



A TANTÁRGY ADATLAPJA

1. A képzési program adatai

1.1 Felsőoktatási intézmény	BABEȘ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
1.2 Kar	FIZIKA KAR
1.3 Intézet	FIZIKA INTÉZET – MAGYAR TAGOZAT
1.4 Szakterület	Fizika
1.5 Képzési szint	Licensz
1.6 Szak / Képesítés	Fizika informatika

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	DF

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			24	melyből:	
3.2 előadás	12	3.3 szeminárium	12	3.4 laboratóriumi gyakorlat	0
A tanulmányi idő elosztása:					óra
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					36
3.10 A félév össz-óraszám					60
3.11 Kreditszám	3				

4. Előfeltételek (ha vannak)

4.1 Tantervi	
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	C1. A fizika törvényeinek és elveinek megfelelő azonosítása és használata. C2. Adatelemző és adatfeldolgozó szoftvercsomagok és informatikai rendszerek használata. C3. Fizika feladatok adott feltételek mellett történő megoldása, numerikus és statisztikai módszerek segítségével. C4. Fizikai ismeretek alkalmazása úgy kapcsolódó területekről származó feladatokban, mint megszokott laboratóriumi eszközökkel végzett kísérletek esetén. C5. Oktató, tudományos és népszerűsítő jellegű információk elemzése és kommunikálása a fizikában. Szoftverek és virtuális eszközök fejlesztése és használata fizikai feladatok megoldásában. C6. Fizikai kérdések interdiszciplináris megközelítése.
6.2 Transzverzális kompetenciák	CT1. Szakmai feladatok hatékony és felelősségteljes ellátása a deontológiai jogszabályok betartásával. 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. 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.

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
-------------	----------------------	--------------

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

1. 1. Végtelen dimenziós vektorterek általános formalizmusa 2. Gyakorlatok "ket" és "bra" vektorokkal. 3. Az 1D harmonikus oszcillátor az általános formalizmus keretében 4. Konkrét feladatok a reprezentációelmélet mátrix formalizmusával 5. Feladatok a sűrűségmátrixal kapcsolatosan 6. Feladatok az impulzusnyomatékok általános elméletével kapcsolatosan 7. Feladatok a spinnel kapcsolatosan 8. Feladatok az impulzsunyomatékok összeadásával kapcsolatosan (I) 9. Feladatok az impulzsunyomatékok összeadásával kapcsolatosan (II) 10. Feladatok a másodkvantálás módszerével kapcsolatosan. 11. Feladatok a perturbációelmélettel kapcsolatosan (I) 12. Feladatok a perturbációelmélettel kapcsolatosan (II) 13. Feladatok a variációs módszerrel kapcsolatosan. 14. Összefoglaló, kitenkintő.	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 tehnică, 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	- a tantárgyi kompetenciák megszerzésének mértéke / évközi felmérések / 20% - logikus gondolkodás, tanulás mértéke / szóbeli vizsga / 45%
10.5 Szeminárium	- a szakismeretek alkalmazása feladatokban, szemináriumi tevékenység során / a táblai szereplés értékelése / 10% - házi feladatok teljesítése / házi feladatok ellenőrzése / 25%
10.6 Laboratóriumi gyakorlatok	
10.7 A teljesítmény minimumkövetelményei	

- az alapfogalmak és alaptörvények ismerete
- a tantárgy specifikus logikájának a megértése
- közepes szintű feladatok helyes megoldása
- néhány alapmodell tanulmányozásának a reprodukálása
- jelenlét a felmérőkön
- a minimális átmenő jegy megszerzéséhez: legalább elégséges (50%) minden tantárgyi tevékenységen külön-külön.

Előadás felelőse

prof. dr Néda Zoltán

Szeminárium felelőse

prof. dr Néda Zoltán

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

2022-05-11

Az intézeti jóváhagyás dátuma

2022-05-24

Intézetigazgató

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc
