



## A TANTÁRGY ADATLAPJA

### Spektroszkópia és lézerek

Egyetemi tanév: 2026/2027

#### 1. A képzési program adatai

1.1. Felsőoktatási intézmény	BABEŞ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
1.2. Kar	FIZIKA KAR
1.3. Intézet	FIZIKA INTÉZET - MAGYAR TAGOZAT
1.4. Szakterület	Fizika
1.5. Képzési szint	Licenz
1.6. Tanulmányi program / Képesítés	Fizika

#### 2. A tantárgy adatai

2.1. A tantárgy neve	Spektroszkópia és lézerek Spectroscopie și laseri Spectroscopy and Lasers	A tantárgy kódja	FLM1503				
2.2. Az előadásért felelős tanár neve	lect. dr. Borbély Sándor						
2.3. A szemináriumért felelős tanár neve	lect. dr. Borbély Sándor						
2.4. A laboratóriumi gyakorlatért felelős tanár neve	lect. dr. Borbély Sándor						
2.5. Tanulmányi év	3	2.6. Félév	5	2.7. Értékelés módja	C	2.8. Tantárgy típusa	DS

#### 3. Teljes becsült idő (az oktatási tevékenység féléves óraszámja)

3.1. Heti óraszám	4	melyből:						
3.2. előadás	2	3.3. szeminárium	1	3.4. laboratóriumi gyakorlat	1			
3.5. Tantervben szereplő összóraszám	56			melyből:				
3.6. előadás	28	3.7. szeminárium	14	3.8. laboratóriumi gyakorlat	14			
Az egyéni tanulmányi idő (ET) és az önképzési tevékenységekre (ÖT) szánt idő elosztása:								óra
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása								21
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás								9
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása (nagyobb vagy egyenlő a tantárgy naptárában az ellenőrzési feladatokra előírt összórással)								7
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)								2
Vizsgák								3
Más tevékenységek:								2
<b>3.9. Egyéni tanulmányi idő (ET) és önképzési tevékenységekre (ÖT) szánt idő összórásszáma</b>								<b>44</b>
<b>3.10. A félév összórásszáma</b>								<b>100</b>
<b>3.11. Kreditszám</b>								<b>4</b>

#### 4. Előfeltételek (ha vannak)

4.1. Tantervi	nincs
4.2. Kompetenciabeli	Optika, atomfizika, molekulafizika és kvantummechanikai alapismeretek

#### 5. Feltételek (ha vannak)

5.1. Az előadás lebonyolításának feltételei	tábla számítógép és multimédiás projektor
5.2. A szeminárium lebonyolításának feltételei	tábla számítógép és multimédiás projektor
5.3. A laboratóriumi gyakorlatok lebonyolításának feltételei	spektroszkópiái és lézerfizikás szakeszköztár

## 6.1. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

Szakmai- / kulcs-kompetenciák	<p>C1. A fizika törvényeinek és elveinek megfelelő azonosítása és használata.</p> <p>C2. Adatelemző és adatfeldolgozó szoftvercsomagok és informatikai rendszerek használata.</p> <p>C3. Fizika feladatok adott feltételek mellett történő megoldása, numerikus és statisztikai módszerek segítségével.</p> <p>C4. Fizikai ismeretek alkalmazása úgy kapcsolódó területekről származó feladatokban, mint megszokott laboratóriumi eszközökkel végzett kísérletek esetén.</p> <p>C5. Oktató, tudományos és népszerűsítő jellegű információk elemzése és kommunikálása a fizikában. Szoftverek és virtuális eszközök fejlesztése és használata fizikai feladatok megoldásában.</p> <p>C6. Fizikai kérdések interdiszciplináris megközelítése.</p>
Transzverzális kompetenciák	<p>CT1. Szakmai feladatok hatékony és felelősségteljes ellátása a deontológiai jogszabályok betartásával.</p> <p>CT2. Csapatmunkában való hatékony részvétel különböző beosztásokban. A szakmai szerepek és felelősségek munkacsoporton belüli azonosítása, hatékony kommunikációs technikák alkalmazása, illetve csapatmunkában való hatékony részvétel különböző beosztásokban.</p> <p>CT3. Az információk, a kommunikációs források és a szakmai képzések hatékony felhasználása úgy anyanyelven, mint idegennyelven is.</p> <p>Továbbtanulásra való lehetőségek felismerése, az erőforrások és a tanulási technikák kamatoztatása a szakmai előmenetel érdekében.</p>

## 6.2. Tanulási eredmények

Ismeretek	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A hallgató/végzett leírja a fizika alapvető fogalmait, elméleteit, alapelveit, jelenségeit és törvényeit (pl. Arkhimédész törvénye, Coulomb-törvény, a termodinamika I. főtétele).</li> <li>- A hallgató/végzett megmagyarázza és értelmezi a fizika fogalmait, elméleteit, modelljeit és alapelveit (pl. atommodell, határozatlansági reláció), kiemelve a gyakorlati alkalmazásokat (pl. kísérleti technikák, technológiai alkalmazások).</li> <li>- A hallgató/végzett megfelelő elemzési módszereket határoz meg a fizika területének konkrét helyzeteire (pl. dimenzióanalízis, közelítő módszerek).</li> <li>- A hallgató/végzett leírja a komplex fizikai és dinamikus rendszerek vizsgálatában használt haladó elméleti modelleket, numerikus módszereket és algoritmusokat.</li> <li>- A hallgató/végzett azonosítja a kondenzált anyagok, plazmák, félvezető és mágneses anyagok makroszkopikus és nanoméretű specifikus tulajdonságait.</li> <li>- A hallgató/végzett meghatározza a tudományos kutatás módszertanát, a szellemi tulajdonra vonatkozó normákat és az akadémiai írás és publikálás etikai alapelveit.</li> </ul>
Képességek	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A hallgató/végzett számítógépes kódokat (pl. C, C++, Python nyelven) fejleszt és valósít meg fizikai jelenségek szimulálására és az elméleti fizika differenciálegyenleteinek megoldására.</li> <li>- A hallgató/végzett haladó technikákat (pl. spektroszkópia, optoelektronikai módszerek) alkalmaz új anyagok és eszközök szerkezeti és funkcionális jellemzésére.</li> <li>- A hallgató/végzett alkalmazza a fizika alapelveit és törvényeit (pl. mozgástörvények, ideális gáztörvény) elméleti vagy gyakorlati problémák megoldásában, beleértve a részben előre nem látható helyzeteket is.</li> <li>- A hallgató/végzett tudományos módszerek (pl. kísérlettervezés, szenzoros mérések) alkalmazásából származó adatokat gyűjt és értelmez, a kapott eredményeket analitikai keretbe integrálva.</li> <li>- A hallgató/végzett tudományos jelentéseket és prezentációkat készít (pl. szimpóziumi előadás, ismeretterjesztő cikk), logikus és koherens érvelést felépítve általános fizikai témákban.</li> </ul>

Felelősség és önállóság	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A hallgató/végzett kritikusan értékeli a numerikus közelítések határait, és hatékonyan kezeli a számítási erőforrásokat az interdiszciplináris problémák megoldása során.</li> <li>-A hallgató/végzett korszerű technológiai megoldásokat adaptál a nanoanyagok és optikai rendszerek fejlesztésére, betartva a munkavédelmi és környezetvédelmi szabványokat.</li> <li>- A hallgató/végzett korrelálja a statisztikai elemzési módszereket (pl. korrelációs együtthatók, lineáris regresszió) a kísérleti adatokkal, integrálva az eredményeket és kritikusan értelmezve a kapott információkat.</li> <li>- A hallgató/végzett felelősségteljesen végrehajtja az önálló munkafeladatokat, és hozzájárul az interdiszciplináris megközelítésekhez (pl. fizikai ismeretek integrálása multidiszciplináris projektekbe).</li> <li>- A hallgató/végzett önállóan használja az információforrásokat (pl. adatbázisok, szoftveralkalmazások MATLAB vagy Python környezetben).</li> <li>- A hallgató/végzett önállóságot mutat a laboratóriumi berendezések üzemeltetésében, karbantartásában és javításában (pl. szenzorok kalibrálása, műszerek beállítása), betartva a biztonsági és minőségi szabványokat.</li> </ul>
-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 7. A tantárgy célkitűzései (az elsajátítandó jellemző kompetenciák alapján)

7.1. A tantárgy általános célkitűzése	<p>A tantárgy általános célkitűzései a spektroszkópiai alapismeretek, alapfogalmak, valamint a spektroszkópiai készülékek működésének alapját képező jelenségek megismertetése, az atom-és molekulaszínképekkel kapcsolatos tudnivalók elsajátítása.</p> <p>A lézerek működése fizikai alapjainak tisztázása, gyakorlati alkalmazásokhoz szükséges alapjelenségek megismerése.</p>
7.2. A tantárgy sajátos célkitűzései	<p>Az atom- és molekulaszínképek értelmezése és ezen ismeretek felhasználása az interdiszciplináris alkalmazásoknál.</p> <p>A lézerek működési alapjainak megértése, lézertípusok és felhasználási lehetőségeiknek megismerése.</p>

## 8. A tantárgy tartalma

8.1. Előadás	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
--------------	----------------------	--------------

1. A kísérleti spektroszkópia alapjai. Spektrális készülékek felépítése, általános jellemzőik. Diszperziós elemek és spektroszkópiai jellemzőik. A prizma mint színbontó elem. Diszperziós prizmák. Prizmás spektrális készülékek.

2. Optikai rácok mint bontóelemek. Spektroszkópiai jellemzők. Reflexiós rácok. Síkrácsos spektrográfok. Konkáv rácok. Michelson-féle lépcsős rác.

3. Interferencia spektroszkópia. A soksugaras interferencia. A Fabry-Perot interferométer és spektroszkópiai jellemzői. Fourier-transzformációs spektrális készülék felépítése és működésének alapjai

4. A spektrumvonalak kiszélesedése : természetes, Doppler- és ütközéses kiszélesedés. A spektrumvonalak spektrális készülék általi kiszélesedése. Konvolúció.

5. Az atomspektroszkópia elméleti alapjai. Átmeneti valószínűségek. A színképvonalak intenzitása. Kiválasztási szabályok. Többelektronos atomok spektrumának általános jellemzői. Csatlósi típusok. L-S csatolás és atomi termék.

6. Hund- és Landé-szabályok. Ekvivalens és nemekvivalens elektronok esete. Kiválasztási szabályok Az alkálifémek spektrumai. Két külső elektronnal rendelkező atomok spektruma. Multiplett vonalak intenzitásvizonyai. Önionizáció és Auger-effektus.

7. A molekulaszpektrumok főbb jellegzetességei. A Born-Oppenheimer-közelítés. A kétatomos molekulák elektronszerkezetének szimmetria tulajdonságai. A kétatomos molekulák tiszta forgási színképe. A nem merev rotátor modellje.

8. Kétatomos molekulák rezgési színképe. A harmonikus oszcillátor modell. Az anharmonikus oszcillátor modell. A kétatomos molekulák rezgési-forgási színképe.

9. A kétatomos molekulák elektronszínképei. Az elektron-átmenetek rezgési szerkezete. A Franck-Condon-elv. Az elektronsávok forgási szerkezete.

10. A Raman-effektus klasszikus és kvantumelmélete. Rezgési és rotációs Raman-színképek.

11. A lézerek működésének fizikai alapjai. Rövid történeti áttekintés. Az indukált emisszió. Populáció inverzió és optikai pumpálás. A lézerhatás mechanizmusának matematikai tárgyalása- az energiamérleg. Fényelnyelés és fényerősítés. A negatív abszolút hőmérséklet.

12. Optikai rezonátorok. Longitudinális és transzverzális módusok. Rezonátor típusok. Az öngerjesztés feltétele. A rezonátor jóságai tényezője. Az optikai rezonátorok stabilitása.

13. Gauss-nyalábok. A lézersugarak tulajdonságai. Lézertípusok. Gázlézerek. He-Ne gázlézer. Argon-ionlézer. Széndioxid lézer. Excimer lézerek

14. Szilárdtest-lézer. A rubin-lézer. Neodymium lézer Folyadék-lézerek. Félvezető-lézerek.

előadás hagyományos vagy digitális tábla segítségével

## Könyvészet

- MÁTRAI T.- CSILLAG L: Kísérleti spektroszkópia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990; ( Fizika könyvtár).
- ILIESCU T.: Spectroscopie și laseri ,Univ.Babeș-Bolyai, Cluj,1986; ( Fizika könyvtár)
- SPOLSKIJ E.V.: Atomfizika vol.II.,Akadémiai Kiadó, Budapest,1958; (Fizika könyvtár)
- ELIASEVICI M.A.: Spectroscopie atomică și moleculară., Ed.Acad.R.S.R., București, 1966 ; ( Fizika könyvtár)
- TRADOWSKY K. A laser. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1971 ( Fizika könyvtár)
- SVELTO O.- HANNA D.C. Principles of Laser, Plenum Press., New York
- ILIESCU T. – KOVÁCS K. Probleme rezolvate de optică și spectroscopie. Casa Cărții de Știință, Cluj, 1995
- POPESCU I.M., PREDĂ A.M. și alții Probleme rezolvate de fizica laserilor. Ed.Tehnică, București, 1975
- G.HERZBERG: Molekula-színképek és molekula szerkezet. I.Kétatomos molekulák színképe. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1956; (Kémia Kar könyvtára)
- B.H.BRANDEN, C.J.JOACHAIN: Fizica atomului și a moleculei. Ed. Tehnică, București, 1998 (Fizika Könyvtár)
- KAPUY E., TÖRÖK F: Az atomok és molekulák kvantumelmélete, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975; (Fizika Könyvtár)

8.2. Szeminárium	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
<ol style="list-style-type: none"> <li>A prizma mint bontóelem. Spektrális jellemzők. Prizmatípusok</li> <li>Optikai rácsok. Spektrális jellemzők</li> <li>Soksugaras interferencia. A Fabry-Perot interferométer</li> <li>Spektrumvonalak kiszélesedése. LS csatolás. Alkálifémek és a He spektrumaival kapcsolatos feladatok</li> <li>Az Einstein-együtthatók</li> <li>Kvantummechanikai perturbáció számítás</li> <li>Optikai rezonátorok</li> </ol>	Feladatmegoldások, megbeszélés	
Könyvészet		

8.3. Laboratóriumi gyakorlatok	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
<ol style="list-style-type: none"> <li>Spektrométer átviteli függvényének meghatározása</li> <li>Kétkomponensű oldat mennyiségi elemzése az abszorpciós elektronspektrumok segítségével</li> <li>Fényforrások longitudinális koherenciahosszának mérése Michelson-interferométerrel</li> <li>Levegő törésmutatójának meghatározása lézeres Michelson-interferométerrel</li> <li>Vörösvértest átlagos átmérő meghatározása lézer fényforrásos diffrakciós módszerrel</li> <li>Lézerfény becsatolása optikai szálba</li> <li>Kollokvium</li> </ol>	Laboratóriumi mérések, mérési jegyzőkönyv elkészítése, eredmények értelmezése	
Könyvészet		

## 9. Az episztemikus közösségek képviselői, a szakmai egyesületek és a szakterület reprezentatív munkáltatói elvárásainak összhangba hozása a tantárgy tartalmával

A tantárgy célkitűzések felállításánál, annak tartalmi tervezésénél és a sikeres teljesítési feltételek megadásánál az iskolai oktatás és a Babeș-Bolyai Tudományegyetem földrajzi szomszédságában és vonzáskörében található tudományegyetemek (Universitatea București, Universitatea Alexandru Ioan Cuza Iași, Eötvös József Tudományegyetem Budapest, Debreceni Tudományegyetem, stb.) tanterveit és tananyagait, illetve a kutatóintézetek (Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare INCDTIM Cluj-Napoca, stb.) és a különböző magáncégek vagy magánvállalatok (Evoline, Codespring, Emerson, stb.) munkapiaci igényeit vettük figyelembe.

## 10. Értékelés

Tevékenység típusa	10.1. Értékelési kritériumok / 10.2. Értékelési módszerek / 10.3. Aránya a végső jegyben
10.4. Előadás	optikai spektroszkópiái és lézerfizikai alapismeretek elsajátítása. Alkalmazások ismerete: Írásbeli vizsga 60%, előadás eleji rövid felmérők: 15%
10.5. Szeminárium	Feladatmegoldás értékelése: írásbeli vizsga 10%

10.6. Laboratóriumi gyakorlatok	Mérési jegyzőkönyv értékelése: 15 %
10.7. A teljesítmény minimumkövetelményei	
Laboratóriumi mérési jegyzőkönyvek elkészítése és átadása (a gyakorlat elvégzését követő héten, a laborgyakorlatok min. 90%-át kötelező elvégezni és a hozzá tartozó jegyzőkönyvet leadni), az optikai spektroszkópia és a lézerfizika alapjainak elsajátítása	

## 11. SDG ikonok (Fenntartható fejlődési célok / Sustainable Development Goals)

Nem alkalmazható

### Előadás felelőse

lect. dr. Borbély Sándor

### Szeminárium felelőse

lect. dr. Borbély Sándor

### Laborgyakorlat felelőse

lect. dr. Borbély Sándor

### Kitöltés dátuma

2026-07-06

### Az intézeti jóváhagyás dátuma

2026-07-06

### Intézetigazgató

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc