

A TANTÁRGY ADATLAPJA

1. A képzési program adatai

1.1 Felsőoktatási intézmény	BABEŞ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
1.2 Kar	FIZIKA
1.3 Intézet	MAGYAR FIZIKA INTÉZET
1.4 Szakterület	FIZIKA
1.5 Képzési szint	LICENSZ
1.6 Szak / Képesítés	FIZIKA / FIZIKA INFORMATIKA

2. A tantárgy adatai

2.1 A tantárgy neve	STATSZTIKUS FIZIKA						
2.2 Az előadásért felelős tanár neve	Dr. NÉDA ZOLTÁN, professzor						
2.3 A szemináriumért felelős tanár neve	Dénes Károly, doktorandusz						
2.4 A laboratóriumi gyakorlatért felelős tanár neve	-						
2.5 Tanulmányi év	II.	2.6 Félév	IV	2.7 Értékelés módja	V	2.8 Tantárgy típusa	A

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

3.1 Heti óraszám	4	melyből:					
3.2 előadás	2	3.3 szeminárium	2	3.4 laboratóriumi gyakorlat	-		
3.5 Tantervben szereplő össz-óraszám	56	melyből:					
3.6 előadás	28	3.7 szeminárium	28	3.8 laboratóriumi gyakorlat	-		
A tanulmányi idő elosztása:							óra
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása							21
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás							14
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása							28
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)							3
Vizsgák							4
Más tevékenységek:							
3.9 Egyéni munka össz-óraszama	70						
3.10 A félév össz-óraszama	126						
3.11 Kreditszám	5						

4. Előfeltételek (ha vannak)

4.1 Tantervi	
4.2 Kompetenciabeli	<ul style="list-style-type: none"> - alap matematikai felkészültség: differenciálszámítás, több dimenziós integrálok, algebra alapismeretek (mátrixok, determinánsok, egyenletrendszerek) - mechanikai és hőtan feladatok helyes megoldása - termodinamikai alapismeretek - absztraktizálás, modell-alkotás

5. Feltételek (ha vannak)

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

6. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

Szakmai kompetenciák	<p>C1. A fizika törvényeinek és elveinek, illetve az alkalmazott mérnöki tudományok elméleti alapjainak megfelelő azonosítása és használata.</p> <p>C2. Fizika feladatok adott feltételek mellett történő megoldása, numerikus és statisztikai módszerek segítségével. Tudományos kutatást támogató tevékenységek biztosítása.</p> <p>C3. Fizikai ismeretek alkalmazása úgy kapcsolódó területekről származó feladatokban, mint megszokott laboratóriumi eszközökkel végzett kísérletek esetén. A szokványos laboratóriumi és ipari eszközök használata kísérleti jellegű kutatásban.</p> <p>C4. Fizikai kérdések interdiszciplináris megközelítése.</p>
Transzverzális kompetenciák	<p>CT1. Szakmai feladatok hatékony és felelősségteljes ellátása a deontológiai jogszabályok betartásával. A szerzői jogok, a termékánusítási módszertan és a szakmai etika elveinek, előírásainak és értékeinek törvényes kereteken belüli alkalmazása a saját precíz, hatékony és felelősségteljes munkastratégiákban.</p> <p>CT2. 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>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.</p>

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

7.1 A tantárgy általános célkitűzése	<ul style="list-style-type: none"> - A statisztikus fizika módszereinek és alapmodelljeinek a megismertetése. - Logikus gondolkodás és modell-alkotási készségek kifejlesztése - Egy rigurózusan felépített alapelméletet kívánunk nyújtani amelynek az alkalmazásával a diákok ki tudják majd számítani a termodinamikai rendszereket jellemző makroszkópikus paramétereket kiindulva egy mikroszkópikusan értelmezett modellből.
7.2 A tantárgy sajátos célkitűzései	<ul style="list-style-type: none"> - A termodinamikai fogalmak tisztázása - A termodinamikai potenciálok alkalmazása. - A statisztikus fizika módszereit mikrokanónikus, kanónikus és makrókanónikus sokaságokban való alkalmazása. - Sok érdekes és gyakorlati szempontból fontos példán keresztül illusztrálása a bevezetett módszereknek. - A diákok otthoni, önálló, egyéni munkára való nevelése

8. A tantárgy tartalma

8.1 Előadás	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
A statisztikus fizika fontossága	érdeklődésfelkeltés problematizálás vita, előadás magyarázás	A statisztikus fizika módszereinek és modelleinek a fontossága. A statisztikus fizika logikája. Néhány azonnali probléma. A statisztikus fizika interdiszciplináris alkalmazhatósága. A statisztikus fizika programja. Szervezési kérdések az előadásokkal és szemináriumokkal kapcsolatban. [1] – 1
Termodinamikai alapismeretek	problematizálás előadás, ellenőrzés magyarázás szemléltetés	Termodinamikai mennyiségek és ezeknek osztályozásai. A termodinamika főtételei. Termodinamikai potenciálok. A termodinamikai potenciálok alkalmazása és ennek ismeretében a termodinamikai rendszer teljes leírása. [1] – 1

A statisztikus fizika módszerei és lényeges alapfogalmak.	előadás, ellenőrzés magyarázás szemléltetés	A fázistér bevezetése. Karakterisztikus pont és ennek mozgása a fázistérben. Az ergódikus hipotézis. Átlagok a statisztikus fizikában. Sokaságok. Az időátlag és sokaságátlag. A Stirling képlet. A Liouville tétel. [1] – 2,3
A Mikrókanónikus sokaság.	ellenőrzés problematizálás vita, előadás magyarázás szemléltetés	A mikrókanónikus sokaság értelmezése. A lényeges termodinamikai potenciál. A Boltzmann képlet levezetése. A Rényi entrópia. A mikrókanónikus sokaság alkalmazhatósága: ideális gáz mikrókanónikus sokaságban, Schottky hibák sűrűségének hőmérséklet-függése. [1] – 2,4
A kanónikus sokaság.	ellenőrzés problematizálás vita, előadás magyarázás szemléltetés	A kanónikus sokaság értelmezése. A lényeges termodinamikai potenciál. Az állapotösszeg. Egy mikroállapot valószínűségének a kiszámítása. Átlagok kiszámítása. A kanónikus sokaság alapképlete- kapcsolat az állapotösszeg és a releváns termodinamikai potenciál között. Nem kölcsönható rendszerek esete. A fluktuáció-diszipáció tétele. [1] -5
Ideális és reális gáz kanónikus sokaságban	előadás, ellenőrzés magyarázás szemléltetés interaktív programok bemutatása	Az ideális és reális gázmodell. Az ideális és reális gázok termikus és kalorikus állapotegyenletének a levezetése. Fajhők kiszámítása. A reális gáz fázisdiagramja. [1] -6,7,9
Szilárdtestek fajhője (I)	ellenőrzés előadás, magyarázás szemléltetés interaktív programok bemutatása	Szilárdtestek tulajdonságai. Fajhőmérési eredmények. Az Einstein féle fajhőelmélet. Az állandó terfogaton mért fajhő kiszámítása. [1] -8
Szilárdtestek fajhője (II)	ellenőrzés előadás, magyarázás szemléltetés	A Debye-féle fajhőelmélet. Az állandó terfogaton mért fajhő kiszámítása [1] -8
Mágneses anyagok. Paramágnesesség tárgyalása.	ellenőrzés problematizálás vita, előadás magyarázás szemléltetés interaktív programok bemutatása	Mágneses anyagok osztályozása. Kísérleti tények, elméleti modellek. Termodinamika mágneses rendszerekre. A Curie törvény. Paramágneses anyagok szuszceptibilitásának a meghatározása klasszikus és kvantum mágneses nyomtatékok esetén. [1] -9
Mágneses anyagok. Ferromágnesesség tárgyalása.	ellenőrzés problematizálás vita, előadás, magyarázás	A ferromágnesesség átlagtér-elmélete. [1] -10
Kritikus viselkedések	ellenőrzés problematizálás előadás, magyarázás szemléltetés interaktív programok bemutatása	Az Ising modell. Egzakt megoldás 1D-ben. Kritikus viselkedések. [1]-10
A makrókanónikus (nagykanonikus) sokaság	ellenőrzés előadás magyarázás	A makrókanónikus sokaság értelmezése. A lényeges termodinamikai potenciál. A makrókanónikus állapotösszeg. Egy mikroállapot

	szemléltetés vetítés	valószínűségének a kiszámítása. Átlagok kiszámítása. A makrókanónikus sokaság alapképlete-kapcsolat a makrókanónikus állapotösszeg és a releváns termódinamikai potenciál között. [1] -11,12
Alkalmazások a makrókanónikus sokaságra	ellenőrzés előadás magyarázás vetítés	A feketetest sugárzás. A feketetest-sugárzás törvényei. A törvények levezetése a dobozban zárt fotongázmodellt alkalmazva. A Nquist tétel és zaj elektronikus rendszerekben. [1] -14
Kvantum-statisztika alapfogalmak	érdeklődésfelkeltés problematizálás vita, előadás magyarázás szemléltetés összefoglalás	A Gibbs paradoxon. Fermionok és bozonok. Ezeknek a tulajdonságai. A Fermi-Dirac és Bose-Einstein eloszlás függvények. Az ideális Fermi gáz és az ideális Bose gáz. [1]-13

Könyvészet

- [1] és Néda Zoltán, Tyukodi Botond, Kacsó Ágota, A KLASSZIKUS STATISZTIKUS FIZIKA ALAPJAI (Ábel kiadó, Kolozsvár, 2014)
[2] Karolyhazi, Marx, Nagy: Statisztikus Mechanika (Műszaki Könyvkiadó, 1965) (megtalálható a Fizika könyvtárban)
[3] L.D. Landau, E.M. Lifsic: Statisztikus Fizika (Tankönyvkiadó, 1981) (megtalálható a Fizika könyvtárban)
[4] Z. Gábor: Statisztikus Fizika (Erdélyi Tankönyvtanács, 2000) (megtalálható a Fizika könyvtárban)

8.2 Szeminárium	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
Valószínűség-számítási és matematikai statisztika alapfogalmak	feladatmegoldás problematizálás előadás, magyarázás	Példák. Házi-feladatok a valószínűség-számítással és folytonos eloszlásokkal kapcsolatban. [2] – 197-230
Feladatok a termodinamikai potenciálokkal kapcsolatban.	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás magyarázás	- az 1. alatt adott házi-feladatok pontozása Különböző mennyiségek és állapotegyenletek kiszámítása a termodinamikai potenciálokból. Házi-feladatok ebben a témában [2] – 230-234
Feladatok a termodinamikából	ellenőrzés feladatmegoldás vita magyarázás	A 2. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Fontos termodinamikai összefüggések levezetése. Feladatok a főtételekkel kapcsolatban. Házi-feladatok a témában. [2] – 234-240
A Stirling képlet levezetése. A Rényi entrópia-képlet levezetése.	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás vita, előadás magyarázás	- a 3. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Házi-feladatok az ideális gázzal és Schottky hibákkal kapcsolatban. [2] – 240-245
Feladatok a kanónikus sokasággal kapcsolatosan (I)	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás magyarázás	- a 4. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Schottky hibák kanónikus sokaságban. Molekulák sebesség-szerinti eloszlása. Házi-feladatok a témában. [2] – 245-249

Feladatok a kanónikus sokasággal kapcsolatosan (II)	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás interaktív programok használata vita, magyarázás	- az 5. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése Kétállaptú rendszerek. Az ekvipartíció tétele. Viszkózus közegben való mozgás. Házi feladatok a témában. [2] – 249-255
Feladatok az ideális és reális gázzal kapcsolatosan. Feladatok paramágneses rendszerekkel kapcsolatosan.	ellenőrzés feladatmegoldás vita, előadás magyarázás	- a 6. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése Feladatok az ideális és reális gázzal kapcsolatosan. Házi feladatok a témában. [2] – 255-266
Feladatok a szilárdtestek fajhőjével kapcsolatosan.	ellenőrzés feladatmegoldás vita, magyarázás	- a 7. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése Házi feladatok a témában. [2] – 266-272
Feladatok kanónikus sokaságban levő kölcsönható rendszerek tanulmányozására.	ellenőrzés feladatmegoldás vita, előadás magyarázás	- a 8. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése További feladatok a kanónikus sokasággal kapcsolatosan. Egyszerű feladatok a makrókanónikus sokasággal kapcsolatosan. Házi feladatok a témában. [2] – 272-281
Feladatok az ISING rendszerekkel kapcsolatosan	ellenőrzés feladatmegoldás interaktív programok használata vita, előadás magyarázás	- a 9. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Az 1D modell további megoldási lehetőségei. Sok lényeges mennyiség és kritikus exponens kiszámítása az átlagtér modell keretében. Házi feladatok a témában. [2] – 281-284
Feladatok a fázisátalakulások elméletével kapcsolatosan.	ellenőrzés feladatmegoldás interaktív programok használata magyarázás	- a 10. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése Feladatok a kritikus exponensekkel és a skálatörvényekkel kapcsolatosan. Házi feladatok a témában. [2] – 284-290
Feladatok makrókanonikus eloszlással kapcsolatosan (I)	ellenőrzés feladatmegoldás vita, magyarázás	- a 11. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Feladatok a fotongázzal és a Nyquist zajjal kapcsolatosan. Házi feladatok a témában. [2] – 290-295
Feladatok a makrókanonikus eloszlással kapcsolatosan (II)	ellenőrzés feladatmegoldás magyarázás	- a 12. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Fluktuációk kérdése. Házi feladatok a témában. [2] – 295-300
Feladatok a Fermi-Dirac és Bose-Einstein eloszlással kapcsolatosan.	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás interaktív programok használata magyarázás, összefoglalás	- a 13. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. A tananyag összefoglalása. A szemináriumokon és felméréskön kapott jegyek ismertetése. A vizsga előkészítése.

Könyvészet

[1] R.Kubo: Statisztikus Fizika Példatár (Műszaki Könyvkiadó, 1975) (megtekinthető a Fizika szakkolegium könyvtárban)

[2]. Elméleti Fizika Példatár 3 (tankönyvkiadó, Budapest, 1983) (megtekinthető a Fizika könyvtárban)

9. Az episztemikus közösségek képviselői, a szakmai egyesületek és a szakterület reprezentatív munkáltatói elvárásainak összhangba hozása a tantárgy tartalmával.

A tantárgy célkitűzéseinek 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, 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%

10.7 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

Szeminárium felelőse

Kitöltés dátuma

2019.02.12.

Az intézeti jóváhagyás dátuma

2019.02.14.

Intézetigazgató

A TANTÁRGY ADATLAPJA

1. A képzési program adatai

1.1 Felsőoktatási intézmény	BABEŞ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
1.2 Kar	FIZIKA
1.3 Intézet	MAGYAR FIZIKA INTÉZET
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	STATSZTIKUS FIZIKA						
2.2 Az előadásért felelős tanár neve	Dr. NÉDA ZOLTÁN, professzor						
2.3 A szemináriumért felelős tanár neve	Dénes Károly, doktorandusz						
2.4 A laboratóriumi gyakorlatért felelős tanár neve	-						
2.5 Tanulmányi év	II.	2.6 Félév	IV	2.7 Értékelés módja	V	2.8 Tantárgy típusa	A

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

3.1 Heti óraszám	4	melyből:				
3.2 előadás	2	3.3 szeminárium	2	3.4 laboratóriumi gyakorlat	-	
3.5 Tantervben szereplő össz-óraszám	56	melyből:				
3.6 előadás	28	3.7 szeminárium	28	3.8 laboratóriumi gyakorlat	-	
A tanulmányi idő elosztása:						óra
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása						14
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás						7
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfóliók, referátumok, esszék kidolgozása						14
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)						3
Vizsgák						4
Más tevékenységek:						
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	
4.2 Kompetenciabeli	<ul style="list-style-type: none"> - alap matematikai felkészültség: differenciálszámítás, több dimenziós integrálok, algebra alapismeretek (mátrixok, determinánsok, egyenletrendszerek) - mechanikai és hőtan feladatok helyes megoldása - termodinamikai alapismeretek - absztraktizálás, modell-alkotás

5. Feltételek (ha vannak)

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

6. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

Szakmai kompetenciák	<p>C1. A fizika törvényeinek és elveinek, illetve az alkalmazott mérnöki tudományok elméleti alapjainak megfelelő azonosítása és használata.</p> <p>C2. Fizika feladatok adott feltételek mellett történő megoldása, numerikus és statisztikai módszerek segítségével. Tudományos kutatást támogató tevékenységek biztosítása.</p> <p>C3. Fizikai ismeretek alkalmazása úgy kapcsolódó területekről származó feladatokban, mint megszokott laboratóriumi eszközökkel végzett kísérletek esetén. A szokványos laboratóriumi és ipari eszközök használata kísérleti jellegű kutatásban.</p> <p>C4. Fizikai kérdések interdiszciplináris megközelítése.</p>
Transzverzális kompetenciák	<p>CT1. Szakmai feladatok hatékony és felelősségteljes ellátása a deontológiai jogszabályok betartásával. A szerzői jogok, a termékánusítási módszertan és a szakmai etika elveinek, előírásainak és értékeinek törvényes kereteken belüli alkalmazása a saját precíz, hatékony és felelősségteljes munkastratégiákban.</p> <p>CT2. 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>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.</p>

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

7.1 A tantárgy általános célkitűzése	<ul style="list-style-type: none"> - A statisztikus fizika módszereinek és alapmodelljeinek a megismertetése. - Logikus gondolkodás és modell-alkotási készségek kifejlesztése - Egy rigurózusan felépített alapelméletet kívánunk nyújtani amelynek az alkalmazásával a diákok ki tudják majd számítani a termodinamikai rendszereket jellemző makroszkópikus paramétereket kiindulva egy mikroszkópikusan értelmezett modellből.
7.2 A tantárgy sajátos célkitűzései	<ul style="list-style-type: none"> - A termodinamikai fogalmak tisztázása - A termodinamikai potenciálok alkalmazása. - A statisztikus fizika módszereit mikrokanónikus, kanónikus és makrókanónikus sokaságokban való alkalmazása. - Sok érdekes és gyakorlati szempontból fontos példán keresztül illusztrálása a bevezetett módszereknek. - A diákok otthoni, önálló, egyéni munkájának a megszoktatása

8. A tantárgy tartalma

8.1 Előadás	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
A statisztikus fizika fontossága	érdeklődésfelkeltés problematizálás vita, előadás magyarázás	A statisztikus fizika módszereinek és modelleinek a fontossága. A statisztikus fizika logikája. Néhány azonnali probléma. A statisztikus fizika interdiszciplináris alkalmazhatósága. A statisztikus fizika programja. Szervezési kérdések az előadásokkal és szemináriumokkal kapcsolatban. [1] – 1
Termodinamikai alapismeretek	problematizálás előadás, ellenőrzés magyarázás szemléltetés	Termodinamikai mennyiségek és ezeknek osztályozásai. A termodinamika főtételei. Termodinamikai potenciálok. A termodinamikai potenciálok alkalmazása és ennek ismeretében a termodinamikai rendszer teljes leírása. [1] – 1

A statisztikus fizika módszerei és lényeges alapfogalmak.	előadás, ellenőrzés magyarázás szemléltetés	A fázistér bevezetése. Karakterisztikus pont és ennek mozgása a fázistérben. Az ergódikus hipotézis. Átlagok a statisztikus fizikában. Sokaságok. Az időátlag és sokaságátlag. A Stirling képlet. A Liouville tétel. [1] – 2,3
A Mikrókanónikus sokaság.	ellenőrzés problematizálás vita, előadás magyarázás szemléltetés	A mikrókanónikus sokaság értelmezése. A lényeges termodinamikai potenciál. A Boltzmann képlet levezetése. A Rényi entrópia. A mikrókanónikus sokaság alkalmazhatósága: ideális gáz mikrókanónikus sokaságban, Schottky hibák sűrűségének hőmérséklet-függése. [1] – 2,4
A kanónikus sokaság.	ellenőrzés problematizálás vita, előadás magyarázás szemléltetés	A kanónikus sokaság értelmezése. A lényeges termodinamikai potenciál. Az állapotösszeg. Egy mikróállapot valószínűségének a kiszámítása. Átlagok kiszámítása. A kanónikus sokaság alapképlete- kapcsolat az állapotösszeg és a releváns termodinamikai potenciál között. Nem kölcsönható rendszerek esete. A fluktuáció-diszipáció tétele. [1] -5
Ideális és reális gáz kanónikus sokaságban	előadás, ellenőrzés magyarázás szemléltetés interaktív programok bemutatása	Az ideális és reális gázmodell. Az ideális és reális gázok termikus és kalorikus állapotegyenletének a levezetése. Fajhők kiszámítása. A reális gáz fázisdiagramja. [1] -6,7,9
Szilárdtestek fajhője (I)	ellenőrzés előadás, magyarázás szemléltetés interaktív programok bemutatása	Szilárdtestek tulajdonságai. Fajhőmérési eredmények. Az Einstein féle fajhőelmélet. Az állandó terfogaton mért fajhő kiszámítása. [1] -8
Szilárdtestek fajhője (II)	ellenőrzés előadás, magyarázás szemléltetés	A Debye-féle fajhőelmélet. Az állandó terfogaton mért fajhő kiszámítása [1] -8
Mágneses anyagok. Paramágnesesség tárgyalása.	ellenőrzés problematizálás vita, előadás magyarázás szemléltetés interaktív programok bemutatása	Mágneses anyagok osztályozása. Kísérleti tények, elméleti modellek. Termodinamika mágneses rendszerekre. A Curie törvény. Paramágneses anyagok szuszceptibilitásának a meghatározása klasszikus és kvantum mágneses nyomtatékok esetén. [1] -9
Mágneses anyagok. Ferromágnesesség tárgyalása.	ellenőrzés problematizálás vita, előadás, magyarázás	A ferromágnesesség átlagtér-elmélete. [1] -10
Kritikus viselkedések	ellenőrzés problematizálás előadás, magyarázás szemléltetés interaktív programok bemutatása	Az Ising modell. Egzakt megoldás 1D-ben. Kritikus viselkedések. [1]-10
A makrókanónikus (nagykanonikus) sokaság	ellenőrzés előadás magyarázás	A makrókanónikus sokaság értelmezése. A lényeges termodinamikai potenciál. A makrókanónikus állapotösszeg. Egy mikróállapot

	szemléltetés vetítés	valószínűségének a kiszámítása. Átlagok kiszámítása. A makrókanónikus sokaság alapképlete-kapcsolat a makrókanónikus állapotösszeg és a releváns termódinamikai potenciál között. [1] -11,12
Alkalmazások a makrókanónikus sokaságra	ellenőrzés előadás magyarázás vetítés	A feketetest sugárzás. A feketetest-sugárzás törvényei. A törvények levezetése a dobozban zárt fotongázmodellt alkalmazva. A Nquist tétel és zaj elektronikus rendszerekben. [1] -14
Kvantum-statisztika alapfogalmak	érdeklődésfelkeltés problematizálás vita, előadás magyarázás szemléltetés összefoglalás	A Gibbs paradoxon. Fermionok és bozonok. Ezeknek a tulajdonságai. A Fermi-Dirac és Bose-Einstein eloszlás függvények. Az ideális Fermi gáz és az ideális Bose gáz. [1]-13

Könyvészet

- [1] és Néda Zoltán, Tyukodi Botond, Kacsó Ágota, A KLASSZIKUS STATISZTIKUS FIZIKA ALAPJAI (Ábel kiadó, Kolozsvár, 2014)
[2] Karolyhazi, Marx, Nagy: Statisztikus Mechanika (Műszaki Könyvkiadó, 1965) (megtalálható a Fizika könyvtárban)
[3] L.D. Landau, E.M. Lifsic: Statisztikus Fizika (Tankönyvkiadó, 1981) (megtalálható a Fizika könyvtárban)
[4] Z. Gábor: Statisztikus Fizika (Erdélyi Tankönyvtanács, 2000) (megtalálható a Fizika könyvtárban)

8.2 Szeminárium	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
Valószínűség-számítási és matematikai statisztika alapfogalmak	feladatmegoldás problematizálás előadás, magyarázás	Példák. Házi-feladatok a valószínűség-számítással és folytonos eloszlásokkal kapcsolatban. [2] – 197-230
Feladatok a termodinamikai potenciálokkal kapcsolatban.	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás magyarázás	- az 1. alatt adott házi-feladatok pontozása Különböző mennyiségek és állapotegyenletek kiszámítása a termodinamikai potenciálokból. Házi-feladatok ebben a témában [2] – 230-234
Feladatok a termodinamikából	ellenőrzés feladatmegoldás vita magyarázás	A 2. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Fontos termodinamikai összefüggések levezetése. Feladatok a főtételekkel kapcsolatban. Házi-feladatok a témában. [2] – 234-240
A Stirling képlet levezetése. A Rényi entrópia-képlet levezetése.	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás vita, előadás magyarázás	- a 3. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Házi-feladatok az ideális gázzal és Schottky hibákkal kapcsolatban. [2] – 240-245
Feladatok a kanónikus sokasággal kapcsolatosan (I)	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás magyarázás	- a 4. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Schottky hibák kanónikus sokaságban. Molekulák sebesség-szerinti eloszlása. Házi-feladatok a témában. [2] – 245-249

Feladatok a kanónikus sokasággal kapcsolatosan (II)	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás interaktív programok használata vita, magyarázás	- az 5. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése Kétállaptú rendszerek. Az ekvipartíció tétele. Viszkózus közegben való mozgás. Házi feladatok a témában. [2] – 249-255
Feladatok az ideális és reális gázzal kapcsolatosan. Feladatok paramágneses rendszerekkel kapcsolatosan.	ellenőrzés feladatmegoldás vita, előadás magyarázás	- a 6. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése Feladatok az ideális és reális gázzal kapcsolatosan. Házi feladatok a témában. [2] – 255-266
Feladatok a szilárdtestek fajhőjével kapcsolatosan.	ellenőrzés feladatmegoldás vita, magyarázás	- a 7. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése Házi feladatok a témában. [2] – 266-272
Feladatok kanónikus sokaságban levő kölcsönható rendszerek tanulmányozására.	ellenőrzés feladatmegoldás vita, előadás magyarázás	- a 8. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése További feladatok a kanónikus sokasággal kapcsolatosan. Egyszerű feladatok a makrókanónikus sokasággal kapcsolatosan. Házi feladatok a témában. [2] – 272-281
Feladatok az ISING rendszerekkel kapcsolatosan	ellenőrzés feladatmegoldás interaktív programok használata vita, előadás magyarázás	- a 9. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Az 1D modell további megoldási lehetőségei. Sok lényeges mennyiség és kritikus exponens kiszámítása az átlagtér modell keretében. Házi feladatok a témában. [2] – 281-284
Feladatok a fázisátalakulások elméletével kapcsolatosan.	ellenőrzés feladatmegoldás interaktív programok használata magyarázás	- a 10. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése Feladatok a kritikus exponensekkel és a skálatörvényekkel kapcsolatosan. Házi feladatok a témában. [2] – 284-290
Feladatok makrókanonikus eloszlással kapcsolatosan (I)	ellenőrzés feladatmegoldás vita, magyarázás	- a 11. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Feladatok a fotongázzal és a Nyquist zajjal kapcsolatosan. Házi feladatok a témában. [2] – 290-295
Feladatok a makrókanonikus eloszlással kapcsolatosan (II)	ellenőrzés feladatmegoldás magyarázás	- a 12. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. Fluktuációk kérdése. Házi feladatok a témában. [2] – 295-300
Feladatok a Fermi-Dirac és Bose-Einstein eloszlással kapcsolatosan.	ellenőrzés feladatmegoldás problematizálás interaktív programok használata magyarázás, összefoglalás	- a 13. alatt adott házi-feladatok pontozása és megbeszélése. A tananyag összefoglalása. A szemináriumokon és felméréskön kapott jegyek ismertetése. A vizsga előkészítése.

Könyvészet

[1] R.Kubo: Statisztikus Fizika Példatár (Műszaki Könyvkiadó, 1975) (megtekinthető a Fizika szakkolegium könyvtárban)

[2]. Elméleti Fizika Példatár 3 (tankönyvkiadó, Budapest, 1983) (megtekinthető a Fizika könyvtárban)

9. Az episztemikus közösségek képviselői, a szakmai egyesületek és a szakterület reprezentatív munkáltatói elvárásainak összhangba hozása a tantárgy tartalmával.

A tantárgy célkitűzéseinek 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, 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%

10.7 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

Szeminárium felelőse

Kitöltés dátuma

2019.02.12.

Az intézeti jóváhagyás dátuma

2019.02.14.

Intézetigazgató