



A TANTÁRGY ADATLAPJA

Kvantummechanika II

Egyetemi tanév: 2025/2026

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. Tanulmányi program / Képesítés	Fizika informatika

2. A tantárgy adatai

2.1. A tantárgy neve	Kvantummechanika II Mecanică cuantică II Quantum Mechanics II				A tantárgy kódja		FLM1411
2.2. Az előadásért felelős tanár neve				prof. dr NEDA Zoltán			
2.3. A szemináriumért felelős tanár neve				prof. dr NEDA 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 összórászám	28	melyből:				
3.6. előadás	14	3.7. szeminárium	14	3.8. laboratóriumi gyakorlat	0	
Az egyéni tanulmányi idő (ET) és az önképzési tevékenységekre (ÖT) szánt idő elosztása:						óra
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása						14
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás						14
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása (nagyobb vagy egyenlő a tantárgy naptárában az ellenőrzési feladatokra előírt összórászámával)						14
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)						2
Vizsgák						3
Más tevékenységek:						0
3.9. Egyéni tanulmányi idő (ET) és önképzési tevékenységekre (ÖT) szánt idő összórászám						47
3.10. A félév összórászám						75
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

Szakmai- / kulcs-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.
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. Akvantummechanika 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. 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 / 10% - teszt - írásbeli vizsga / 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 / 15%
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 alapevezetés reprodukálása
- jelenlét a felmérőkön, házi feladatok legalább 50% -nak a helyes megoldása.
- a minimális átmenő jegy megszerzéséhez: legalább elégséges (50%)

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



Előadás felelőse

prof. dr Néda Zoltán

Szeminárium felelőse

prof. dr Néda Zoltán

Laborgyakorlat felelőse

Kitöltés dátuma

2025-05-30

Az intézeti jóváhagyás dátuma

2025-05-30

Intézetigazgató

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc