



## 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	Fizika
1.5 Képzési szint	Licensz
1.6 Szak / Képesítés	Fizika

### 2. A tantárgy adatai

2.1 A tantárgy neve	FLM1303 - Az elméleti fizika alapjai / Bazele fizicii teoretice / Fundamentals of Theoretical Physics						
2.2 Az előadásért felelős tanár neve	lect. dr. Lázár Zsolt Iosif						
2.3 A szemináriumért felelős tanár neve	lect. dr. Lázár Zsolt Iosif						
2.4 A laboratóriumi gyakorlatért felelős tanár neve							
2.5 Tanulmányi év	2	2.6 Félév	3	2.7 Értékelés módja	E	2.8 Tantárgy típusa	DS

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

3.1 Heti óraszám	5	melyből:			
3.2 előadás	3	3.3 szeminárium	2	3.4 laboratóriumi gyakorlat	0
3.5 Tantervben szereplő össz-óraszám	70	melyből:			
3.2 előadás	42	3.3 szeminárium	28	3.4 laboratóriumi gyakorlat	0
A tanulmányi idő elosztása:					óra
A tankönyv, a jegyzet, a szakirodalom vagy saját jegyzetek tanulmányozása					26
Könyvtárban, elektronikus adatbázisokban vagy terepen való további tájékozódás					14
Szemináriumok / laborok, házi feladatok, portfoliók, referátumok, esszék kidolgozása					34
Egyéni készségfejlesztés (tutorálás)					3
Vizsgák					7
Más tevékenységek:					0
3.9 Egyéni munka össz-óraszama					84
3.10 A félév össz-óraszama					154
3.11 Kreditszám	6				

### 4. Előfeltételek (ha vannak)

4.1 Tantervi	nincs
4.2 Kompetenciabeli	1. Differenciálszámítási és integrálszámítási alapok. 2. Lineáris algebra. 3. Matematikai analízis alapjai. 4. Vektorszámítás alapjai 5. Mechanika alapjai

### 5. Feltételek (ha vannak)

5.1 Az előadás lebonyolításának feltételei	tábla, projektor, számítógép
--	------------------------------

5.2 A szeminárium lebonyolításának feltételei	tábla
5.3 A laboratóriumi gyakorlatok lebonyolításának feltételei	-

## 6. Elsajátítandó jellemző kompetenciák

6.1 Szakmai kompetenciák	<p>C1. A fizika törvényeinek és elveinek, illetve az alkalmazott mérnöki tudományok elméleti alapjainak megfelelő azonosítása és használata.</p> <p>C3. Fizika feladatok adott feltételek mellett történő megoldása, numerikus és statisztikai módszerek segítségével. Tudományos kutatást támogató tevékenységek biztosítása.</p> <p>C4. Fizikai ismeretek alkalmazása úgy kapcsolódó területekről származó feladatokban, mint megszokott laboratóriumi eszközökkel végzett kísérletek esetén.</p> <p>C5. Oktató, tudományos és népszerűsítő jellegű információk elemzése és kommunikálása a fizikában. Szoftverek és virtuális eszközök fejlesztése és használata fizikai feladatok megoldásában. A műszaki fizika, a szakmódszerek és az eszköztár felhasználása termelési, tanácsadási és folyamatkövetési tevékenységekben.</p>
6.2 Transzverzális kompetenciák	<p>CT1. Szakmai feladatok hatékony és felelősségteljes ellátása a deontológiai jogszabályok betartásával. A szerzői jogok, a terméktanúsítási módszertan és a szakmai etika elveinek, előírásainak és értékeinek törvényes kereteken belüli alkalmazása a saját precíz, hatékony és felelősségteljes munkastratégiákban.</p> <p>CT2. Csatamunkában való hatékony részvétel különböző beosztásokban. A szakmai szerepek és felelősségek mon belüli azonosítása, hatékony kommunikációs technikák alkalmazása, illetve csatamunkában 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	Hallgatók megismertetése az elméleti fizikában használatos matematikai és fizikai fogalmakkal és módszerekkel.
7.2 A tantárgy sajátos célkitűzései	Haladó matematikai eszközök és alkalmazásaik, matematikai és fizikai formalizmusok elsajátítása az analitikus mechanika keretein belül. Korábban elemi eszközökkel tárgyalt mechanikai jelenségek újratárgyalása általánosabb elméleti megközelítésben.

## 8. A tantárgy tartalma

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

1. Vektorok és tenzorok: Indexes jelölés szabályai. Mátrixok és mátrixműveletek. Determinánsok és tulajdonságai. Vektorok a háromdimenziós Euklideszi térben. Descartes-i bázis. Műveletek vektorokkal: összeadás, tükrözés, skaláris szorzat, vektori szorzat, vegyes szorzat. Kronecker-delta, Levi-Civita tenzor. Lineáris operátorok mátrixreprezentációja. Vektorok és lineáris operátorok lineáris transzformációja.

2. Newtoni mechanika alapjai: Bevezető gondolatok. Tömegpont. Vonatkoztatási rendszerek. Newton törvényei. Galilei relativitási elve. Tömegpont: impulzus, erő, munka, energia, impulzusnyomaték, megmaradási törvények. Konzervatív erőtér, potenciáltér, centrális erőtér. Pontrendszerek: impulzus (és megmaradása), tömegközépponti sebesség, energia (és megmaradása), König 2. tétele, impulzusnyomaték (és megmaradása), impulzusnyomaték eltolás esetén, König első tétele.

3. Görbék és felületek, lokális koordinátarendszerek: Görze definíciója. Frenet-triéder. Görbület, torzió. Evoluta, evolvens. Serret-Frenet képletek. Darboux-vektor. Euler-Monge ábrázolás

Alkalmazás a kinematikában. Felület meghatározás. Első alapforma. Második alapforma. Indikatrix. Főgörbűletek

Koordinátagörbűk, koordinátafelületek. Lamé-együtthatók

Elemi felület és térfogat görbevonalu koordinátákban. Alkalmazás gömbi és hengerkoordináták esetén.

4. Kényszerek, általános koordináták, virtuális munka elve, D'Alembert elv: Kényszerek: felület, görbe, rúd, stb. Pfaff-alak. Kényszererők. Lehetséges és virtuális elmozdulások. Virtuális munka elve. Kényszerek típusai: holonom, anholonom, szkleronom, reonom. Szabadsági fok. Merev test szabadsági foka. Általános koordináták. Kinetikus energia általános koordinátákkal. D'Alembert-elv. Általános erők. Lagrange másodfajú egyenlete. Lagrange elsőfajú egyenlete. Variáció fogalma. A minimális hatás elve.

5. Szélsőértékszámítás és variációszámítási alapok: Többváltozós függvény szélsőértéke. Sylvester kritérium. Feltételes szélsőérték

Funkcionálok. Variációs feladat: meghatározás, példák (brachisztocron feladat, Dido-feladat). Euler-Lagrange egyenlet, Legendre-feltétel, plusz feltételek. E.L. egyenletek invarianciája. Legrövidebb út a síkban. Brachisztocron feladat megoldása. A variációs feladat további tulajdonságai: invarianciák, primintegrálok. Minimális forgásfelület, láncgörbe. Több egyváltozós függvényről függő funkcionál, primintegrálok. Két pont közötti minimális távolság a térben. Geodetikus görbűk: Geodetikus görbűk mint variációs feladat. Geodetikus vonalak forgásfelületeken: Clairaut-tétele, gömb, henger, kúp, loxodróma. Geodetikus vonalak a Riemann-térben. Izoperimetrikus variációs feladat: Dido-feladat. Mellékfeltételes variációs feladat: geodetikus görbűk.

6. Az analitikus mechanika alapjai: Tér és idő szimmetriái, minimális hatás elve. Hamilton elv mint variációs feladat: általános koordináta, sebesség, impulzus, erő. Hamilton elv mint variációs feladat: Lagrange egyenlet, primintegrálok mint energia és impulzusmegmaradás. Homogén függvény: meghatározás, tétel. Primintegrálok, megmaradási törvények: ciklikus koordináták, impulzus, energia. Egydimenziós mozgás. Noether tétele. Energia, impulzus és impulzusnyomaték megmaradás.

7. Lagrange formalizmus alkalmazásai: Egydimenziós szabad rezgések. Kényszerrezgések, komplex tárgyalási mód

Csillapított rezgések. Használati utasítás mechanikai rendszerek Lagrange-formalizmussal való tárgyalására: példa.

8. Lagrange formalizmus alkalmazásai: Centrális erőtérben való mozgás: impulzusnyomaték megmaradás, felületi sebesség, centrifugális és effektív potenciális energiája. Mozgás az erőtér középpontjának közelében. Pálya zártsága. Kepler-feladat megoldása. Kúpszeletek. Korlátos és korlátlan mozgás a Kepler feladatban. Kéttest probléma.

9. Mechanikai hasonlóság, viriáltétel: alkalmazás harmonikus rezgésekre és centrális erőtérre.

10. Hamilton formalizmus: Legendre-transzformáció. Hamilton függvény, kanonikus egyenletek. Kanonikus transzformációk

Példák kanonikus transzformációkra. Poisson-zárójel. Hamilton-Jacobi egyenlet

11. Merev test mozgása: Merev test geometriája: Euler szögek, bázisok. Merev test kinematikája: eltolás és forgás, a forgás abszolút jellege, pillanatnyi forgástengely. Merev test dinamikája: forgási energia, tehetetlenségi nyomaték tenzor, asszimmetrikus, szimmetrikus és gömbi pörgettyű, Steiner-tétel, Newton-Euler egyenlet, precesszió. Merev test szabad mozgása. Súlyos szimmetrikus pörgettyű mozgása.

12. Kontinuumok mechanikája: Bevezető. Deformálható testek geometriája. A deformációtenzor. Deformálható testek kinematikája. Euler-i és Lagrange-i leírasmódok. Mérelegegyenletek. Kontinuitási egyenletek. Impulzusmérleg.

Feszültségtenzor. Energiamérleg. Deformációk termodinamikája

13. Elméleti rugalmasságtan: Hooke-törvény általánosan és izotróp közegre. Homogén feszültségek. A nyírás. Az elméleti és fenomenológikus rugalmassági állandók kapcsolata. Harántirányú összehúzódás nélküli nyújtás. Homogén deformációk (elméleti leírás). Rúd egyirányú összenyomása. Izotrop testek egyensúlyi egyenletei. Rugalmas hullámok izotrop közegben. Rugalmas síkhullámok. Monokromatikus rugalmas hullám törése és visszaverődése. Kristályok rugalmas tulajdonságai. Kőbű, tetragonális és rombos kristályrendszerek rugalmasságtani anyagállandói. Rugalmas hullámok kristályokban.

14. Differenciáloperátorok görbevonalu koordinátarendszerben: Gradiens. Divergencia. Rotáció. Skalár mezű Laplace-operátora

Skalár mezű Laplace-operátora: gömbi és henger koordináták

Differenciáloperátorok görbevonalu koordinátarendszerben: alternatív tárgyalás.

15. Elméleti hidrodinamika: Bevezetés. Hidrodinamikai mérelegegyenletek. Disszipatív áramok. Ideális (izotrop) fluidum, lokális egyensúly. Euler-egyenlet, határfeltételek. Ideális fluidum hidrodinamikai egyenletei: összefoglaló. Hidrosztatika: homogén gravitációs tér, homogén folyadék-gömb. Bernoulli-egyenlet. Cirkuláció megmaradása. Sűrűdű folyadékok mozgásegyenletei, a Navier-Stokes-egyenlet. Kinematikai viszkozitási együtthatók. Áramlás felület mentén. Alkalmazások: áramlás lapok között, csűben, a Rayleigh-Plesset egyenlet. Hullámok fluidumokban, Örvény és forrásmentes, stacionárius, kétdimenziós áramlás leírása komplex függvényekkel. Alkalmazások.

Számítógéprűl kivetített és/vagy klasszikus előadás, szemléltetés, magyarázat, problematizálás. Online oktatás esetén Zoom és grafikus tablet. Kiegészítű anyagok elektronikus formában és videók.

Könyvészet
1. Lázár Zsolt József, Lázár József, <i>Bevezetés az elméleti fizikába</i> , elektronikus jegyzet 2. Landau-Lifsic, <i>Elméleti Fizika I</i> , Mechanika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988 (Fizika könyvtár) 3. Nagy Károly, <i>Elméleti Mechanika</i> , Tankönyvkiadó, Budapest, 1989 (Fizika könyvtár) 4. Gombás Pál - Kisdi Dávid, <i>Bevezetés az elméleti fizikába I,II</i> , Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971 (Fizika könyvtár) 5. H.Goldstein, <i>Classical Mechanics</i> , Addison-Wesley Publishing Company, Inc.1980 (Fizika könyvtár) 6. Dezső Gábor - Lázár József, <i>Variációs számítás a fizikában és a technikában</i> , Dacia Könyvkiadó, Cluj -Napoca, 1988 (Fizika könyvtár) 7. Gábos Zoltán, <i>Az elméleti fizika alapjai</i> , Dacia Könyvkiadó, Kolozsvár Napoca, 1982, (Fizika könyvtár)

8.2 Szeminárium	Didaktikai módszerek	Megjegyzések
Az adott heti előadáshoz tartozó gyakorlatok, feladatok elvégzése.	Felmérés, házi feladatok megbeszélése, egyéni munka, megbeszélés. Online oktatás esetén Zoom+grafikus tablet. Kiegészítő anyagok, megoldott feladatok, elektronikus formában.	

Könyvészet
1. Lásd az előadások könyvészetét 2. Gnadig Péter, Palla László, <i>Elméleti fizikai példatár I.</i> (Második kiadás), 1989 (Fizika könyvtár) 3. Szenkovits Ferenc, Makó Zoltán, <i>Elméleti mechanika gyakorlatok és feladatok</i> , Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2007, (Fizika könyvtár)

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

<p>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.</p>
---

## 10. Értékelés

Tevékenység típusa	10.1 Értékelési kritériumok / 10.2 Értékelési módszerek / 10.3 Aránya a végső jegyben
10.4 Előadás	1. Parciális vizsga: 3 órás írásbeli vizsga elméleti (65%) és feladatokból (35%). Aránya a végső jegyben: 30%. 2. Félév végi vizsga: 3 órás írásbeli vizsga elméleti (65%) és feladatokból (35%). Aránya a végső jegyben: 30%. 3. Házi feladatok: egyik hétről a másikra leadandó. Aránya a végső jegyben: 24%.
10.5 Szeminárium	Évközi felmérések: ~15-20 perces írásbeli, heti rendszerességgel. Aránya a végső jegyben: 16%.
10.6 Laboratóriumi gyakorlatok	
10.7 A teljesítmény minimumkövetelményei	
50% jelenlét, 50% pontszám házi feladatokból, 50% pontszám a vizsgákon. A végső vizsgán lehet a teljes anyagrészből vizsgázni vagy, amennyiben a parciális vizsga eredménye elérte az 50%-ot, akkor csak a második feléből. Az első rész újraírása esetén a jobbik eredmény kerül beszámításra.	

### Előadás felelőse

lect. dr. Lázár Zsolt Iosif

### Szeminárium felelőse

lect. dr. Lázár Zsolt Iosif

### Laboratóriumi gyakorlat felelőse

**Kitöltés dátuma**  
2022-05-04

**Az intézeti jóváhagyás dátuma**  
2022-05-10

**Intézetigazgató**

conf. dr. Járai-Szabó Ferenc

---