



## A TANTÁRGY ADATLAPJA

### 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	Alkalmazott mérnöki tudományok
1.5 Képzési szint	Licensz
1.6 Szak / Képesítés	Mérnöki fizika

### 2. A tantárgy adatai

2.1 A tantárgy neve	FLM1411 - Kvantummechanika II / Mecanică cuantică II / Quantum Mechanics II		
2.2 Az előadásért felelős tanár neve	prof. dr Néda Zoltán		
2.3 A szemináriumért felelős tanár neve	prof. dr Néda Zoltán		
2.4 A laboratóriumi gyakorlatért felelős tanár neve			
2.5 Tanulmányi év	3	2.6 Félév	5
2.7 Értékelés módja	E	2.8 Tantárgy típusa	DD

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

3.1 Heti óraszám	2	melyből:			
3.2 előadás	1	3.3 szeminárium	1	3.4 laboratóriumi gyakorlat	0
3.5 Tantervben szereplő össz-óraszám	28	melyből:			
3.2 előadás	14	3.3 szeminárium	14	3.4 laboratóriumi gyakorlat	0
A tanulmányi idő elosztása:					
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása					14
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás					7
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása					14
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)					4
Vizsgák					3
Más tevékenységek:					0
3.9 Egyéni munka össz-óraszám					42
3.10 A félév össz-óraszám					70
3.11 Kreditszám	3				

### 4. Előfeltételek (ha vannak)

4.1 Tantervi	- Kvantummechanika I.
4.2 Kompetenciabeli	Kvantummechanikai alapismeretek. Matematikai alapismeretek.

### 5. Feltételek (ha vannak)

5.1 Az előadás lebonyolításának feltételei	nagy tábla
5.2 A szeminárium lebonyolításának feltételei	nagy tábla
5.3 A laboratóriumi gyakorlatok lebonyolításának feltételei	

### 6. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

6.1 Szakmai 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>
6.2 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. Továbbtanulásra való lehetőségek felismerése, az erőforrások és a tanulási technikák kamatoztatása a szakmai előmenetel érdekében.</p>

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

7.1 A tantárgy általános célkitűzése	A modern elméleti fizika alapszereinek a megismertetése.
7.2 A tantárgy sajátos célkitűzései	A kvantummechanika általános formalizmusának a tárgyalása. A kvantummechanika alapszereinek az ismertetése.

## 8. A tantárgy tartalma

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

<p>1. <b>A kvantummechanika általános formalizmusa.</b> A hullámmechanika, mátrixmechanika és általános formalizmus a kvantummechanikában. Az általános formalizmus szerepe és fontossága. A "ket" és "bra" vektorok a végtelen dimenziós vektorterekben.</p> <p>2. <b>Reprezentációelmélet a kvantummechanikában.</b> Mátrixok a kvantummechanikában. Reprezentációcsere. Vektorok tenzoriális szorzása. Unitér transzformációk. Elemi transzformációk.</p> <p>3. <b>A kvantummechanika Dirac formalizmusának a posztulátumai (I).</b> Alapposztulátumok, Koordináta operátorok, koordináta reprezentáció. Impulzus operátorok, impulzusreprezentáció.</p> <p>4. <b>A kvantummechanika Dirac formalizmusának a posztulátumai (II).</b> A mérési posztulátum és következmények. Az evolúció posztulátuma és ennek a következményei.</p> <p>5. <b>A sűrűségoperátor a kvantummechanikában.</b> A sűrűségoperátor tulajdonságai. Egy nem tiszta állapot időbeli evolúciója.</p> <p>6. <b>Az impulzusnyomatékok általános elmélete.</b> Az impulzusnyomaték általánosítása. A standard reprezentáció.</p> <p>7. <b>A spin a kvantummechanikában.</b> Az elektronspin operátorai, Az elektron teljes állapotvektora. A Pauli egyenlet.</p> <p>8. <b>Az impulzusnyomatékok összeadása.</b> A probléma megfogalmazása. ClebschGordan együtthatók és ezeknek meghatározása.</p> <p>9. <b>Több részecskéből álló kvantummechanikai rendszerek (I).</b> N azonos részecske esete. Spinnel rendelkező részecskék. Többelektronos atomok</p> <p>10. <b>Több részecskéből álló kvantummechanikai rendszerek (II).</b> N azonos részecske esete. Spinnel rendelkező részecskék. A kicserélődési kölcsönhatás. Több elektronos atomok.</p> <p>11. <b>A másodkvantálás módszere (I).</b> A módszer fontossága. A részecskeszám reprezentáció. Részecskekeltő és eltüntető operátorok. A részecskeszám operátor.</p> <p>12. <b>A másodkvantálás módszere (II).</b> Adott koordinátával rendelkező részecskét keltő és eltüntető operátor. Operátorok másodkvantált formában.</p> <p>13. <b>Kitekintő (I).</b> Közelítő módszerek: A perturbációs módszer és a variációs módszer</p> <p>14. <b>Kitekintő (II).</b> Relativisztikus kvantummechanika, kvantumtérelmélet</p>	<p>érdeklődés felkeltés, vitára ösztönzés, előadás, megbeszélés, kitekintés a fizika más ágazataira, ellenőrzés</p>	
---	---	--

Könyvészet

1. Neda Zoltan, Libal Andras, Kovacs Kataline es Horvath Szabolcs. Online előadásjegyzet, Kvantummechanika II. <http://www.phys.ubbcluj.ro/~zoltan.neda/edu/files/ln2.htm>
2. A. Messiah: Quantum Mechanics II. (North Holland Publishing Co. ,1961) , román fordítás, megtalálható a Fizika Kar könyvtárában
3. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu and F. Laloe, Quantum Mechanics (Wiley-Interscience Publications, John Wiley & Sons, 1977, Paris)

8.2 Szeminárium	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
-----------------	----------------------	--------------

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1. Végtelen dimenziós vektorterek általános formalizmusa</li> <li>2. Gyakorlatok "ket" es "bra" vektorokkal.</li> <li>3. Az 1D harmonikus oszcillátor az általános formalizmus keretében</li> <li>4. Konkrét feladatok a reprezentációelmélet mátrix formalizmusával</li> <li>5. Feladatok a sűrűségmátrixal kapcsolatosan</li> <li>6. Feladatok az impulzusnyomatékok általános elméletével kapcsolatosan</li> <li>7. Feladatok a spinnel kapcsolatosan</li> <li>8. Feladatok az impulzsunyomatékok összeadásával kapcsolatosan (I)</li> <li>9. Feladatok az impulzsunyomatékok összeadásával kapcsolatosan (II)</li> <li>10. Feladatok a másodkvantálás módszerével kapcsolatosan.</li> <li>11. Feladatok a perturbációelmélettel kapcsolatosan (I)</li> <li>12. Feladatok a perturbációelmélettel kapcsolatosan (II)</li> <li>13. Feladatok a variációs módszerrel kapcsolatosan.</li> <li>14. Összefoglaló, kitenkintő.</li> </ol>	ellenőrzés, feladatmegoldás, problematizálás, magyarázás	minden alkalommal megtörténik a házi-feladatok pontozása, új házi feladatok kijelölése
--	--	--

#### Könyvészet

1. E. Magyar-M.Constantinescu: Culegere de probleme de mecanică cuantică (Editura științifică și tehnica, 1977) megtalálható a Fizika kar könyvtárában
2. Elméleti Fizika Példatár, 3. - Kvantummechanika és Statisztikus Fizika (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002)

8.3 Laboratóriumi gyakorlatok	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
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 Babeş-Bolyai Tudományegyetem földrajzi szomszédságában és vonzáskörében található tudományegyetemek (Universitatea Bucureşti, Universitatea Alexandru Ioan Cuza Iaşi, Eötvös Loránd 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a tantárgyi kompetenciák megszerzésének mértéke / évközi felmérések / 10%</li> <li>• teszt - írásbeli vizsga / 20%</li> <li>• logikus gondolkodás, tanulás mértéke / szóbeli vizsga / 45%</li> </ul>
10.5 Szeminárium	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a szakismeretek alkalmazása feladatokban, szemináriumi tevékenység során / a táblai szereplés értékelése / 10%</li> <li>• házi feladatok teljesítése / házi feladatok ellenőrzése / 15%</li> </ul>
10.6 Laboratóriumi gyakorlatok	
10.7 A teljesítmény minimumkövetelményei	

- az alapfogalmak és alaptörvények ismerete
- a ket és bra vektorok formalizmusának az ismerete
- a tantárgy specifikus logikájának a megértése
- közepes szintű feladatok helyes megoldása
- néhány alaplevezetés reprodukálása
- jelenlét a felmérőkön, házi feladatok legalább 50% -nak a helyes megoldása.
- a minimális átmenő jegy megszerzéséhez: legalább elégséges (50%)

**Előadás felelőse**

prof. dr Néda Zoltán

---

**Szeminárium felelőse**

prof. dr Néda Zoltán

---

**Laboratóriumi gyakorlat  
felelőse****Kitöltés dátuma**

2023-03-28

**Az intézeti jóváhagyás dátuma**

2023-03-30

**Intézetigazgató**

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc

---