



A TANTÁRGY ADATLAPJA

Kvantummechanika I

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 informatika

2. A tantárgy adatai

2.1. A tantárgy neve	Kvantummechanika I Mecanică cuantică I Quantum Mechanics I	A tantárgy kódja	FLM1409				
2.2. Az előadásért felelős tanár neve	conf. dr. Járjai-Szabó Ferenc						
2.3. A szemináriumért felelős tanár neve	conf. dr. Járjai-Szabó Ferenc						
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 óraszámja)

3.1. Heti óraszám	4	melyből:					
3.2. előadás	2	3.3. szeminárium	2	3.4. laboratóriumi gyakorlat	0		
3.5. Tantervben szereplő összóraszám	56		melyből:				
3.6. előadás	28	3.7. szeminárium	28	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							28
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 összóraszámával)							21
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)							3
Vizsgák							3
Más tevékenységek:							0
3.9. Egyéni tanulmányi idő (ET) és önképzési tevékenységekre (ÖT) szánt idő összóraszámja							69
3.10. A félév összóraszámja							125
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
5.3. A laboratóriumi gyakorlatok lebonyolításának feltételei	

6.1. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

Szakmai- / kulcs-kompetenciák	CP1 A fizika főbb törvényeinek és alapelveinek azonosítása és megfelelő alkalmazása adott kontextusban. CP3 Fizikai problémák megoldása adott feltételek mellett, numerikus és statisztikai módszerek alkalmazásával. CP6 Egyes fizikai témák interdiszciplináris megközelítése.
Transzverzális kompetenciák	CT1 A szakmai feladatok hatékony és felelősségteljes végrehajtása, a területre vonatkozó jogszabályok és etikai kódex (deontológia) betartásával, minősített szakmai felügyelet mellett. CT3 Az információforrások, valamint a kommunikációs és irányított szakmai képzési erőforrások hatékony használata mind anyanyelven, mind egy világnyelven.

6.2. Tanulási eredmények

Ismeretek	1. A hallgató/végzett leírja a fizika alapvető fogalmait, elméleteit, alapelveit, jelenségeit és törvényeit (pl. Arkhimédész törvénye, Coulomb-törvény, a termodinamika I. főtétele). 2. 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). 6. A hallgató/végzett azonosítja az optimális elemzési alternatívákat a releváns információk megszerzése érdekében, összekapcsolva azokat a fizika alapelveivel (pl. analitikus és numerikus módszerek összehasonlítása, elméleti modellek és számítógépes szimulációk értékelése).
Képességek	1. A hallgató/végzett a szakmai kommunikáció során megfelelően használja a fizikai jelenségek modellezésére jellemző fogalmakat és módszereket (pl. Maxwell-egyenletek, Schrödinger-egyenlet). 2. 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. 6. A hallgató/végzett tudományos vagy szakmai jelentést (pl. laboratóriumi vagy kutatási beszámoló, tudományos vagy akadémiai poszter) készít és mutat be, betartva az etikai követelményeket és a minőségi szabványokat.
Felelősség és önállóság	1. A hallgató/végzett tudományos vagy ismeretterjesztő dolgozatokat és szemináriumokat (pl. poszterek, workshopok) mutat be, a tartalmat a célközönséghez igazítva. 2. A hallgató/végzett műszaki vagy szakmai tevékenységeket, illetve projekteket irányít (pl. kísérletek tervezése, erőforrások elosztása), döntéseket hozva és csapatokat koordinálva váratlan helyzetekben. 6. A hallgató/végzett önállóan használja az információforrásokat (pl. adatbázisok, szoftveralkalmazások MATLAB vagy Python környezetben).

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. 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. Az impulzusnyomaték a kvantummechanikában. Sajátértékek és sajátfüggvények

11. Centrális térben való mozgás (I). A feladat klasszikus tárgyalása. A feladat kvantummechanikai tárgyalása, a radiális hullámeqyenlet

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 többelektronos 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. Néda, 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. Néda 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
<ol style="list-style-type: none"> 1. Valószínűségszámítási és matematikai statisztika alapfogalmak (előadás sok konkrét példával) 2. Valószínűségszámítási 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. <p>-összefoglalás</p>	<p>problematizálás, vita, előadás, magyarázás, feladatmegoldás, ellenőrzés</p>	<p>minden héten megtörténik az előző házi-feladatok pontozása, új házi feladatok kijelölése</p>

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 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	<ul style="list-style-type: none"> • logikus gondolkodás, tanulás mértéke / szóbeli vizsga / 50% • évközi folyamatos tanulás / előadások előtti rövid teszt / bónusz pont megszerzése (maximum 1, de akár levonás is lehet)
10.5. Szeminárium	<ul style="list-style-type: none"> • a szakismeretek alkalmazása feladatokban, szemináriumi tevékenység során / a táblai szereplés értékelése / 10% • feladatmegoldási készség ellenőrzése / írásbeli vizsga / 20% • házi feladatok teljesítése / házi feladatok ellenőrzése / 20%
10.6. Laboratóriumi gyakorlatok	
10.7. A teljesítmény minimumkövetelményei	
<p>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</p>	

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

Nem alkalmazható

Előadás felelőse

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc

Szeminárium felelőse

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc

Laborgyakorlat felelőse

Kitöltés dátuma
2026-05-28

Az intézeti jóváhagyás dátuma
2026-05-28

Intézetigazgató

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc