



## A TANTÁRGY ADATLAPJA

### 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	Licensz
1.6 Szak / Képesítés	Mérnöki fizika

### 2. A tantárgy adatai

2.1 A tantárgy neve	FLM1609 - Félvezetők fizikája / Fizica semiconductorilor / Semiconductor Physics						
2.2 Az előadásért felelős tanár neve	lect. dr. Borbély Sándor						
2.3 A szemináriumért felelős tanár neve	lect. dr. Borbély Sándor						
2.4 A laboratóriumi gyakorlatért felelős tanár neve	lect. dr. Borbély Sándor						
2.5 Tanulmányi év	3	2.6 Félév	6	2.7 Értékelés módja	E	2.8 Tantárgy típusa	DS

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

3.1 Heti óraszám	4	melyből:					
3.2 előadás	2	3.3 szeminárium	1	3.4 laboratóriumi gyakorlat	1		
3.5 Tantervben szereplő össz-óraszám	56		melyből:				
3.2 előadás	28	3.3 szeminárium	14	3.4 laboratóriumi gyakorlat	14		
A tanulmányi idő elosztása:							óra
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása							15
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás							12
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása							8
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)							4
Vizsgák							3
Más tevékenységek:							0
3.9 Egyéni munka össz-óraszama							42
3.10 A félév össz-óraszama							98
3.11 Kreditszám	4						

### 4. Előfeltételek (ha vannak)

4.1 Tantervi	nincs
4.2 Kompetenciabeli	Elektromosság, Atomfizika, Kvantummechanika, Szilárdtestfizika, Statisztikus Fizika, Számítógépi alapismeretek

### 5. Feltételek (ha vannak)

5.1 Az előadás lebonyolításának feltételei	<ul style="list-style-type: none"> <li>tábla</li> <li>számítógép és multimédiás projektor</li> </ul>
5.2 A szeminárium lebonyolításának feltételei	<ul style="list-style-type: none"> <li>tábla</li> <li>számítógép és multimédiás projektor</li> </ul>
5.3 A laboratóriumi gyakorlatok lebonyolításának feltételei	félvezetőfizika szakeszköztár

## 6. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

6.1 Szakmai kompetenciák	<p><b>C1.</b> A fizika törvényeinek és elveinek megfelelő azonosítása és használata.</p> <p><b>C2.</b> Adatelemző és adatfeldolgozó szoftvercsomagok és informatikai rendszerek használata.</p> <p><b>C3.</b> Fizika feladatok adott feltételek mellett történő megoldása, numerikus és statisztikai módszerek segítségével.</p> <p><b>C4.</b> Fizikai ismeretek alkalmazása úgy kapcsolódó területekről származó feladatokban, mint megszokott laboratóriumi eszközökkel végzett kísérletek esetén.</p> <p><b>C5.</b> Oktató, tudományos és népszerűsítő jellegű információk elemzése és kommunikálása a fizikában. Szoftverek és virtuális eszközök fejlesztése és használata fizikai feladatok megoldásában.</p> <p><b>C6.</b> Fizikai kérdések interdiszciplináris megközelítése.</p>
6.2 Transzverzális kompetenciák	<p><b>CT1.</b> Szakmai feladatok hatékony és felelősségteljes ellátása a deontológiai jogszabályok betartásával.</p> <p><b>CT2.</b> Csapatmunkában való hatékony részvétel különböző beosztásokban. A szakmai szerepek és felelőségek munkacsoporton belüli azonosítása, hatékony kommunikációs technikák alkalmazása, illetve csapatmunkában való hatékony részvétel különböző beosztásokban.</p> <p><b>CT3.</b> 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.</p>

## 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. A laboratóriumi gyakorlatokon a cél a kísérletező és megfigyelő készségek kialakítása és fejlesztése.
7.2 A tantárgy sajátos célkitűzései	A félvezetőfizika alapfogalmainak az elsajátítása. A félvezetőkben lejátszódó fizikai folyamatok alapos megértése. Kapcsolatteremtés a fizika más fejezeteiben megismert törvényekkel, továbbá olyan ismeretek elsajátítása, amelyekre a fizika további fejezeteiben építeni lehet.

## 8. A tantárgy tartalma

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bevezetés-történeti áttekintés. Félvezető anyagokra jellemző tulajdonságok áttekintése. A fontosabb félvezető anyagok áttekintése. Félvezető anyagok alkalmazási területeinek áttekintése.</li> <li>2. A félvezetők elektromos vezetésének elektron elmélete. A drift sebesség értelmezése és számítása. Drude-Lorentz modell.</li> <li>3. Az elektromos vezetés mechanizmusa félvezetőkben: valenciaelektronok kötésének modellje és a sáv szerkezet alapján magyarázva.</li> <li>4. A kristály Schrödinger egyenlete. Erősen kötött elektron modellje</li> <li>5. A reciprok rács és Brillouine-zónák. Bloch tétel bizonyítása. A kristálybeli elektron kvázi impulzusa.</li> <li>6. A kristálybeli elektron effektív tömege. Az effektív tömeg és a sáv szerkezet kapcsolata. Effektív tömeg közelítés.</li> <li>7. Az energia hullámszámfüggése a szélsőérték-pontok közelében. A kristálybeli szennyeződések energianívói. Felületi, lokalizált elektronállapotok.</li> <li>8. Egyes félvezetők (Si, Ge, GaAs) sáv szerkezete</li> <li>9. A töltéshordozók statisztikája. Vezetőképesség hőmérsékletfüggésének számolása intrinsic és extrinsic félvezetők esetén.</li> <li>10. A töltéshordozók statisztikája. Vezetőképesség hőmérsékletfüggésének számolása intrinsic és extrinsic félvezetők esetén. (folytatás)</li> <li>11. A töltéshordozók statisztikája. Vezetőképesség hőmérsékletfüggésének számolása intrinsic és extrinsic félvezetők esetén. (befejezés)</li> <li>12. Félvezetők kontaktusain megfigyelhető jelenségek. Deby-féle árnyékolási hossz. Fém-fém, fém-félvezető kontaktus. Félvezető-félvezető kontaktus: p-n átmenet.</li> </ol>	előadás	
--	---------	--

Könyvészet

- [1] C. Kittel: Bevezetés a szilárdtestfizikába, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981 (Fizika könyvtár)
- [2] P. Sz. Kirijev: Félvezetők Fizikája, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974 (Fizika könyvtár)
- [3] P. Sz. Kircev: Fizica Semiconductorilor, Editia a II-a, Editura stiintifica si Enciclopedica, Bucuresti, 1977 (Fizika könyvtár)
- [4] V. Cristea: Semiconductori si aplicatii, Cluj, 1975 (Fizika könyvtár)
- [5] W. Schochley: Félvezetők elektronfizikája, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1958 (Fizika könyvtár)
- [6] A. Auselm: Introduction to the Semiconductor Theory, MIR Publisher, 1981 (Fizika könyvtár)
- [7] Albert von der Zeil: szilárdtest-elektronika, 1982 (Fizika könyvtár)
- [8] I. Dina, I. Munteanu: Materiale și dispozitive semiconductorice, Ed. Didactica și pedagogica, Bucuresti, 1980 (Fizika könyvtár)
- [9] K. Segev: Semiconductor physics, 1972
- [10] Gh. Cristea: Introducere în fizica semiconductorilor, 2001
- [11] H. Ibach, H. Luth: Solid state physics, 1996

8.2 Szeminárium	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Born-Oppenheimer közelítés</li> <li>2. Bloch-tétel bizonyítása Feladatmegoldások, Megbeszélés, Levezetések</li> <li>3. Az energiaállapotok száma a Brillouine zónában</li> <li>4. A kristálybeli szennyeződések energianívói. Feladatmegoldások, Megbeszélés, Levezetések</li> <li>5. Ciklotron-rezonancia módszere</li> <li>6. A félvezetők alkalmazása (A kiosztott témák alapján készült bemutatók)</li> <li>7. A félvezetők alkalmazása (A kiosztott témák alapján készült bemutatók)</li> </ol>	Feladatmegoldások, Megbeszélés, Levezetések	
Könyvészet		

8.3 Laboratóriumi gyakorlatok	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
-------------------------------	----------------------	--------------

1. Laboratóriumi munkavédelmi szabályzat ismertetése 2. Extrinsic félvezető típusának meghatározása 3. Hall effektus 4. Napelemek tanulmányozása 5. Fotodióda tanulmányozása 6. Fotoellenállás tanulmányozása 7. Elmaradt gyakorlatok pótlása		
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 și Moleculare INCDTIM Cluj-Napoca, ELI-NP, ELI-ALLPS, stb.) és a különböző magáncégek vagy magánvállalatok (Bosh, Semilab, 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	félvezetőfizika alapismeretek elsajátítása. Alkalmazások ismerete: Szóbeli vizsga (60%), előadás előtti gyorsteszt (15%)
10.5 Szeminárium	A bemutatandó téma kidolgozásának mértéke. Bemutató színvonala (10%)
10.6 Laboratóriumi gyakorlatok	Mérési jegyzőkönyv értékelése (15%)
10.7 A teljesítmény minimumkövetelményei	
Laboratóriumi mérési jegyzőkönyvek elkészítése és átadása (a laborgyakorlat elvégzését követő héten)	

#### Előadás felelőse

lect. dr. Borbély Sándor

#### Szeminárium felelőse

lect. dr. Borbély Sándor

#### Laboratóriumi gyakorlat felelőse

lect. dr. Borbély Sándor

#### Kitöltés dátuma

2022-05-02

#### Az intézeti jóváhagyás dátuma

2022-05-03

#### Intézetigazgató

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc