

## Részletes tantárgyprogram és követelményrendszer

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| <b>Óbudai Egyetem</b><br>Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar   |  | Mikroelektronikai és Technológia Intézet |  |  |
| Tantárgy neve és kódja: <b>Műszaki Fizika KMEMF11NLC</b>  |  |  |  | <b>Kreditérték: 3</b>                              |
| <b>egyéni tanrend vagy levelező tanrend, levelező tagozat, 2016-2017. I. félév</b>  |  |  |  |  |
| Szakok melyeken a tárgyat oktatják: <b>KVK, MA Gépészmérnök szakirányú mérnök-tanár képzés</b>  |  |  |  |  |
| Tantárgyfelelős oktató:   | <b>Dr. Rácz Ervin Ph.D.</b><br>egyetemi docens | Oktatók:                                 | <b>Dr. Rácz Ervin Ph.D.</b><br>egyetemi docens       |  |
| Előtanulmányi feltételek: (kóddal)  | -  |  |  |  |
| Heti óraszámok:   | Előadás:                                       | Tantermi gyak.:                          | Laborgyakorlat:                                      | Konzultáció:<br>egyéni tanrend vagy<br>12ó / félév |
| Számonkérés módja (s,v,f):  | f<br>félévközi jegy                            |  |  |  |
| <b>A tananyag</b>   |  |  |  |  |
| <i>Oktatási cél:</i><br>A B.Sc. képzés folyamán hasonló, vagy más néven megjelent, bevezető jellegű tárgyak által érintett klasszikus fizikai diszciplínák M.A. szinthez illő újrendezése, axiomatikus formában való felépítése, valamint alapvető matematikai módszereinek szisztematikus áttekintése annak érdekében, hogy az azokra ráépülő szaktárgyak ismeretei kellő mélységben legyenek elsajátíthatók. A megelőző B.Sc. kurzusokban nélkülözött kvantumfizika elméleti megalapozása, s néhány kiemelkedően fontos alkalmazási területének bemutatása is célja a tárgynak.   |  |  |  |  |
| <i>Tematika:</i><br><u>Első rész (mechanika):</u> a kinetikus energia, mint a fenomenológiai és az analitikus leírások közti kapocs, a Lagrange-függvény, a Hamilton-elv, az Euler–Lagrange-egyenletek, az általános erők fizikai tartalma és mérhetősége, a Lagrange-szorók bevezetése kényszerek leírására, hullámok, hidrodinamika. <u>Második rész:</u> a klasszikus mechanikai és a klasszikus elektrodinamikai inerciális vonatkoztatási rendszerek azonosságával az elektromos töltés, elektromos- és mágneses erőtér tulajdonságai, Stokes-tétele, a Maxwell-egyenletek integrális és differenciális formái. <u>Harmadik rész:</u> termodinamika fenomenológikus elmélete, a termodinamika fundamentális törvényei, termodinamika statisztikus megalapozása, nemlineáris rendszerek. <u>Negyedik rész:</u> optika, elektrodinamika, Minkowski-geometria, a Lorentz-csoport, négyesvektor, négyestenzor. <u>Ötödik rész:</u> kvantummechanika, szilárdtestek elektronszerkezete, vezetési jelenségek a szilárdtestekben, kristály-diffrakció, Fermi-felületek, szerkezet- és összetétel vizsgálat, határfelületi jelenségek. |  |  |  |  |
| <b>Témakör:</b>   |  |  | <b>Ea.</b>   | <b>Óra</b>   |
| Newton-axiómák. Fázistér. Merev testekből álló rendszerek mechanikája: a variációs-elv, Euler–Lagrange-egyenletek. Lagrange-függvény, Legendre-transzformáció, Hamilton-függvény, Hamilton-féle kanonikus-egyenletek. Tenzorok és tenzormezők. Nyugvó és áramló folyadékok mechanikája: Pascal-törvény, folyadékcella deformációja áramlás közben, sűrűségek és áramsűrűségek, Euler-egyenlet, kontinuitási-egyenlet. A részleges egyensúly-elve és klasszikus modellek: gradiensek és áramsűrűségek. Elektromos töltés, elektromos-töltéssűrűség, elektromos- és mágneses erőtér, Lorentz-féle erőtvény. Gauss-törvény, Ampère-törvény, Faraday-féle indukciós törvény, Stokes-tétel. Maxwell-egyenletei integrális és differenciális formában.  |  |  | <b>egyéni tanrend vagy levelezős tanrend szerint</b> | <b>1.</b>  |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| <p>A klasszikus mechanikai és a klasszikus elektrodinamikai inerciális vonatkoztatási rendszerekről: Galilei-transzformáció, Lorentz-transzformáció. Einstein posztulátumai. A Minkowski-tér: négyesvektorok, négyestenzorok, metrika, Lorentz-csoport, négyesoperátorok. Elektromágneses tér viselkedése közegek határán, fénytörés, Kramers–Kronig reláció.</p> <p>Részrendszerek függetlensége a Hamilton-függvényekkel kifejezve. Fázistér. Enyhén csatolt részrendszerek fázistere. Valószínűségi eloszlások a fázistéren. Részrendszerek függetlensége a valószínűségrésztényezők nyelvén. Boltzmann entrópia definíciója. A klasszikus fizikai mennyiségek, mint makroszkopikus átlagok.</p> <p>A klasszikus termodinamika axiomatikus felépítése: 0., 1., 2., és 3. főtételek. Lagrange-szorzók, optimalizálás kényszerek mellett. Energiaminimum-elv, rezervoárok, termodinamikai potenciálok és egyéb minimum-elvek származtatása különböző kényszerek mellett. Kémiai reakciók kezelésének alapjai.</p> | <p><b>egyéni tanrend vagy levelezős tanrend szerint</b></p> | <p>2.</p> |
| <p>Hőmérsékleti sugárzás. Szilárdtestek fajhője. Compton-szórás. Heisenberg-féle határozatlansági-elv és -relációk. Csoportsebesség, fázissebesség, diszperzió. Időtől független és időfüggő Schrödinger-egyenlet. Hilbert-tér: metrika, Schwarz-egyenlőtlenség, Riesz–Fischer-tétel, Gram–Schmidt-tétel. Hamilton-operátor.</p> <p>A Schrödinger-egyenlet néhány alkalmazása: részecske potenciálvölgyben, részecske potenciál dobozban, lineáris harmonikus oszcillátor, részecske áramsűrűsége, alagúteffektus. A spin. Kvantummechanikai többtestprobléma. Adiabatus közelítés. A kötés. Bloch-függvény. Hartree–Fock-megoldás. Kronig–Penny-modell. Határfrekvencia.</p>  | <p><b>egyéni tanrend vagy levelezős tanrend szerint</b></p> | <p>3.</p> |
| <p>Ideális kristályok: elemi-cella, Bravais-rácsok, kristálycsoportok, bázisvektorok, reciprokrács, Miller-index, Brillouin-zóna. Effektív tömeg. Fermi-felület. Reális kristályok: kristályhibák. Sáv elmélet, vezetők, szigetelők, félvezetők. Hall-effektus. Transzportfolyamatok. Relaxációs közelítés. Ciklotron-rezonancia.</p> <p>Nukleáció. Frank-van der Merwe, Vollmer–Weber, Stranski–Krastanov növekedési módusok. Felületi rekonstrukció. Szerkezetvizsgáló módszerek: röntgensugaras szerkezetvizsgálat, Laue-egyenletek, Bragg-feltétel. Részecske-sugaras szerkezetvizsgálat, felületi-szórás, Rutherford-féle visszaszórás, elektron veszteségi spektroszkópia.</p> <p>Auger-elektron-spektroszkópia, Raman-spektroszkópia, pásztázó- és transzmissziós elektronmikroszkópia, atomerő- és alagútmikroszkópia, kvantumbehataróladás, alacsonydimenziós rendszerek, csatolt rendszerek és implementációjuk.</p>   | <p><b>egyéni tanrend vagy levelezős tanrend szerint</b></p> | <p>4.</p> |
| <p><b>Félévközi követelmények</b><br/>zárthelyi írása évközi jegy megszerzése céljából</p>   |   |           |
| <p><b>A pótlás módja:</b> 1 db. meg nem írt ZH pótolható a félév végén, írásban.</p>   |   |           |
| <p><b>A félévközi jegy kialakításának módszere:</b><br/>A félév közben megírt zárthelyi dolgozatokra szerzett jegyek átlaga alapján.</p>   |   |           |
| <p><b>A vizsga módja:</b> -</p>  |   |           |
| <p><b>Irodalom:</b></p>  |   |           |
| <p><b>Kötelező:</b> az előadó által kiadott segédletekben megadottak ismerete</p>  |   |           |

**Ajánlott:**

1. V.I. Arnold: A Mechanika matematikai módszerei, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985. ISBN 963 10 4850 0
2. Herbert B. Callen: Thermodynamics and Introuction to Thermostatistics, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1985, ISBN 0-471-86256-8 (hozzáférhető a BGK könyvtárában)
3. Dilip Kondepudi, Ilya Prigogine: Modern Thermodynamics – From Heat Engines to Dissipative Structures, John Wiley & Sons, Chichester, England, 1998, ISBN 0471 97394 7 (paperback)
4. Simonyi Károly: Elméleti Villamosságtan, Tankönyvkiadó, 1967.
5. Alvin Hudson, Rex Nelson: Útban a modern fizikához, LSI Oktatóközpont A Mikroelektronika Alkalmazásának Kultúrájáért Alapítvány, Budapest, 1994, ISBN 963-577-197-5
6. Antal János (szerk.): Fizikai Kézikönyv Műszakiaknak I-II. MK., Bp., (1980)
7. Ch. Kittel: Bevezetés a szilárdtest-fizikába, MK., Bp., (1981)
8. Simonyi Károly: Elektronfizika, Tankönyvkiadó, Bp., (1973)
9. O. Bömmer és szerzőtársai: Szilárdtestek vizsgálata elektronokkal, ionokkal és röntgensugárzással, MK., Bp., (1984)
10. P. Sz. Kirijev: Félvezetők Fizikája, Tankönyvkiadó, Bp., (1974)
11. Giber János és szerzőtársai: Szilárdtestek felületfizikája, MK., Bp., (1987)