



## A TANTÁRGY ADATLAPJA

### Bevezetés a nanotechnológiába

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	Bevezetés a nanotechnológiába Introducere in nanotehnologii Introduction to Nanotechnology	A tantárgy kódja	FLM5801				
2.2. Az előadásért felelős tanár neve	cerc. dr. Nemes Incze Péter						
2.3. A szemináriumért felelős tanár neve							
2.4. A laboratóriumi gyakorlatért felelős tanár neve	cerc. dr. Nemes Incze Péter						
2.5. Tanulmányi év	4	2.6. Félév	8	2.7. Értékelés módja	E	2.8. Tantárgy típusa	DS

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

3.1. Heti óraszám	4	melyből:						
3.2. előadás	2	3.3. szeminárium	0	3.4. laboratóriumi gyakorlat	2			
3.5. Tantervben szereplő összórászám	48			melyből:				
3.6. előadás	24	3.7. szeminárium	0	3.8. laboratóriumi gyakorlat	24			
Az egyéni tanulmányi idő (ET) és az önképzési tevékenységekre (ÖT) szánt idő elosztása:								óra
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása								24
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás								12
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása (nagyobb vagy egyenlő a tantárgy naptárában az ellenőrzési feladatokra előírt összórászámával)								12
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)								2
Vizsgák								2
Más tevékenységek:								0
<b>3.9. Egyéni tanulmányi idő (ET) és önképzési tevékenységekre (ÖT) szánt idő összórászám</b>								<b>52</b>
<b>3.10. A félév összórászám</b>								<b>100</b>
<b>3.11. Kreditszám</b>								<b>4</b>

#### 4. Előfeltételek (ha vannak)

4.1. Tantervi	
4.2. Kompetenciabeli	Szilárdtestfizikai, kvantummechanikai és számítógépes alapismeretek.

#### 5. Feltételek (ha vannak)

5.1. Az előadás lebonyolításának feltételei	On-line előadás.
---	------------------

5.2. A szeminárium lebonyolításának feltételei	On-line szeminárium.
5.3. A laboratóriumi gyakorlatok lebonyolításának feltételei	On-line / fizikai laborgyakorlat.

### 6.1. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

Szakmai- / kulcs-kompetenciák	CP1 Az alkalmazott mérnöki tudományok elméleti alapjainak megfelelő használata. CP4 Szabványos kutatási vagy ipari laboratóriumi berendezések használata kísérleti kutatási tevékenységekhez. CP5 A mérnöki fizika alapjainak, specifikus módszereinek és műszereinek használata termelési, szakértői és monitorizálási tevékenységekhez.
Transzverzális kompetenciák	CT1 A szellemi tulajdonjogok (beleértve a technológiatranszfert), a terméktanúsítási 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	8. A hallgató/végzett leírja a korszerű anyagok, optoelektronikai eszközök és energetikai (beleértve a kvantum- és környezetbarát) technológiák fizikai működési elveit, szintézis módszereit és jellemzési technológiáit.
Képességek	8. A hallgató/végzett korszerű kísérleti technikákat (spektroszkópia, mikroszkópia, roncsolásmentes vizsgálat) alkalmaz az anyagok és technológiai rendszerek fizikai tulajdonságainak tervezésére, vizsgálatára és optimalizálására.
Felelősség és önállóság	8. A hallgató/végzett felelősségteljesen kezeli a komplex laboratóriumi berendezéseket, betartva a biztonsági előírásokat, és fenntartható műszaki megoldásokat dolgoz ki.

### 7. A tantárgy célkitűzései (az elsajátítandó jellemző kompetenciák alapján)

7.1. A tantárgy általános célkitűzése	Logikus, természettudományos gondolkozás fejlesztése, az elsajátított ismeretek alkotó módon történő alkalmazása. Olyan ismeretek közlése, amelyek segítik a tájékozódást a modern tudományok eredményei és vívmányai között. A szemináriumok célja az elméleti ismeretek elmélyítése feladatok megoldására alapozva.
7.2. A tantárgy sajátos célkitűzései	A „nanotechnológia” egy erősen szerteágazó tudományággá fejlődött, amelynek vannak kémiai, biológiai, fizikai, stb aspektusai. Az előadássorozat folyamán a modern szilárdtestfizika szempontjából vizsgáljuk meg, az anyag nanoskálájú megmunkálásának a következményeit. Tárgyaljuk a legfontosabb jelenségeket, amelyek a nanométeres méretskálán bekövetkeznek. Olyan alap fogalmak elsajátítására törekszünk, amelyek elengedhetetlenek a modern kondenzált anyagok fizikájának az elméleti és kísérleti vizsgálatában.

### 8. A tantárgy tartalma

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bevezetés: szilárdtestfizikai alapok átvizsgálása, kvázi-részecskék, effektív tömeg, kvantumos bezártság fogalma.</li> <li>2. 1D, 2D, 3D elektron rendszerek állapotsűrűsége. 2D elektron rendszerek előállítására félvezető (GaAs) határfelületeken. Ideális 1D elektron rendszer vezetőképessége, szóródás 1D-ben, Landauer formula</li> <li>3. 2D elektron rendszer vezetőképessége, tervezéslésű tranzisztor. Kvantum kapacitás fogalma. Rendezetlenség, Anderson lokalizáció.</li> <li>4. Grafén sáv szerkezete, szoros kötésű közelítésben. Lineáris diszperziós összefüggés. Pseudeospin fogalma.</li> <li>5. Grafén és Dirac kvázi-részecskék tulajdonságai. Grafén nanoszalagok, szén nanocsövek.</li> <li>6. 2D elektron rendszer mágneses térben. Hall effektus. Landau nívók, Shubnikov - de Haas oszcillációk.</li> <li>7. Hall vezetőképesség kvantálása. Kvantum Hall effektus.</li> <li>8. Kölcsönhatás az elektronok között. Elektrosztatikus kölcsönhatás kvantum pöttyökben. Kvantum pötty vezetőképessége.</li> <li>9. Kölcsönhatás az elektronok között, energiaskálák. Töltéssűrűség hullámok 1D elektron rendszerekben. Wigner kristályok.</li> <li>10. Alacsony dimenziós elektron rendszerek, mérési módszerek. Szögfelbontású fotoemissziós spektroszkópia</li> <li>Alacsony dimenziós elektronrendszerek, mérési módszerek. Pásztazó alagútmikroszkóp.</li> <li>11. Jelenlegi kihívások, kutatási területek. Topologikus hatások sáv szerkezetben. Összefoglaló.</li> </ol>	<p>On-line előadás, problematizálás, szemléltetés.</p>	
--	--	--

Könyvészet

1. Ihn, T. Semiconductor nanostructures. (Oxford University Press, 2010).
2. Datta, S. (1995). Electronic Transport in Mesoscopic Systems (Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering). Cambridge: Cambridge University Press.
3. Charles Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8th Edition
4. Xue, J. Berry phase and the unconventional quantum Hall effect in graphene. arXiv (2013)
5. Fuchs, J. N., Piéchon, F., Goerbig, M. O. & Montambaux, G. Topological Berry phase and semiclassical quantization of cyclotron orbits for two dimensional electrons in coupled band models. Eur. Phys. J. B 77, 351-362 (2010)
6. Wiesendanger, R. Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy. (1994).

8.2. Szeminárium	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
------------------	----------------------	--------------

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kvantum bezártság</li> <li>2. Kvantum bezártság, fogalma példák a tudományos irodalomból</li> <li>3. Ohm törvény a Landauer formulából. Diffúzív töltéshordozó transzport.</li> <li>4. Sáv szerkezet alapján a vezetőképesség, összehasonlítás a Drude modellel.</li> <li>5. Kvantum pont kontaktus vezetőképessége hőmérséklet függvényében.</li> <li>6. Bloch állapotok fázisa grafén rácsban, pszeudospin transzformációja forgatás alatt.</li> <li>7. Tömeggel rendelkező Dirac kvázirészecskék sáv szerkezete és tiltott sávja.</li> <li>8. Effektív tömeg grafénban. Effektív tömeg általánosítása lineáris és parabolikus sávokra.</li> <li>9. Ciklotron tömeg grafénben, összehasonlítás az effektív tömeggel.</li> <li>10. Zeeman kölcsönhatás és Landau nívók</li> <li>11. ARPES mérések bemutatása. Példák a tudományos irodalomból.</li> <li>12. Páztázó alagútmikroszkópos mérések bemutatása. Példák a tudományos irodalomból.</li> </ol>	<p>On-line szeminárium. Diákok által tartott prezentáció, interaktív megbeszélés</p>	
<p>Könyvészet Ugyanaz, mint az előadás esetében.</p>		

8.3. Laboratóriumi gyakorlatok	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kvantum bezártság Kvantum bezártság, fogalma példák a tudományos irodalomból</li> <li>2. Ohm törvény a Landauer formulából. Diffúzív töltéshordozó transzport. Sáv szerkezet alapján a vezetőképesség, összehasonlítás a Drude modellel.</li> <li>3. Kvantum pont kontaktus vezetőképessége hőmérséklet függvényében.</li> <li>4. Bloch állapotok fázisa grafén rácsban, pszeudospin transzformációja forgatás alatt.</li> <li>5. Tömeggel rendelkező Dirac kvázirészecskék sáv szerkezete és tiltott sávja.</li> <li>6. Effektív tömeg grafénban. Effektív tömeg általánosítása lineáris és parabolikus sávokra.</li> <li>7. Ciklotron tömeg grafénben, összehasonlítás az effektív tömeggel.</li> <li>8. Zeeman kölcsönhatás és Landau nívók</li> <li>9. ARPES mérések bemutatása. Példák a tudományos irodalomból.</li> <li>10. Páztázó alagútmikroszkópos mérések bemutatása. Példák a tudományos irodalomból.</li> </ol>	<p>Diákok által tartott prezentáció, interaktív megbeszélés. Lehetőség szerint laboratóriumi látogatás.</p>	
<p>Könyvészet Ugyanaz, mint az előadás esetében.</p>		

## 9. Az epiztemikus 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 tanterveit és tananyagait, illetve a kutatóintézetek és a különböző magáncégek vagy magánvállalatok 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 bemutatott és megbeszélte fogalmak elsajátítása / szóbeli vizsga / 50%
10.5. Szeminárium	
10.6. Laboratóriumi gyakorlatok	Feladatmegoldás, kiválasztott téma prezentációja / szóbeli értékelés / 50%
10.7. A teljesítmény minimumkövetelményei	
Alapvető fogalmak elsajátítása, szeminárium során legalább egy téma bemutatása prezentáció formájában.	

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

Nem alkalmazható

### Előadás felelőse

cerc. dr. Nemes Incze Péter

### Szeminárium felelőse

### Laborgyakorlat felelőse

cerc. dr. Nemes Incze Péter

### Kitöltés dátuma

2026-05-28

### Az intézeti jóváhagyás dátuma

2026-05-28

### Intézetigazgató

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc