



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	Alkalmazott mérnöki tudományok
1.5. Képzési szint	Licenz
1.6. Tanulmányi program / Képesítés	Mérnöki fizika

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	DD

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 összórászám	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								17
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás								7
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása (nagyobb vagy egyenlő a tantárgy naptárában az ellenőrzési feladatokra előírt összórászámával)								14
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)								3
Vizsgák								3
Más tevékenységek:								0
3.9. Egyéni tanulmányi idő (ET) és önképzési tevékenységekre (ÖT) szánt idő összórászámja								44
3.10. A félév összórászámja								100
3.11. Kreditszám								4

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 Az alkalmazott mérnöki tudományok elméleti alapjainak megfelelő használata. CP3 Kutatást támogató tevékenységek biztosítása.
Transzverzális kompetenciák	CT1 A szellemi tulajdonjogok (beleértve a technológiatranszfert), a termék tanúsítási módszertanok, valamint a szakmai etikai kódex elveinek, normáinak és értékeinek alkalmazása a jogszabályok betartásával, egy szigorú, hatékony és felelősségteljes munkastratégia keretében. CT3 A folyamatos képzési lehetőségek azonosítása, valamint a tanulási erőforrások és technikák hatékony felhasználása a saját fejlődés érdekében.

6.2. Tanulási eredmények

Ismeretek	4. A hallgató/végzett leírja, azonosítja, összefoglalja és feldolgozza az alaptudományok elveire, törvényeire és alapfogalmaira vonatkozó elemi koncepciókat és fogalmakat; elemzi és feldolgozza azok alkalmazási módját a tanulmányi program konkrét problémáiban. 5. A hallgató/végzett leírja, azonosítja és összefoglalja a mérnöki koncepciókat és fogalmakat, valamint azok alkalmazási módját a tanulmányi programhoz kapcsolódó, általános célú konkrét problémákban. 7. A hallgató/végzett elmagyarázza és elmélyíti a komplex fizikai jelenségekre jellemző koncepciókat, elméleteket és matematikai formalizmust, a szubatomi skálától (kvantum, nukleáris) a makroszkopikus skáláig (statisztikus, termodinamikai).
Képességek	4. A hallgató/végzett alapvető módszereket használ, alapvető fogalmakat magyaráz, alkalmaz, kombinál és elemez az alaptudományok területéről, a vizsgált szakterületre jellemző jelenségek és rendszerek megvalósítása, modellezése és szimulálása céljából. A hallgató/végzett kis és közepes komplexitású jelenségeket és rendszereket mér, teljesítményt értékel, diagnosztizál és elemez. 5. A hallgató/végzett specifikus módszereket és eszközöket használ a tanulmányi programra jellemző rendszerek és berendezések tanulmányozásához, elemzéséhez, szintéziséhez és megvalósításához. A hallgató/végzett kis és közepes komplexitású funkcionális blokkokat tervez, mér, értékel, diagnosztizál és hibát hárít el, dedikált modellező és szimulációs környezeteket használva. A hallgató/végzett specifikus, kis és közepes komplexitású funkcionális mérnöki kísérleteket és rendszereket tervez. 7. A hallgató/végzett elméleti formalizmust és fejlett matematikai apparátust használ komplex analitikus problémák megoldására, valamint nemlineáris vagy kvantumfizikai jelenségek értelmezésére.
Felelősség és önállóság	4. A hallgató/végzett értelmezi az alaptudományok azon törvényeit és elveit, amelyek a szakterület jelenségeinek és berendezéseinek alapját képezik. 5. A hallgató/végzett önállóan és felelősségteljesen old meg a funkcionális blokkok tervezésére, diagnosztizálására és szimulálására vonatkozó specifikus feladatokat, betartva a mérnöki területre jellemző biztonsági előírásokat, minőségi szabványokat és szakmai etikai normákat. 7. A hallgató/végzett önállóan közelíti meg a haladó szintű szakirodalmi tanulmányozást, és tudományos szigorúságról tesz tanúbizonyságot az alapvető fizikai jelenségek érvelésében.

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