



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

2. A tantárgy adatai

2.1 A tantárgy neve	FLM1409 – Kvantummechanika I / Mecanică cuantică I / Quantum Mechanics I						
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	2	2.6 Félév	4	2.7 Értékelés módja	E	2.8 Tantárgy típusa	DF

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

3.1 Heti óraszám	4	melyből:			
3.2 előadás	2	3.3 szeminárium	2	3.4 laboratóriumi gyakorlat	0
3.5 Tantervben szereplő össz-óraszám			56	melyből:	
3.2 előadás	28	3.3 szeminárium	28	3.4 laboratóriumi gyakorlat	0
A tanulmányi idő elosztása:					óra
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása					28
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás					14
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása					21
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)					4
Vizsgák					3
Más tevékenységek:					0
3.9 Egyéni munka össz-óraszám					70
3.10 A félév össz-óraszám					126
3.11 Kreditszám	5				

4. Előfeltételek (ha vannak)

4.1 Tantervi	
4.2 Kompetenciabeli	• analitikus számítási készségek (differenciálszámítás, több dimenziós integrálás, lineáris algebra, vektorok, mátrixalgebra) • mechanikai és analitikus mechanika feladatok helyes megoldása • absztraktizálás

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

6. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

6.1 Szakmai kompetenciák	C1. A fizika törvényeinek és elveinek, illetve az alkalmazott mérnöki tudományok elméleti alapjainak megfelelő azonosítása és használata. C2. Fizika feladatok adott feltételek mellett történő megoldása, numerikus és statisztikai módszerek segítségével. Tudományos kutatást támogató tevékenységek biztosítása. C3. Fizikai ismeretek alkalmazása úgy kapcsolódó területekről származó feladatokban, mint megszokott laboratóriumi eszközökkel végzett kísérletek esetén. C4. Fizikai kérdések interdiszciplináris megközelítése.
6.2 Transzverzális kompetenciák	CT1. Szakmai feladatok hatékony és felelősségteljes ellátása a deontológiai jogszabályok betartásával. A szerzői jogok, a terméktanúsítási módszertan és a szakmai etika elveinek, előírásainak és értékeinek törvényes kereteken belüli alkalmazása a saját precíz, hatékony és felelősségteljes munkastratégiákban. 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 kvantummechanika alapjainak a megismertetése a Schrödinger formalizmust használva. A hullámmechanika klasszikus feladatainak a tárgyalása.
7.2 A tantárgy sajátos célkitűzései	A hullámmechanika alap-posztulátumaiból kiindulva megismertetjük a diákokkal a kvantummechanikai gondolkodásmód logikáját és az ehhez használt matematikai formalizmust. A magasfokú absztraktizálást igénylő elméleti alapok mellett nagyon sok konkrét egy- és háromdimenziós kvantummechanikai rendszert tanulmányozunk: részecske végtelen és véges mély potenciálgödörben, egydimenziós harmonikus oszcillátor, potenciállépcső, potenciálgát, periodikus potenciálok, potenciáldoboz, Coulomb típusú potenciál.

8. A tantárgy tartalma

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

1. Bevezető és a kvantummechanikához elvezető kísérletek a.) A tantárgy fontosságának a megindoklása, az előadásokkal és szemináriumokkal kapcsolatos technikai részletek. b.) Alapkísérletek, amelyek a kvantummechanika megalkotásához vezettek. A fényelektromos hatás, a feketetest sugárzás, a Compton hatás, Franck és Hertz kísérlete, az atomok és molekulák diszkrét kibocsájtási és elnyelési spektrumai. 2. A kvantummechanika kezdetei. A Bohr posztulátumok és a Bohr modell. De'Broglie hipotézise. A részecske-hullám kettősség. A részecskéhez rendelt hullámcsomag 3. A koordinátatérbeli és impulzustérbeli hullámfüggvény. A hullámfüggvény tulajdonságai. Átlagértékek kiszámítása a hullámfüggvény segítségével 4. A Schrödinger egyenlet. A fizikai mennyiségek mint operátorok. Az átlagértékek kiszámítása általános esetben. A stacionárius Schrödinger egyenlet. A folytonossági egyenlet. 5. A hullámmechanika matematikai formalizmusa. Hilbert terek, operátorok és sajátérték-egyenletek 6. A mérési eredmények eloszlása a kvantummechanikában. A diszkrét és folytonos spektrum esete. 7. I. Felmérés (I. - IV. Fejezet) Kompatibilis és komplementáris mennyiségek. A kvantummechanika mérési posztulátuma. A Heisenberg-féle határozatlansági relációk. 8. Egydimenziós rendszerek (I). Általános tárgyalás. Konkrét példák kötött rendszerekre : a végtelen mély potenciálvölgy és a harmónikus oszcillátor. 9. Egydimenziós rendszerek (II). Konkrét példák szabad mozgásokra: a potenciállépcső és a potencálgát. 10. II. Felmérés (V. - VI. Fejezet) Az impulzusnyomaték a kvantummechanikában. Sajátértékek és sajátfüggvények 11. Centrális térben való mozgás (I). A feladat klasszikus tárgyalása. A feladat kvantummechanikai tárgyalása, a radiális hullámegyenlet 12. Centrális erőterben való mozgás (II). A radiális Schrödinger egyenlet megoldása Coulomb típusú potenciális-energia esetén. A Hidrogén atom, a stacionárius állapotok és ezeket jellemző kvantumszámok. 13. A Bohr sugár kiszámítása. A Hidrogén atom esetén az elektron stacionárius állapotaiban a hullámfüggvények. A többielektronos atom-fenomenologus tárgyalásmód. 14. A hullámmechanika formalizmusának a rövid áttekintése, és ennek helye a modern fizikában. A kvantummechanika fejlődésének rövid történeti összefoglalása, a modern kvantummechanika rövid áttekintése : általános formalizmus, a relativisztikus kvantummechanika, a kvantumtérelmélet. Modern problémák a kvantummechanikában, fontos paradoxonok	érdeklődés felkeltés, vetítés, vitára ösztönzés, interaktív programok, előadás, megbeszélés, interdiszciplináris kitekintés, ellenőrzés, kötelező házi feladatok, melyeket mindig a következő szeminárium keretében ellenőrzünk és megoldunk
---	---

Könyvészet

1. Z. Neda, A. Libál și K. Kovács, "Elemi Kvantummechanika" (Presa Univ. Cluj 2005), megvásárolható az egyetemi könyvesboltban és megtalálható a Fizika kar könyvtárában. Egy Internetről letölthető változat: <http://phys.ubbcluj.ro/~zneda/edu/new.htm>
2. M. Cristea: Mecanica Cuantica (editia a doua, Universitatea din Cluj, 1984) a Fizika Kar könyvtárában megtalálható
3. A. Messiah: Quantum Mechanics (North Holland Publishing Co. ,1961) , román fordítás, megtalálható a Fizika Kar könyvtárában
4. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu and F. Laloe, Quantum Mechanics (Wiley-Interscience Publications, John Wiley & Sons, 1977, Paris)
5. az előadás honlapja: <http://www.phys.ubbcluj.ro/~zneda/new.htm>
6. Neda Zoltán és Horváth Szabolcs: A kvantummechanika általános formalizmusa (online előadásjegyzetek) <http://www.phys.ubbcluj.ro/~zneda/edu/files/ln2.html>

8.2 Szeminárium	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
1. Valószínűségi számítási és matematikai statisztika alapfogalmak (előadás sok konkrét példával) 2. Valószínűségi számítási és matematikai statisztika alapismeretekhez kapcsolódó illetve a kvantummechanikához elvezető kísérletekhez kapcsolódó feladatok megoldása 3. Az átlagértékekkel kapcsolatos feladatok megoldása. A Bohr modellel és a D'Broglie hipotézissel kapcsolatos feladatok megoldása 4. A Schrödinger egyenlettel és a folytonossági egyenlettel kapcsolatos feladatok megoldása 5. A hullámmechanika matematikai formalizmusával kapcsolatos feladatok megoldása 6. A mérési eredmények eloszlásával kapcsolatos feladatok megoldása 7. A kompatibilis és komplementáris mennyiségekkel kapcsolatos feladatok megoldása 8. Az egydimenziós kvantummechanikai rendszerekkel kapcsolatos feladatok megoldása 9. Az egydimenziós kvantummechanikai rendszerekkel kapcsolatos feladatok megoldása 10. A kvantummechanikai impulzusnyomatékkal kapcsolatos feladatok megoldása 11. A kvantummechanikai impulzusnyomatékkal kapcsolatos további feladatok megoldása 12. A centrális erőterben való mozgással kapcsolatos feladatok megoldása 13. A Hidrogénatom kvantumos tárgyalásával kapcsolatos feladatok megoldása 14. A Bohr sugárral és a Hidrogénatomban az elektron hullámfüggvényével kapcsolatos feladatok megoldása. -összefoglalás	problematizálás, vita, előadás, magyarázás, feladatmegoldás, ellenőrzés	minden héten megtörténik az előző 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 József Tudományegyetem Budapest, Debreceni Tudományegyetem, stb.) tanterveit és tananyagait, illetve a kutatóintézetek (Institutul Naţional de Cercetare Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice şi 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 - 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