioaktivitásának vizsgálata. Környezeti alfa-radioaktivitás mérése nyomdetektorral, környezeti minták (ásványok, talaj- és hamuminták) autoradiográfiás módszerrel történő tanulmányozása.

**Ajánlott irodalom:**

A gyakorlatok végrehajtását segítő írott útmutatók.

**Tárgy neve:** Környezetanalitikai mérések (TFML0507)

**Óraszám/hét:** 0+0+4 (előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kiss Árpád

**Tematika:**

Környezeti minták REA analízise. Környezeti vízminták tríciumkoncentrációjának mérése T-3He módszerrel. Léggöri aeroszolok mintavétele és analízise PIXE módszerrel. Radiokarbon kormeghatározás. Stabilizotóp-arány mérés.

**Ajánlott irodalom:**

A gyakorlatok végrehajtását segítő írott útmutatók.

**Tárgy neve:** Kísérleti atommagfizika (TFME0415)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Angeli István

**Tematika:**

Korszerű tömegspektrométerek és alkalmazásaik. Leválasztási energia, nukleon-stabilitás. A stabilitási határ közelében fekvő atommagok különleges tulajdonságai: nukleon-udvar kialakulásának feltételei; kapcsolat a leválasztási energia és a kiterjedés között; szerkezet, gerjesztés. A határvonal-menti atommagok kísérleti vizsgálatának módszerei. Az atommag töltéseloszlásának mérése. Nukleonok töltés- és mágneses dipólusmomentum eloszlása. Az izospin megjelenési formája a különböző magtartományokban. Nehézion-reakciók, fél-klasszikus leírásmódok. Relativisztikus nehézion-reakciók, a maganyag különleges állapotai: nagy hőmérséklet, nagy barion-sűrűség, kvark-gluon plazma. A fázisátmenet ismertetőjegyei. Kísérleti eszközök és módszerek (RHIC), eredmények. Nagy perdületű magállapotok kísérleti vizsgálata. Közbensőmag-típusú magreakciók jellemzése, megmaradási tételek. Nagy perdületű magállapotok legerjesztődése. Gamma-spektroszkópiai detektorrendszerek, mérési és kiértékelési módszerek. Reakciócsatorna-szelekciós módszerek, segéd-detektor-rendszerek. Modern nyomkövetéses 4p gamma-detektorrendszerek. A magalak szerepe nagy perdületű magállapotok gerjesztésében. Rotációs sávok jellemzése. Különleges magalakok kimutatása extrém nagy perdületeknél: szuper- és hiperdeformáció, szuperdeformált sávok jellemzése.

**Ajánlott irodalom:**

Fényes Tibor (Szerk.): *Atommagfizika* (Debreceni Egyetem, Kossuth Egyetemi Kiadó, 2005)

Ch.Y.Wong: *Introduction to High-Energy Heavy-Ion Collisions* (World Scientific, Singapore, 1994)

K. Blaum: *Physics Reports*, **425** (2006) 1

Angeli István: *Kísérleti magfizika*, (PDF formátumú kézirat a Tanszék honlapján, 2005)

**Tárgy neve:** Nukleáris energetika (TFME0419)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Raics Péter

**Tematika:**

Az energiatermelés fizikai alapjai: magreakciók és bomlások. Neutronfizikai alapok. Neutronok kölcsönhatása anyaggal. A neutrongáz fogalma, leírása. A transzportegyenlet és közelítő megoldásai. Termikus neutronok diffúziója; a diffúziós egyenlet és megoldásai különböző geometriákra, diffúziós paraméterek mérése. Mérések pulzált neutronforrásokkal. Neutronok lassulása, termalizáció. A maghasadás fizikája. Neutronsokszorozás, láncreakció, reaktivitás. Kritikus rendszerek. Reaktortípusok. Felépítés, szabályozás és biztonság kapcsolata. A Paksi Atomerőmű üzemi tapasztalatai. Nukleáris fűtőelemciklus. Balesetek. A hasadásos erőművek fejlesztésének útjai. Fúziós folyamatok felhasználása energiatermelésre a csillagokban és a Földön. Szabályozott termonukleáris reakció megvalósításának lehetőségei és feltételei. Technikai megoldások. Hasadási, fúziós és hibrid robbanószervezetek. A radioaktivitás mint energiaforrás. A hagyományos, nukleáris és megújuló energiaforrások jellemzése, összehasonlítása. Energetika és környezet.

**Ajánlott irodalom:**

Fényes T.(szerk): *Atommagfizika*. (Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2005.)

Kiss D., Kajcsos Zs.: *Nukleáris technika*. (Tankönyvkiadó, Budapest, 1984)

Csom Gy.: Atomerőművek üzemtana, I., II/1,2,3. (Egyetemi tankönyv, Műegyetemi Kiadó, 1997, 2005)

Büki G.: Erőművek. (Egyetemi tankönyv, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2004)

**Tárgy neve:** Nukleáris technika (TFME0417)

**Óraszám/hét:** 2+0+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 3

**Számonkérés módja:** K (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Szalóki Imre

**Tematika:**

Atomfizikai és magfizikai mérőberendezések működésének fizikai alapjai. Magsugárzások és röntgensugárzás detektálásának eljárásai. Töltött részecske-, gamma és röntgenspektrométerek főbb típusai, működési elveik és legfontosabb alkalmazásaik. Röntgenoptika. Neutrontektálás. Elektronikus helymeghatározó detektorok, CCD. Gyorsítóberendezések. Mag- és röntgensugárzás alkalmazásai, röntgenfluoreszcencián alapuló analitikai eljárások. Mösbauer spektroszkópia. Radioaktív izotópok alkalmazása az orvosi diagnosztikában, és az anyagvizsgálati eljárásokban. Radioaktív nyomjelzés, radiográfia, transzmissziós és emissziós tomográfiás képalkotási módszerek, CT, PET, MRI, röntgenholográfia, röntgendiffrakció. A sugárterápia biofizikai alapjai. Nukleáris analitikai módszerek alkalmazása a régészetben és földtani kormeghatározásban, természetes radioaktivitás és mérésének módszerei.

**Ajánlott irodalom:**

Fényes Tibor: *Atommagfizika*. Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2005.

Kiss D., Kajcsos Zs.: *Nukleáris technika*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1984

Kiss Dezső, Horváth Ákos, Kiss Ádám: *Kísérleti atomfizika*, Eötvös Kiadó, 1998

**Tárgy neve:** Szeminárium (TFMG0110)

**Óraszám/hét:** 0+2+0 (*előadás+tantermi gyakorlat+laboratóriumi gyakorlat*)

**Kredit:** 2

**Számonkérés módja:** G (kollokvium/gyakorlati jegy)

**Tantárgyfelelős:** Dr. Angeli István

**Tematika:**

A szeminárium célja az önálló szakmai szereplés megteremtése: szakirodalom-tanulmányozás, nyilvános előadás és vita keretében. A választott témát az irodalom alapján kell feldolgozni, és a többi résztvevő számára is közérthető színvonalon és stílusban előadni (kb. 45-50 perc). Minden előadást vita követ. Mások előadásának meghallgatása és a vitában történő részvétel is lényeges része a szemináriumnak.

**Ajánlott irodalom:**

A választott téma alapján kerül kijelölésre

### 3. Kompetenciák

**A szövegben dőlt betűvel szedett részek a képzési kimeneti követelményekben megfogalmazott elvárások:**

A fizikus mesterképzés során a hallgatók tudományos igényű ismereteket szereznek a fizika és alkalmazásai területén. Rendelkeznek a nemzetközi kapcsolattartáshoz és a szakirodalom feldolgozásához szükséges nyelvismerettel. Ennek alapján az okleveles fizikusok rendelkeznek a felsorolt kompetenciák közül legalább hárommal:

1. *alkalmasak az alapvető természeti jelenségekben megnyilvánuló fizikai törvényszerűségek felismerésére, e jelenségek tudományos igényű kísérleti tanulmányozására és elméleti értelmezésére;*

Ennek az ismeretnek a lényege a tudományos modellalkotás képessége, amely a fizikusok alapvető képessége. Megszerzése egyrészt a matematika eszköztárának biztos kezelését kívánja, amit az alapozó tárgyak közt 15 kredittel, gyakorlatokkal is támogatott Modern analízis tárgy mélyít el az MSc képzésben. Másrészt igényli a fizika különböző területein alkalmazott modellalkotás magas szintű ismeretét, amit minden szakirányon a közös alapozó modul tárgyai, a Számítógépes modellezés, továbbá a Kvantummechanika 2, Statisztikus fizika 2, Szilárdtestfizika 2, Komplex rendszerek, és a Részecskefizika tárgyak biztosítanak. Módszertani szempontból a fizika ismereteinek átadása során az összefüggések megértése, a jelenségekből kiinduló értelemezés minden esetben elsődleges szempont mely a számonkérés során is kiemelt szerepet kap.

2. *képesek bekapcsolódni alap-, ill. alkalmazott kutatást végző kutatócsoportok munkájába;*

A kutatómunkába való bekapcsolódás biztos szakmai ismereteket, a kutatási módszerek ismeretét és az adott terület aktuális tudományos problémáinak ismeretét igényli. Elsősorban a tudományos kutatásba bekapcsolódva végzett diplomamunka elkészítése biztosítja az idevágó készségek a megszerzését. Módszertanilag az egyes szakirányok oktatásban szereplő tárgyak ismeretanyagának folyamatos fejlesztése és napra készen tartása révén biztosított a kutatási területekkel való élő kapcsolat: például a felületfizika, az atommozgási folyamatok, a nanoelektronika, környezetfizikai folyamatok, modellezése, távérzékelés fizikája, kvantum informatika, távközlő és érzékelő hálózatok, hálózati hírközlési technológiák, nukleáris asztrofizika, részecskefizika 2.

3. *magas színvonalon képesek üzemeltetni a fizikai törvényekre és csúcstechnológiai folyamatokra alapozott ipari, informatikai és mérési rendszereket;*

A fizikus alapvető képessége az összetett mérőrendszerek összeállítása, és működtetése. A mérés technika egyik alapozó tárgya a metrológia, amely kiter az ipari mérés technika, minőségbiztosítás kérdéseire is. Az alapozó képzés során a haladó gyakorlatokon a hallgatók méréseket végeznek a Fizikai Intézetben rendelkezésre álló korszerű kutatási célokat szolgáló berendezések segítségével. Az egyes szakirányokon belül további gyakorlati ismeretekre tesznek szert a környezetfizikai mérések, radionalitikai mérések, környezetanalitikai mérések, mikroszkópia (elektron és atomi-erő) területén.

4. *képesek az informatika fizikát érintő szakterületeinek művelésére*

Az alapozó képzés keretei közt a hallgatók megismerkednek egy programozási nyelvel a Programozás tantárgy keretében, és ennek fizikai alkalmazásával a számítógépes modellezés tárgy keretei közt. Mindkét tantárgy erősen gyakorlati képzést biztosít. Az Informatika-fizika szakirány hallgatói külön erre a szakterületre kidolgozott képzésben részesülnek.

5. *képesek tanulmányaikat az egyetem doktori képzésében folytatni, és ott tudományos fokozatot (PhD) szerezni;*

A tudományos kutatómunkához kapcsolódó diplomamunka, az alapozó képzésben elsajátított szakmai ismeretek lehetővé teszik minden szakirány esetén a doktori képzésbe való bekapcsolódást. Az általános fizika szakirány biztosítja a legteljesebb körű megalapozást. Az egyetemen működő doktori iskolák esetén az alkalmazott fizika szakirány az anyagtudományi,

a környezetfizika a környezettudományi, a nukleáris technika a magfizikai doktori program irányában biztosít különösen jó alapokat.

6. *rendszeres szakmai önképzéssel képesek az új tudományos eredményeket feldolgozni és munkájuk során alkotó módon alkalmazni;*

A szakirányi képzés keretei közt megtalálható szemináriumokon a hallgatók feladatként kapják egy-egy témakör önálló feldolgozását. A diplomamunka elkészítése során fontos követelmény a szakirodalom feldolgozása és alkalmazása. A tudományos diákköri munka során kapott önálló feladatok kidolgozása további eszköz ennek a képességnek a kialakítására.

7. *szakmai ismereteik, általános műveltségük és korszerű természettudományos szemléletmódjuk segítségével képesek a fizikához és rokon területeihez kapcsolódó tudományos problémákat a nem szakemberek számára érthetően megfogalmazni és a társadalom nyilvánossága előtt képviselni;*

A készség kialakítása elsősorban módszertani eszközökkel történik. A gyakorlatok és előadások során a hallgatók lehetőséget kapnak egy, egy témakör egymás számára is érthető megfogalmazására és megvitatására. A tudományos diákköri munkába való bekapcsolódás, a diplomamunka megvédése, és bekapcsolódás a tanszéki szakmai szemináriumok munkájába szintén segíti ennek a képességnek a kialakítását. Az Elméleti fizikai műhely tárgy egy-egy korszerű kutatási téma irodalmának önálló feldolgozását, majd szemináriumon való bemutatását tartalmazza.

8. *képeseek a tanulmányaik során szerzett ismereteik és problémamegoldó készségük segítségével önálló és irányító munkaköröket betölteni a fizika tudományos eredményeit vagy módszereit felhasználó egyéb területeken (szakigazgatás, környezetvédelem stb.)*

Az alapoó képzés keretei közt a hallgatók ízelítőt kapnak a vezetői és gazdasági ismeretek területéről. Képzésük során kialakulnak azok az általános készségek és ismeretek, amelyek a gazdasági életben jól hasznosíthatók: magasfokú matematikai ismeretek – a számok világának biztos kezelése, jó feladatmegoldó képesség, egy új terület gyors elsajátításának képessége, logikus gondolkodás képessége, racionalitás, a fizikai korlátok és lehetőségek ismerete, fogékonyság az új technológia iránt, biztos számítástechnikai ismeretek. A komplex rendszerek tárgy keretei közt megismerkednek olyan modellezési módszerekkel is, amelyek egy olyan összetett rendszer, mint például egy gazdasági egység vizsgálata során is alkalmazhatóak. A környezetfizika szakirány keretei közt részletesen foglalkoznak a környezeti tényezők, környezetvédelmi kérdések vizsgálatával.

4. A képzési és kimeneti követelményekben előírt **idegen nyelvi követelmények** teljesítésének intézményi elősegítése, feltételei.

Az MSc fokozat megszerzéséhez elvárt idegennyelv-ismeret a középfokú C típusú angol nyelvvizsgának megfelelő szintű igazolt nyelvtudás. A BSc fokozat megszerzésének előfeltétele egy idegen nyelv középfokú ismerete. Amennyiben a mesterképzésre jelentkező hallgató ezt az elvárást angol nyelven teljesíti, akkor egyben az MSc fokozat feltételét is teljesíti. A többi hallgató esetén az egyetem Idegennyelvi Központja költségtérítéses felkészítés nyújt (I. V. fejezet).

## A képzés személyi feltételei<sup>1</sup>

### 1. A szakfelelős, a szakirány felelősök és a záróvizsgatárgyak felelősei

| Felelősök neve és a felelősségi típus<br>( <i>szf</i> : szakfelelős,<br><i>szif</i> : szakirányfelelős,<br><i>zvf</i> : záróvizsgatárgy felelős) |                                  | Tudományos fokozat /cím | Munkakör        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Dr. Trócsányi Zoltán                                                                                                                             | szf, zvf                         | DSc                     | egyetemi tanár  |
| Dr. Beke Dezső                                                                                                                                   | szif, zvf<br>alkalmazott fizika  | DSc                     | egyetemi tanár  |
| Dr. Kun Ferenc                                                                                                                                   | szif, zvf<br>környezetfizika     | PhD                     | egyetemi docens |
| Dr. Halász Gábor                                                                                                                                 | szif, zvf<br>informatikus-fizika | PhD                     | egyetemi docens |
| Dr. Sailer Kornél                                                                                                                                | szif, zvf<br>nukleáris technika  | DSc                     | egyetemi tanár  |

### 2. Tantárgylista – tantárgyak felelősei, oktatói

| A TÖRZSANYAG<br>TANTÁRGYAINAK<br>MEGNEVEZÉSE<br>(ALAPOZÓ ÉS SZAKMAI<br>TÖRZSTÁRGYAK) |                                     | A tantárgy oktatói                                                                         |                   |                 |                                           |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                                                      |                                     | Oktató neve<br>(A tantárgy blokkjában<br><i>elsőként</i> a<br>tantárgyfelelős<br>szerepel) | Tud. fok.<br>/cím | Munkakör        | A tan-<br>tárgy<br>előa-<br>dója<br>I / N | Gyakorlati<br>foglal-<br>kozást tart<br>I / N |
| alapo-<br>zó<br>tárgyak                                                              | Modern analízis<br>1,2,3.           | Dr. Molnár Lajos                                                                           | DSc               | egyetemi docens | I                                         | I                                             |
|                                                                                      | Programozás                         | Dr. Sailer Kornél                                                                          | DSc               | egyetemi tanár  | I                                         | I                                             |
|                                                                                      | Vezetői ismeretek                   | Dr. Egri Imre                                                                              | PhD               | Főiskolai tanár | I                                         | I                                             |
| szakmai törzstárgyak                                                                 | Kvantummechanika 2.                 | Dr. Nagy Ágnes                                                                             | DSc               | egyetemi tanár  | I                                         | I                                             |
|                                                                                      | Statisztikus fizika 2.              | Dr. Sailer Kornél                                                                          | DSc               | egyetemi tanár  | I                                         | N                                             |
|                                                                                      | Komplex rendszerek                  | Dr. Kun Ferenc                                                                             | CSc               | egyetemi docens | I                                         | N                                             |
|                                                                                      | Fizikai laboratórium                | Dr. Sudár Sándor                                                                           | CSc               | egyetemi docens | I                                         | I                                             |
|                                                                                      | Atommagfizika és nukleáris technika | Dr. Raics Péter                                                                            | CSc               | egyetemi docens | I                                         | N                                             |
|                                                                                      | Környezetfizika 2.                  | Dr. Sudár Sándor                                                                           | CSc               | egyetemi docens | I                                         | N                                             |

<sup>1</sup> A fejezet 1. és 2. pontjának táblázataiban a fejlécekben előforduló megjelölések értelmezése:

**Tudományos fokozat / cím:** PhD/DLA vagy CSc, DSc, akadémikus.

**Munkakör:** (egyetemi / főiskolai) tanár, docens, adjunktus, tanársegéd; tudományos (fő)munkatárs; egyéb

|  |                         |                      |     |                |   |   |
|--|-------------------------|----------------------|-----|----------------|---|---|
|  | Szilárdtestfizika 2.    | Dr. Beke Dezső       | DSc | egyetemi tanár | I | N |
|  | Részecskefizika         | Dr. Trócsányi Zoltán | DSc | egyetemi tanár | I | N |
|  | Számítógépes modellezés | Dr. Sailer Kornél    | DSc | egyetemi tanár | I | I |

| <i><b>A DIFFERENCIÁLT SZAKMAI ISMERETEK TANTÁRGYAINAK MEGNEVEZÉSE</b></i> | <b>A tantárgy oktatói</b>                                                          |                |                     |                              |                                       |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------------|
|                                                                           | Oktató neve<br>(A tantárgy blokkjában elsőként a tantárgy felelősét tüntessék fel) | Tud. fok. /cím | Munkakör            | A tantárgy előadója<br>I / N | Gyakorlati foglalkozást tart<br>I / N |
| Szimmetriák 1.                                                            | Dr. Schram Zsolt                                                                   | CSC            | egyetemi docens     | I                            | N                                     |
| Kísérleti atom- és molekulafizika                                         | Dr. Takács Endre                                                                   | PhD            | egyetemi adjunktus  | I                            | N                                     |
| Elméleti atom- és molekulafizika                                          | Dr. Vibók Ágnes                                                                    | DSc            | egyetemi tanár      | I                            | I                                     |
| Részecskefizika 2.                                                        | Dr. Horváth Dezső                                                                  | DSc            | egyetemi magántanár | I                            | N                                     |
| Nukleáris asztrofizika                                                    | Dr. Fülöp Zsolt                                                                    | DSc            | tud. tanácsadó      | I                            | N                                     |
| Modern fizikai módszerek a biológiában                                    | Dr. Panyi György                                                                   |                | egyetemi docens     | I                            | N                                     |
| A sejtek és érzékszervek működésének fizikai alapjai                      | Dr. Rusznák Zoltán                                                                 |                | egyetemi docens     | I                            | N                                     |
| Kvantumtérelmélet                                                         | Dr. Sailer Kornél                                                                  | DSc            | egyetemi tanár      | I                            | N                                     |
| Elektronsűrűségelmélet                                                    | Dr. Nagy Ágnes                                                                     | DSc            | egyetemi tanár      | I                            | N                                     |
| Molekuladinamika                                                          | Dr. Vibók Ágnes                                                                    | DSc            | egyetemi tanár      | I                            | N                                     |
| Molekulaszimmetriák                                                       | Dr. Vibók Ágnes                                                                    | DSc            | egyetemi tanár      | I                            | N                                     |
| Nemlineáris jelenségek, káosz                                             | Dr. Nagy Ágnes                                                                     | DSc            | egyetemi tanár      | I                            | N                                     |
| Mikroszkópia                                                              | Dr. Cserhádi Csaba                                                                 | PhD            | egyetemi adjunktus  | I                            | N                                     |
| Haladó laboratóriumi gyakorlatok                                          | Dr. Langer Gábor                                                                   | CSc            | tud. főmunkatárs    | I                            | I                                     |
| Anyagvizsgálati módszerek                                                 | Dr. Daróczi Lajos                                                                  | PhD            | egyetemi adjunktus  | I                            | I                                     |
| Felületfizika                                                             | Dr. Erdélyi Gábor                                                                  | PhD            | egyetemi docens     | I                            | N                                     |
| Atommozgási folyamatok szilárdtestekben                                   | Dr. Beke Dezső                                                                     | DSc            | egyetemi tanár      | I                            | N                                     |

|                                            |                                   |          |                     |   |   |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------|---|---|
| Nanoelektronika                            | Dr. Kökényesi Sándor              | DSc      | tud. tanácsadó      | I | N |
| Elméleti szilárdtestfizika                 | Dr. Gulácsi Zsolt                 | PhD      | egyetemi docens     | I | N |
| Zajanalízis és alkalmazásai                | Dr. Kun Ferenc                    | CSc      | egyetemi docens     | I | N |
| Soktestprobléma                            | Dr. Gulácsi Zsolt                 | PhD      | egyetemi docens     | I | N |
| Fázisátalakulások elmélete                 | Dr. Gulácsi Zsolt                 | PhD      | egyetemi docens     | I | N |
| Az infokommunikáció anyagtudományi alapjai | Dr. Szabó István                  | CSc      | egyetemi docens     | I | N |
| Objektumorientált programozás              | Dr. Kun Ferenc                    | PhD      | egyetemi docens     | I | N |
| Elektronika                                | Dr. Zólogy Imre                   | PhD      |                     | I | I |
| Algoritmusok elmélete                      | Dr. Schram Zsolt                  | CSc      | egyetemi docens     | I | N |
| Számítógép architektúrák                   | Dr. Ajtonyi István                | CSc      | egyetemi tanár      | I | N |
| Beágyazott rendszerek                      | Dr. Misák Sándor                  | PhD      | egyetemi adjunktus  | I | I |
| Távközlő és érzékelő hálózatok             | Dr. Szabó István                  | CSc      | egyetemi docens     | I | N |
| Projekt- és vállalat-irányítás             | Dr. Halász Gábor                  | PhD      | egyetemi docens     | I | I |
| Kvantuminformatika                         | Dr. Gulácsi Zsolt                 | PhD      | egyetemi docens     | I | N |
| Környezeti kémia                           | Dr. Kathó Ágnes                   | CSc      | tud. főmunkatárs    | I | N |
| Hidrológia, hidrogelológia                 | Dr. Kozák Miklós                  | PhD      | egyetemi docens     | I | I |
| Légkörtan                                  | Dr. Tar Károly                    | CSc      | egyetemi docens     | I | I |
| Környezetvédelem                           | Dr. Lakatos Gyula                 | CSc      | egyetemi docens     | I | I |
| Környezetfizika 3.                         | Dr. Kiss Árpád                    | DSc      | ny. egyetemi tanár  | I | N |
| Környezeti folyamatok modellezése          | Dr. Erdélyiné Dr. Baradács Eszter | PhD      | egyetemi tanársegéd | I | I |
| Sugárvédelem és dozimetria                 | Dr. Papp Zoltán                   | CSc      | egyetemi adjunktus  | I | N |
| Távérzékelés Fizikája                      | Dr. Dezső Zoltán                  | dr. univ | tudom. munkatárs    | I | N |
| Akusztika és zajártalmak                   | Dr. Szabó Sándor                  | PhD.     | egyetemi adjunktus  | I | N |
| Környezetfizikai mérések                   | Dr. Erdélyiné Dr. Baradács Eszter | PhD      | egyetemi tanársegéd | I | I |
| Rádioanalitikai mérések                    | Dr. Papp Zoltán                   | CSc      | egyetemi adjunktus  | I | I |
| Környezetanalitikai mérések                | Dr. Kiss Árpád                    | DSc      | ny. egyetemi tanár  | I | I |

|                                            |                     |          |                    |   |   |
|--------------------------------------------|---------------------|----------|--------------------|---|---|
| Környezetfizika szeminárium                | Dr. Kiss Árpád      | DSc      | ny. egyetemi tanár | I | I |
| Kísérleti atommagfizika                    | Dr. Angeli István   | DSc      | ny. egyetemi tanár | I | N |
| Nukleáris energetika                       | Dr. Raics Péter     | CSc      | egyetemi docens    | I | N |
| Nukleáris technika                         | Dr. Szalóki Imre    | PhD      | egyetemi docens    | I | N |
| Haladó magfizika laboratóriumi gyakorlatok | Dr. Váradi Magdolna | dr. univ | egyetemi adjunktus | I | I |
| Szeminárium                                | Dr. Angeli István   | DSc      | ny. egyetemi tanár | I | I |

## A képzés kutatási és infrastrukturális feltételei

A *Kísérleti Fizikai Tanszék* a Debreceni Egyetem legnagyobb hagyományokkal rendelkező fizikai tanszéke. A debreceni kísérleti fizikai iskola megteremtője Szalay Sándor professzor, E. Rutherford munkatársa tette a tanszéket a tudományos világban elismert tudományos műhellyé. Szalay Sándor és tanítványa, a tanszék későbbi vezetője Csikai Gyula, híres neutrínó visszalökődési kísérlete tankönyvekben is szereplő tudományos eredmény. A Szalay-iskola folytatásaként a tanszéken ma is elsősorban kísérleti fizikai kutatások folynak, noha a tudomány fejlődésének megfelelően ma jelen van a bonyolult kísérleti eszközökkel nyert eredmények értékelésének elméleti háttérét biztosító szaktudás is. A tanszéken világszínvonalú alap- és alkalmazott kutatások a folynak a kísérleti atomfizika, elsősorban a sokszorosan ionizált atomok tulajdonságainak és kölcsönhatásaiknak vizsgálata területén. Ezek kísérleti bázisa az ECR ionforrás és a hozzá kapcsolódó mérőberendezés. A tanszék atomfizikai kutatásai között kell megemlíteni a röntgen-analitikai kutatásokat is.

Az atommagfizika a tanszék hagyományos kutatási területe. Ennek legfontosabb részterületei a neutron-indukált magreakciók kutatása, az atommaghasadás vizsgálata és a nukleáris analitika. Ezek eredményeire alapozva az elmúlt két évtizedben a tanszéken kiépült az atomerőművek (elsősorban a Paksi Atomerőmű Rt) biztonságának ellenőrzését szolgáló laboratórium, amely nemzetközi elismertségre tett szert.

A részecskefizika a tanszék viszonylag új kutatási területe, ahol nemzetközi (CERN, Brookhaven) együttműködésben az alapvető kölcsönhatások kutatása folyik kísérleti és elméleti módszerekkel. A tanszék aktívan részt vesz a CERN-ben folyó detektorépítésben (CMS), és a korábbi (OPAL, L3) kísérletek eredményeinek kiértékelésében.

A tanszéken az atomfizikai kutatásokkal együttműködve szilárdtestfizikai kutatások is folynak, elsősorban a sugárzásoknak a vékonyrétegek tulajdonságaira gyakorolt hatásait és anyagok optoelektronikai tulajdonságait vizsgálják.

A kísérleti kutatások természetes folyamánya az elektronikai analóg- és digitális áramkörök alkalmazástechnikája, mérésvezérlés, digitális szignálprocesszorok felhasználása, processzorvezérelt mérőműszerek fejlesztése és alkalmazása

A fenti kutatások eredményeit a szakma legismertebb, nagy impaktfaktorú folyóirataiban közlik, a cikkeket az irodalomban sokszor – néhányukat kiemelkedően sokszor (több mint száz) – idézik.

A tanszéken két akadémikus (egyik a tanszék vezetője, egyik professzor emeritus) két MTA-doktor (egyikük egyetemi tanár, másikuk tudományos tanácsadó) dolgozik. Az oktatók többsége rendelkezik PhD fokozattal. A Debreceni Egyetem Fizika Doktori Iskolájának két programja a tanszékhez kapcsolódik, a programok vezetői a tanszék egyetemi tanárai. Fizika PhD (doktori) iskola mind az 5 akkreditált témájában Atomfizika, Atommagfizika, Szilárdtestfizika, Interdiszciplináris kutatások, Részecskefizika folynak a tanszéken kutatások.

A tanszéken jelenleg is több OTKA, Tét, OM, IAEA, PHARE, ROP, RET pályázat támogatja a kutatásokat. A munkatársak kiterjedt nemzetközi kapcsolatokkal rendelkeznek. IAEA (Wien), NIST, BNL, Purdue (USA), CERN (Svájc), Aachen, Jülich (Németország).

A kutatások műszeres alapellátását részecskegyorsítók, neutrongenerátorok, alfa-, gamma-és röntgen-spektrometria, béta- és neutrontektálás, radioaktív források, sokcsatornás amplitúdó- és időanalizátorok, lézerek, spektrofotométerek, interferométerek, vékonyréteg előállító berendezések adják. A tanszéknek jól felszerelt számítástechnikai laboratóriuma van, amely jól kiépített hálózati hozzáféréssel rendelkezik, saját helyi hálózata és web-szervere működik. A kísérleti munkához nélkülözhetetlen elektromos és elektronikus, valamint mechanikai műhelye van.

A Debreceni Egyetem *Elméleti Fizikai Tanszéke* 1949-ben jött létre Budó Ágoston irányításával. Az azóta eltelt időben a magyarországi fizika számos meghatározó személyisége dolgozott a tanszéken: Budó Ágostont Fényes Imre, majd Gáspár Rezső váltotta a tanszék élén, aki 1986-ig volt a tanszék vezetője. Gáspár Rezső közel 30 éves irányítása alatt a tanszék fő kutatási területe az atom és molekula fizikához kapcsolódott, egészen 1986-ig, amikor Lovas István vette át a tanszék irányítását és meghonosította a nagyenergiás magfizikai kutatásokat. A statisztikus fizika, szilárdtest fizika és

anyagtudomány a kilencvenes évek elején jelent meg a tanszék kutatási és oktatási profiljában, a területen már jelentős eredményeket elért fiatal kutatók érkezésével. Jelenleg a tanszék munkatársai közül 3 egyetemi tanár, 2 docens, 2 egyetemi adjunktus és 1 tanársegéd, akik mindegyike jelentős nemzetközi együttműködésekkel rendelkezik. Néhány adat a tanszék elmúlt évtizedben elért sikereiről: évente fejenként átlagosan 2,5 közlemény jelenik meg az egyesszakterületek vezető nemzetközi folyóirataiban. A tanszék szerkesztésében jelenik meg az *Acta Physica & Chimica Debrecina* folyóirat, és hosszú időn keresztül az *Acta Physica Hungarica: Heavy Ion Physics* folyóirat. Az elmúlt évtizedben 3 nagydoktori, 2 kandidátusi, 11 doktori disszertáció született a tanszéken, továbbá 5 habilitációs dolgozat és 32 diplomamunka készült. A tanszék munkatársai 5 tekintélyes nemzetközi és 13 magyar, hosszabb időtartamú ösztöndíjat nyertek el, továbbá munkájuk eredményeit 1 nemzetközi és 2 magyar tudományos díjjal ismerték el.

A tanszék fő kutatási területei a részecskefizika és térelmélet, kvantumkémia, molekulafizika, elméleti szilárdtest fizika és anyagtudományok, és a statisztikus fizika. A kilencvenes évek közepétől, a kutatásban és az oktatásban meghonosítottuk a számítógépes modellezést és szimulációt, amely napjainkra a tanszék egyik meghatározó tevékenységi területe lett: a tanszék minden kutatási iránya támaszkodik számítógépes szimulációra, az oktatásban pedig hallgatói létszámunk felét a számítógépes oktatásban résztvevők teszik ki. Munkánk elismeréseként a német Alexander von Humboldt Alapítvány 1999-ben egy kisebb méretű számítógép klasztert adományozott a tanszéknek, amelyet később egy OTKA projekt keretében fejlesztettünk tovább. A tanszéken működik a TTK Szuperszámítógép Laboratóriuma.

A Debreceni Egyetem *Szilárdtest Fizika Tanszékét*, mely 1956-ban Alkalmazott Fizika tanszék néven alakult. Az utóbbi tíz évben a tanszék szakmai profilját leginkább a nanoszerkezetek – alkalmazási szempontból is fontos – tulajdonságainak kutatása (nanodiffúzió, nanoszegregáció, nanomágnesség, adatrögzítés), illetve a különböző zajok vizsgálatának és mérés technikai feldolgozásának alkalmazott orientált kiterjesztése alkotta. Az első területen elért eredményeink alapján számos összefoglaló könyv fejezet írására kaptunk és kapunk felkérést, több fontos könyvet is szerkesztettünk, így a tanszék nemzetközileg is elismert („debreceni diffúziós iskola”). A második területen számos ipari K+F feladatot oldottunk meg, több ipari cégekkel közös közleményünk és szabadalmunk van 5 Tét, 9 OTKA, 1 TEMPUS, 2 NKFP, 3 OMFB, 1 RET

A szilárdtestfizika tanszéki műszerállomány lendületesen fejlődött az elmúlt 15 évben: (SEM+EDX, SEM+EDX, AFM, STM, Röntgen diffraktométer, DSC, Rezgőmintás magnetometer, Barkhausen-zajmérő, különböző hőkezelő kemencék (magas, akár 2000°C fölötti, hőmérsékletekig és nyomásokig (>1.5 Gpa)), ívolvasztó berendezés, magnetronos porlasztó berendezés multirétegek és vékony filmek előállítására, digitális jelfeldolgozó laboratórium kiépítése.

A *Környezetfizikai Tanszék* 2001-ben a Debreceni Egyetem Természettudományi Kara (DE TTK) és az MTA Atommagkutató Intézete (ATOMKI) között létrejött megállapodás alapján jött létre. A tanszék fő kutatási területei: természetes és mesterséges radioizotópok környezeti analitikája; radioizotópok környezeti viselkedésének vizsgálata; környezeti folyamatok vizsgálata radioizotópos nyomjelzéssel; stabil izotópok meghatározása környezeti mintákban XRF-módszerrel; radiogyógyszerészeti fejlesztések. Rendszeresen együttműködünk hazai és külföldi partnerekkel, részt veszünk kutatási pályázatokban, és kutatási megbízásokat teljesítünk. Kutatásainkat számottevő eszközpark segíti (gamma-spektrométerek, alfa-spektrométer, nagy érzékenységű és alacsony háttérű béta-számlálók, röntgen-spektrométer, radon-monitorok, dózismérők, felületi sugárszennyezettség-mérő, automata időjárás-monitor, C-szintű izotóplaboratórium alkalmas felszerelésekkel). A tanszék működteti az OSJER (Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer) debreceni mérőállomását is.

## 1. A képzés tárgyi feltételei, a rendelkezésre álló infrastruktúra:

A képzés során a Debreceni Egyetem Természettudományi Karán rendelkezésre álló tantermek:

### 1. Nagyelőadó

1 db 130 fő és 1 db 50 fő befogadására alkalmas, előkészítővel ellátott tanterem,

### 2. Szemináriumi helyiségek

4 db 20 fő befogadására alkalmas tanterem

### 3. Hallgatói laboratóriumok:

#### *Kísérleti Fizika Tanszék*

**Demonstrációs laboratórium 1.**  
**Demonstrációs laboratórium 2.**  
**Elektronika 1. laboratórium**  
**Elektronika 2. laboratórium**  
**Hallgatói Számítógép Laboratórium**  
**Optikai és Atomfizikai Laboratórium**  
**Magfizikai laboratórium 1.**  
**Magfizikai laboratórium 2.**

#### *Szilárdtest Fizika Tanszék*

**Mechanika és hőtani hallgatói laboratórium**  
**Optika laboratórium**  
**Elektronikai és Digitális jelfeldolgozási laboratórium**  
**Elektron és atomi mikroszkópiás laboratórium**  
**Szilárdtestfizika laboratórium**

#### *Elméleti Fizika Tanszék:*

3db tanszéki kezelésű előadóterem

2db számítógépes tanterem, termenként 7 számítógéppel.

1db szuperszámítógép laboratórium: 20 db Pentium IV-es számítógép erőforrásmegosztás céljából összekapcsolva.

#### *DE TTK – MTA ATOMKI Környezetfizikai Tanszék*

**Környezetfizikai laboratórium 1.**  
**Környezetfizikai laboratórium 2.**  
**C-szintű izotóplaboratórium**  
**Alacsonyhőterű kutató-oktató laboratórium**

#### Számítástechnikai, oktatástechnikai ellátottság

1. A Természettudományi Kar rendelkezésére álló számítógépek.
2. A fizikai intézet számítógépes laboratóriumaiban található 40-50 számítógép illetve munkaállomás elsősorban tantermi gyakorlatok illetve önálló munka céljából egyedi szoftver, illetve mérés technikai lehetőségekkel.
3. Az Elméleti Fizikai Tanszék szuperszámítógép laboratóriuma.

Az egyetemi könyvtár honlapja: <http://www.lib.unideb.hu/>

Az elméleti fizika, szilárdtestfizika és a kísérleti fizika tanszék önálló szakkönyvtárral rendelkezik, ahol több példányban elérhetők a fontosabb oktatási segédanyagok. A hallgatók látogathatják az Atommagkutató Intézet fizika szakkönyvtárát, illetve az Debreceni Egyetemi könyvtárat.

Az egyetemi számítógépekről elérhető az elektronikus információszolgáltatás (EISZ): <http://www.eisz.hu/>

A szak elvégzéséhez szükséges idegen nyelvi követelmények teljesítésének feltételei

A TTK nyelvi képzését az akkreditált Idegennyelvi Központ biztosítja. Az idegennyelvi oktatás rendszerének elsődleges célja a hatékony nyelvoktatás, amellyel segíteni kívánjuk, hogy a hallgatók tanulmányaik ideje alatt letehessek a képesítési követelményekben előírt állami nyelvvizsgát. A rendszer elsősorban támogatott képzésben résztvevő nappali tagozatos hallgatókra került kidolgozásra, különös tekintettel a lineáris képzési modell alapképzési szakaszában megkívánt nyelvi követelményekre.

Alapelvek:

1. A támogatott nyelvoktatás **középszinten indul**, de minden hallgatónak lehetősége van alapszintű térítéses felzárkóztató tanfolyamokon részt venni.
2. Minden kurzusba való belépés előtt **felmérésre** kerülnek a hallgatók nyelvi képességei, annak érdekében, hogy a csoportokon belül az egyenletes tudásszint elősegítse az oktatás hatékonyságát.
3. Egy-egy csoportban mintegy **10 hallgató** vesz részt.
4. A nyelvvizsgára való közvetlen felkészítést **gyorsított nyelvtanfolyam** szolgálja (ld. II. típusú nyelvi félév).
5. A **hallgatókat érdekeltté tesszük** a támogatási rendszer által a nyelvtanfolyamokon való aktív és eredményes részvételben (ld. II. típusú nyelvi félév).

Támogatott képzésben résztvevő nappali tagozatos hallgatók számára támogatott képzésben az alábbi tanfolyamokat kínáljuk:

1. **nyelvi félév:** *Heti 4 órás* tanfolyam, amely áttekintést ad a nyelvvizsga követelményeiről.
2. **Nyelvvizsga-előkészítő gyorstanfolyam.** Lehetőség szerint kéthetes 60 órás gyorstanfolyam, amelyet a szünidőkben, igény szerint szemeszter közben, vagy hétvégekre sűrítve is kínálunk. A tanfolyam díját a hallgatóknak be kell fizetniük, de *a térítési díjat a hallgató visszakapja* (egy ilyen jellegű tanfolyam térítési díját), amennyiben legkésőbb az abszolutórium megszerzésének naptári évében leteszi az előírt nyelvvizsgát.
3. **Szaknyelvi félév.** *Heti 4 órás* tanfolyam. Felvételének feltétele az 1. nyelvi félév előzetes elvégzése és az előírt nyelvvizsga megléte, vagy az nyelvvizsga-előkészítő gyorstanfolyam elvégzése.

A tanulmányi ügyek intézését a Természettudományi Kar Dékáni Hivatala biztosítja. A Debreceni Egyetem a Neptun elektronikus tanuló nyilvántartást használja.