

1. Fizikusok záróvizsgájának általános témakörei

1. Az anyagi pont dinamikája.
Az anyagi pont mozgásállapotának jellemzése. Newton axiómái, Mozgásegyenlet. Munka, energia; megmaradási tételek.
2. Pontrendszerek dinamikája.
Pontrendszer mozgásegyenletei, az impulzustétel, az impulzusnyomaték-tétel. Tömegközéppont-tétel, megmaradási tételek. Munka-, energiatétel.
3. A dinamika alaptörvényei különféle vonatkoztatási rendszerekben.
Galilei-elv, Galilei-transzformáció. A speciális relativitás elve; Lorentz-transzformáció. Relativisztikus kinematika. Relativisztikus dinamika. Energia és tömeg kapcsolata. A mechanika törvényei gyorsuló vonatkoztatási rendszerben.
4. A merev testek mechanikája.
Impulzusmomentum-tétel. Alkalmazások: merev testek egyensúlya, rögzített tengely körüli forgása és síkmozgása. Pörgettyűk mozgása.
5. Gravitáció, égi mechanika.
A gravitációs erőter jellemzése a klasszikus mechanikában. A súlyos és tehetetlen tömeg, Bolygómozgás, Kepler törvényei; mesterséges égitestek. A Naprendszer felépítése.
6. Rezgések.
A rezgőmozgás dinamikai leírása. Csillapított- és kényszerrezgés, rezonancia. Rezgések összetétele és felbontása. Rácsrezgések.
7. A rugalmas szilárdtestek mechanikája.
Deformációk és feszültségek. Szilárdtestek rugalmas deformációi, Hooke-törvény. A deformálható testek mozgásegyenletei.
8. A folyadékok és gázok mechanikája.
Folyadékok és gázok egyensúlya. Ideális és viszkózus folyadékok áramlása. A Bernoulli-törvény.
9. Az anyag termikus állapota.
Nulladik főtétele. A hőmérséklet fenomenológiai és kinetikus értelmezése. A hőmérséklet mérése. A gázok állapotegyenletei. A különböző halmazállapotú anyagok állapotváltozásai; fázisátalakulások.
10. A termodinamika főtételei.
Az energia megmaradásának általános tétele; I. főtétele. Reverzibilis és irreverzibilis folyamatok. A II. főtétele fenomenológiai megfogalmazásai és statisztikus értelmezése. III. főtétele.
11. A statisztikus fizika alapjai.
Mikro- és makróállapotok. A zárt rendszer statisztikus egyensúlya. A kanonikus eloszlás. Boltzmann-statisztika, kvantumstatisztikák. Ingadozási jelenségek, Brown-mozgás.
12. Elektrosztatika.
Az elektrosztatikus tér törvényei vákuumban és szigetelőkben; polarizáció. A potenciál fogalma. A sztatikus tér energiája. Vezetők és kondenzátorok kapacitása.

13. Áramvezetés különböző közegekben.
Elektromos áram fémekben, félvezetőkben, elektrolitokban, gázokban, vákuumban. Szupra-vezetés.
14. Egyen- és váltakozó áramú hálózatok.
Kirchhoff törvényei. A váltakozó áram leírása, komplex ellenállások. Elektronikus alapkapcsolások.
15. A mágneses tér.
Az áram mágneses tere. A mágneses tér hatása az elektromos áramra, Lorentz-erő. Az elektromágneses indukció és alkalmazásai.
16. Elektromágneses rezgések és hullámok.
Elektromágneses rezgések előállítása; a Hertz-féle kísérletek. Dipólsugárzás. A fény mint elektromágneses hullám; a fény kettős természete. A Planck-féle sugárzási törvény. Spontán- és indukált emisszió, a lézer.
17. Hullámok általános tulajdonságai.
Interferencia, elhajlás, polarizáció. Doppler-effektus. Állóhullámok. Hullámok kiterjedt közegekben. Hanghullámok.
18. Az elektromágneses mező dinamikája.
Maxwell-egyenletek; elektromágneses potenciálok. Energia- és impulzustétel; Poynting-vektor.
19. A kvantumfizika alapjai.
A kvantumelmélet kísérleti előzményei. Állapotfüggvény, operátorok, Schrödinger-egyenlet. Mérés a kvantummechanikában. Átmenetek a kvantumállapotok között; kiválasztási szabályok.
20. Atomszerkezet.
A H-atom kvantummechanikai tárgyalása; atomszínképek. Spin, Pauli-elv. A röntgenspektrum. A periódusos rendszer.
21. Molekulaszerkezet.
A molekulák szerkezete, két- és többatomos molekulák. Molekulapályák, kémiai kötés, a molekulaszínképek értelmezése.
22. A szilárdtestek szerkezete.
A kristályszerkezet és annak vizsgálati módszerei. Rácshibák. Szilárdtestek mechanikai és optikai tulajdonságai. Termikus tulajdonságok: fajhő és hőtágulás.
23. A szilárdtestek sávszerkezete.
Vezetők és félvezetők. Szennyezések a p-n-átmenet. Félvezető-eszközök működése és típusai. A tranzistorok.
24. Az anyagok dielektromos és mágneses tulajdonságai.
Szigetelők, mágneses anyagok. A dielektromos polarizáció fenomenológiai és anyagszerkezeti leírása, hőmérsékletfüggése.
25. Az atommag tulajdonságai.
Az atommag szerkezete, stabilitása, radioaktivitás. Magmodellek, kötési energia.

26. Nukleáris energia.
Maghasadás, fúzió. Nukleáris reaktor, atomerőmű. Sugárvédelem, dozimetria.
27. Részecskefizika.
Részecskék osztályozása. Alapvető kölcsönhatások. Részecskegyorsítók.
28. Asztrófizika.¹
A csillagok fejlődése, állapotátározói. Fúziós energia termelő folyamatok. Változó csillagok. Napfizika.
29. A Világegyetem szerkezete.¹
A Tejútrendszer szerkezete. Galaxisok, galaxishalmazok. Az általános relativitáselmélet csillagászati bizonyítékai. Kozmológia, világmodellek.

¹Csak akkor, ha tanári diplomát is akar szerezni.

2. Fizikusok záróvizsgájának tételei speciális témakörökből

I. Atomenergetika

1. Atommag.
Atommagok összetétele, elektromos és barion- töltése; tömege és kötési energiája; spinje és mágneses dipólmomentuma; mérete, alakja és elektromos kvadropólmomentuma; paritása. Alapállapot és gerjesztett állapotok.
2. Magerők.
A magerők tulajdonságai és elmélete; deuteron-probléma; nukleon-nukleon szórás; az elemi részek fizikájának alapjai.
3. Magmodellek.
Cseppmodell; Fermi-gáz modell; héjmodell; kollektív modell.
4. Magreakciók.
A magreakciók általános tulajdonságai és törvényei; reakciómechanizmusok; közbenső magmodell; optikai modell, direkt és kvázidirekt reakciók.
5. Radioaktivitás.
A radioaktív bomlás általános törvényei; α -, β -bomlás és spontán hasadás; és késleltetett nukleon-emisszió; a mag γ -sugárzása.
6. Maghasadás.
Neutron-indukált maghasadás és a hasadási mechanizmus; hasadási energia és eloszlása; a hasadványok kinetikus energia-, tömeg-, töltés- és szögeloszlása; hasadási prompt-neutronok és γ -sugárzás; a hasadási termékek β -bomlása, késleltetett neutronok, a hasadás hatás-keresztmetszete.
7. Neutronok előállítása és észlelése.
A neutron tulajdonságai; a neutronok osztályozása energiájuk szerint; radioaktív neutronforrások neutrontermelés mesterségesen gyorsított részecskékkel és hasadás révén; a neutronok észlelésének módszerei; neutrontektorok, a neutron-spektrometria általános kérdései; neutronspektrométerek.
8. A neutronok kölcsönhatása atommagokkal.
A neutron-atommag kölcsönhatások áttekintése; totális és nem-rugalmas kölcsönhatás; rugalmas szórás; (n, γ) reakció; rugalmatlan szórás; (n,p) , (n, α) és $(n,2n)$ reakció; neutronreakciók hatáskeresztmetszete; gerjesztési függvények.
9. A neutrongáz.
A neutrongáz jellemzői: a transzportegyenlet diffúziós közelítése diffúzió-elmélet; neutronok lassítása, a mikroszkopikus és makroszkopikus lassítási folyamat.
10. Reaktorfizika.
A láncreakció folyamata; termikus reaktorok felépítése; neutronciklus heterogén termikus reaktorban; sokszorozási tényező, reaktivitás; a nukleáris fűtőanyag újratermelése; újratermelési együttható, az urán- és tórium-ciklus; a fűtőanyag bővített újratermelése gyorsreaktorokban.

11. Reaktortechnika.
A reaktorszatika és dinamika alapjai; a reaktor-kinetika és hőtechnika alapjai; reaktoranyagok és szerkezeti elemek.
12. Nukleáris energetika.
Az elektromos energiatermelés legfontosabb reaktortípusai: a VVER-440 és VVER-1000 típusú reaktor; gyorsreaktorok- az atomerőmű és az atomfűtőmű; a nukleáris energiatermelés perspektívái.
13. Termonukleáris reakciók.
A szabályozott termonukleáris szintézis: mag- és plazmafizikai alapok, Lawson-kritérium; a csillagok energiatermelése és evolúciója; az elemek és a stabil izotópok kialakulása; a kozmikus sugárzás.
14. A fúziós energiatermelés kérdései.
A fúziós reaktor lehetséges változatai, tokamakok, lézeres és részecskenyalábos rendszerek; fúziós hasadási hibrid-reaktorok; a fúziós energiatermelés problémái és jövője.
15. Magsugárzások előállítása.
Radioaktív α -, β -, és γ -források; elektrosztatikus gyorsítók; időben állandó és változó mágneses terű ciklikus gyorsítók.
16. Magsugárzások fizikai és kémiai hatásai.
Töltött részek és elektromágneses sugárzás kölcsönhatása az anyaggal; magsugárzások hatása az anyag szerkezetére és fizika tulajdonságaira; a magsugárzások kémiai hatása.
17. Magsugárzások észlelése.
Gáztöltésű és szcintillációs számlálók; félvezető detektorok és spektrométerek; nyomdetektorok; a mérési eredmények kiértékelésének módszerei.
18. Nukleáris módszerek más tudományokban.
Tömegspektrometria; röntgenfluoreszcencia-analízis félvezető spektrométerrel; aktivációs analízis termikus és gyors neutronokkal; kondenzált közegek tulajdonságainak vizsgálata neutronhullámokkal.
19. Radioaktív izotópok alkalmazásai.
A radioaktív izotópok előállítása, néhány tudományos, ipari és mezőgazdasági alkalmazása.
20. Sugárvédelem, a magsugárzások biológiai hatásai.
A magsugárzások biológiai hatásai; dozimetria; védekezés a radioaktív sugárzások ellen; az atomerőművek környezetvédelme.

Irodalom:

- K.N. Muhin: Kísérleti magfizika, Tankönyvkiadó 1985.;
- Ju.M. Sirokov, H.P. Judin: Jadernaja fizika, Nauka, Moszkva, 1980.;
- A.I. Abramov, Ju.A. Kazanszkij, E.Sz. Matuszevics, Osznovü ekszperimentalnüh metodov jadernoj fiziki, Atomizdat, Moszkva, 1977.;
- K.H. Beckurts, K. Wirtz, Neutron Physics, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg-New York, 1064.;
- J. Csikai, Handbook of fast neutron generators, vol. I.-II. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida 1987.

II. Elektronika

1. Félvezetők, félvezető áramköri elemek. Félvezető alapanyagok; rétegdióda; túdióda, tirisztor, tranzisztor, tervezérlésű tranzisztor működési elve.
2. Tranzisztorok kisjelű üzemmódja, erősítő alapkapsolások. Hibrid paraméteres egyenletek; földelt emitteres erősítő, emitter-követők, differenciál-erősítők, szinteltoló áramkörök tulajdonságai, vezérelt áramgenerátorok.
3. Lineáris erősítők és néhány felhasználási területük. Műveleti erősítők tulajdonságai, frekvencia-kompenzáció; lineáris erősítő kapcsolások, integráló, differenciáló, exponenciális, logaritmikus erősítők, komparátorok.
4. Tranzisztorok nagyfrekvenciás tulajdonságai, nagyfrekvenciás erősítők. Tranzisztorok nagyfrekvenciás helyettesítő kapcsolása; szélessávú erősítők, szelektív erősítők, nagyfrekvenciás rezgéseltők.
5. Tranzisztorok kapcsoló üzemmódja, logikai áramköri családok. Töltéstárolási hatás; telítéses és telítetlen áramköri kapcsolások; TTL, ECL, C-MOS alapkapsuk.
6. Félvezető eszközök gyártástechnológiája. Alapanyag-gyártás, kristálynövesztés; planártechnológia. Ion-implantálás.
7. Információátvitel. AM moduláció, FM moduláció, rádióadó és vevő; TV-jelátvitel, impulzusmoduláció, zajcsökkentő eljárások.
8. A Boole-algebra alapjai, alapvető logikai áramkörök. Boole-algebrai alpműveletek, alaptételek, De Morgan-tételek; billenőkörök.
9. Számláló-regiszterek (bináris, szinkron, aszinkron számlálók; decimális szinkron, aszinkron számlálók; előre-hátra számlálók; léptető regiszterek, soros-párhuzamos átalakítók.
10. Memóriák. Aktív tároló elemek tárolók szervezése, ROM-ok különböző típusai.
11. Mikroprocesszorok. Mikroprocesszorok elvi felépítése, belső szervezésük; egy példa a felhasználásukra.
12. I/O áramkörök. Szinkron, aszinkron I/O áramkörök; vonaladók, vonalvevők; AD és DA átalakítók.
13. Számítógép perifériák (mágneses és optikai tárolók, billentyűzet, monitorok, nyomtatók).
14. Vezérlés, szabályozás. Vezérlés és szabályozás fogalma, felosztás. A hatáslánc elemei, analóg és digitális számológépek szabályozástechnikai felhasználása.
15. Magfizikai mérőmőszerek. Előerősítők, lineáris formáló erősítők, időzítő áramkörök, egyes sokcsatornás amplitúdó- analízátorok, detektor-tápegységek.
16. Optoelektronika alapjai. Fénykibocsátó félvezető elemek félvezető fényelektromosátalakítók; optocsatolók, kijelzők.
17. Tápegységek. Soros, párhuzamos szabályozás; impulzus-üzemő tápegységek; DC-DC átalakítók.

Irodalom:

Weizierl–Drogs: *Lerbuch der Nuklear Elektronik*, Springer Verlag Berlin, 1970.;

U. Tietze–Cn. Schenk: *Analóg és digitális áramkörök*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.;

M.G. Grinich–J. Jackson: *Példák integrált áramkörök alkalmazására*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1980.;

Marshik I.: *Mikroprocesszorok, mikrogépek SZÁMOK*, Budapest, 1979.;

Csákány–Vajda: *Mikoszámítógépek* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976.;

D. Seitzer: *Számítógéptárak*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1979. *Nuclear electronics laboratory manual*, IAEA-TECDOC-530, Vienna, 1989.

III. Kvantumelmélet

1. A kvantummechanika kísérleti alapjai.
2. A kvantummechanika matematikai alapjai, posztulátumok. Diszkrét és folytonos spektrumú operátorok.
3. Reprezentáció-elmélet, képek.
4. Fizikai mennyiségek mérése.
5. Megmaradási tételek.
6. Perdület a kvantummechanikában.
7. Szimmetriák elmélete, szimmetria-csoportok.
8. Időtől független problémák megoldásának módszerei.
9. Időtől függő problémák megoldásának módszerei.
10. Többtestprobléma. Azonos részecskék.
11. Kvantumstatisztikák.
12. Atomok állapotai.
13. Molekulák állapotai.
14. Szilárd testek állapotai.
15. A rugalmas és a nem-rugalmas szórások elmélete. Rezonanciák.
16. Részecskék külső elektromos és mágneses térben.
17. Relativisztikus kvantummechanika.
18. Terek kvantálása.
19. Az elektromágneses mező kvantumelmélete.
20. Kvantum-elektrodinamika.

Irodalom: D.I. Blohincev A kvantummechanika alapjai, Tankönyvkiadó, Budapest, 1952.;
P.A.M. Dirac: The Principles of Quantum Mechanics, Clarendon Press, Oxford, 1947.;
Gombás P.–Kisdi D.: Bevezetés az elméleti fizikába 2., Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971.;
W. Heitler: A sugárzás kvantumelmélete, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1959.;
Kapuy E.-Török F.: Az atomok és molekulák kvantumelmélete., Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975.;
Ladik. J.: Kvantumkémia, Műszaki Kiadó, Budapest. 1969.;
L.D. Landau-E.M. Lifsic: Elméleti fizika III, Kvantummechanika, Tankönyvkiadó; Budapest, 1978.;
L.D. Landau-E.M. Lifsic: Elméleti fizika IV, Relativisztikus kvantumelmélet, Tankönyvkiadó Budapest, 1979.;
L.D. Landau-E.M. Lifsic: Elméleti fizika IV, Statisztikus fizika, Tankönyvkiadó, Budapest 1981.;
A. Messiah: Quantum Mechanics 1,2, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1961.;
J.M. Ziman: Elements of Advanced Quantum Theory, Cambridge University Press, Cambridge, 1969.

IV. Magfizika

1. Töltött részek kölcsönhatása anyaggal.
Ütközési és sugárzási energiaveszteség; hatótávolság–energia-összefüggések; straggling, irány-szórás, töltés-cserék.
2. γ -sugárzás kölcsönhatása anyaggal.
A sugár-gyengüléssel kapcsolatos tapasztalati tények, alapfogalmak; abszorpciós mechanizmusok, foto-, Compton-hatás, párkeltés; kísérő jelenségek, karakterisztikus Röntgen-sugárzás, Auger-elektronok.
3. Gáztöltésű és félvezető detektorok és spektrométerek.
Működési elvek; konkrét típusok, alapvető tulajdonságaik; az energiafelbontást befolyásoló tényezők; technológiai vonatkozások; speciális célú detektorok és spektrométerek.
4. Szcintillációs detektorok és spektrométerek.
Működési mechanizmusok; fénybegyűjtés és vezetés; fotoelektron-sokszorozók; a különböző típusú γ -spektrométerek összehasonlítása (felbontás, határfok); szcintillációs spektrumok jellegzetes komponensei.
5. Nyomdetektorok.
Magfizikai fotoemulziók; szilárdtest-nyomdetektorok; alapanyagok, nyomképződés és feltárás; kiértékelési módszerek, alkalmazások; ködkamrák (expanziós, diffúziós); buborék-kamra Cserenkov-detektor; szikra- és streamer-kamra.
6. Lineáris gyorsítók.
Kaskád-, Van de Graaff- és nagyenergiájú lineáris gyorsítók működési elve. Feszültségés, nyalábstabilitási kérdések, ionforrások, céltárgy-problémák, kollektív gyorsítók.
7. Ciklikus gyorsítók.
Működési alapelvek; térindex betatron-oszcillációk; gyenge fókuszálású gyorsítók osztályozása; erős fókuszálású gyorsítók; izokron ciklotronok.
8. Atommag.
Atommagok összetétele, elektromos és barion- töltése; tömege és kötési energiája; spinje és mágneses dipólmomentuma; mérete, alakja és elektromos kvadropólmomentuma; paritása. Alapállapot és gerjesztett állapotok.
9. Magerők.
A magerők tulajdonságai és elmélete; deuteron-probléma; nukleon-nukleon szórás; az elemi részek fizikájának alapjai.
10. Magmodellek.
Cseppmodell; Fermi-gáz modell; héjmodell; kollektív modell.
11. Magreakciók.
A magreakciók általános tulajdonságai és törvényei. Töltötttrész- és nehézion-reakciók. Reakciótípusok; megmaradási tételek és kiválasztási szabályok; Coulomb-gát, centrifugális gát; hatásuk töltött részecskékre illetve neutronokra; nevezetes töltötttrész-reakciók; direkt reakciók magspektroszkópiai alkalmazása; nehézion-reakciók, magasan gerjesztett állapotok bomlása, az Yrast-vonal.

12. Radioaktivitás.
A radioaktív bomlás általános törvényei; α -, β -bomlás és spontán hasadás; és késleltetett nukleon-emisszió; a mag γ -sugárzása.
13. Az α -bomlás; spontán hasadás.
Radioaktív bomlási sorok, időfüggés; kiválasztási szabályok; az α -bomlással kapcsolatos tapasztalati tények; a bomlás értelmezése; a proton- és neutron-radioaktivitás.
14. A β -bomlás.
A neutrínó; paritásvioláció gyenge kölcsönhatásokban. Tapasztalatok; a megengedett β -spektrum értelmezése; a neutrínó kísérleti kimutatása kölcsönhatási mechanizmusok a β -bomlásban; paritásvioláció, kísérleti bizonyítékok.
15. Elektromágneses átmenetek az atommagban.
Az átmenetek típusai; multipolaritás, kiválasztási szabályok; átmeneti valószínűségek, a Weisskopf-becslés; a magizoméria, az izomér szigetek értelmezése a héjmodell alapján; a Coulomb-gerjesztés.
16. Neutron-reakciók.
A közbenső mag nívói, a statisztikus modell és az optikai modell. Neutron-hatáskeresztmetszetek, csoportosításuk, mérések. A közbenső mag nívóinak sűrűség és szélességeloszlása a feketemagmodell mint az optikai modell szélső esete.
17. A kétnukleon rendszer.
A deuteron tulajdonságai és értelmezése; nukleon–nukleonszórás kis és nagy energiákon, fenomenológiai potenciálok; a magerők jellegének függése a közvetítő mezonok tulajdonságaitól.
18. Az elemi részek.
Csoportosításuk. A szimmetria-transzformációk szerepe a tapasztalatok értelmezésében. Részecskék keletkezése és bomlásmódja, kiválasztási szabályok; ritkaság, izospin, hipertöltés; a hadronok Gell–Mann-féle rendszerezése; az omega-mínusz felfedezése, bomlásmódja.

Irodalom: K.N. Muhin, Kísérleti magfizika, Tankönyvkiadó, 1985.;

Györgyi Géza: Elméleti magfizika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.;

L. Eisenbud,–G.T. Garvey–E.P. Wigner: Az atommag- szerkezete, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969.;

Kiss D., Kajcsos Zs.: Nukleáris technika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.

A. Bohr–B.R. Mottelson: Nuclear structure I-II., Benjamin Inc., New York, 1969.;

J. Csikai, Handbook of fast neutron generators, vol. I-II. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida 1987.

V. Molekulafizika

1. Azonos részecskék. Pauli-elv, szimmetrikus és antiszimmetrikus állapotok, kicserélődési energia, Slater-determináns, betöltési szám-reprezentáció.
2. Kvantummechanikai többtest-probléma közelítő módszerei.
3. Többelektronos atomok. Önkonzisztens tér, finomszerkezet, periódusos rendszer.
4. Az elektronállapotok szimmetriatulajdonságai.
5. Az elektronok és magok mozgásának szétválasztása.
6. Molekulák elektronszerkezetének számítása.
7. Molekulaszerkezet kísérleti vizsgálata. Spektroszkópiai módszerek, ORD-OW, NMR, ESR, Mössbauer tömegspektroszkópia, ESCA belső konverzió, Auger-elektron spektroszkópia.
8. Azonos magú kétatomos molekulák. Kovalens kötés, molekulapálya, Heitler–London közelítés, HH.
9. Különböző magú kétatomos molekulák. Vegyértékkötés-módszer, elektronegativitás.
10. Többatomos molekulák. LCAO, lokalizált és delokalizált pályák, benzol, hibridizáció, CH, HO.
11. Komplex molekulák.
12. Molekulák kölcsönhatásai. Van der Waals-, dipólus-kölcsönhatás, hidrogénkötés, víz szerkezete.
13. Óriásmolekulák. DNS, genetikus kód, fehérjék, másodlagos és harmadlagos térszerkezet.
14. Polimerek Elektronszerkezet, fluktuációk, fázisátalakulások, szimmetriasértés.
15. Molekulák elektromos tulajdonságai.
16. Molekulák mágneses tulajdonságai.
17. Molekulák optikai tulajdonságai.
18. Molekulák forgási és rezgési színeképe.
19. Molekulák elektronszíneképe.
20. Reakciókinetika. Reakciósebesség, aktivitási energia, katalízis; fázisok keletkezésének sebessége; polimerizáció; kémiai reakciók az élő szervezetben.

Irodalom:

- Kapuy E.– Török F.: Az atomok és molekulák kvantumelmélete, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975.;
- G. Herzberg: Molekulaszíneképek és molekulaszerkezet, I,II, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1956. 1959.;
- Ladik J.: Kvantumkémia, Műszaki Kiadó, Budapest, 1969.;

Náray-Szabó Gábor: Kvantumkémia, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.;

Máté János: Molekula-spektroszkópia és kvantumkémiai számítások, Tankönyvkiadó, Budapest, 1982.;

J.C.P. Schwarz: Fizikai módszerek a szerves kémiában, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.;

J.C. Slater: Quantum Theory of Molecules and Solids, I, McGraw-Hil Inc., New York, 1963.;

R.G. Parr: Quantum Theory of Molecular Electronic Structure, Benjamin, New York, 1963.;

H. F. Schaefer III ed.: Modern Theoretical Chemistry, Vol. 3, Methods of Electronic Structure Theory, Plenum Press, New York, 1977.;

G.A. Segal, ed.: Modern Theoretical Chemistry, Vol. 7, Semiempirical Method of Electronic Structure Calculation, Part A: Techniques, Plenum Press, New York, 1977.;

G.A. Segal, ed.: Modern Theoretical Chemistry, Vol. 8, Semiempirical Method of Electronic Structure Calculation, Part B: Applications, Plenum Press, New York, 1977.;

H.F. Schaefer: The Electronic Structure of Atoms and Molecules, Addison-Wasley, Reading, Mass., 1972.;

I. Kovács: Rotational Structure in the Spectra of Diatomic Molecules, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969.

VI. Részecskefizika

1. Az elemi részecskék osztályozása.
Fermionok: leptonok, kvarkok; bozonok: fotonok, gluonok, közvetítő bozonok.
2. Összetett részecskék osztályozása.
Barionok, mezonok; atommagok; atomok, molekulák.
3. A részecskék tulajdonságainak mérése.
Tömeg, töltés, spin, mágneses momentum, paritás, izospin, ritkaság, bájosság, élettartam.
4. Részecskegyorsítók.
Lineáris gyorsító, ciklotron szinkrotron, tároló gyűrű.
5. Részecskedetektorok.
Gáztöltésű detektorok, szcintillációs számláló, fotoemulzió, Cserenkov-számláló, streamer-kamra, E-dE detektor, buborékkamra.
6. Szórás kísérletek.
Rugalmas szórás, rugalmatlan szórás, kicserélő szórás, polarizáció.
7. Alapvető kölcsönhatások.
Erős, elektromágneses, gyenge, gravitációs kölcsönhatás.
8. A klasszikus térelmélet alapjai.
Lagrange-függvény, téregyenletek.
9. Szimmetria-transzformációk, megmaradási tételek.
Energia-impulzus tenzor, impulzusmomentum töltés, izospin.
10. A terek kvantálása.
Kanonikus kvantálás, Feynman-féle pályaintegrálos kvantálás.
11. Szórás mátrix, Feynman-gráfok.
12. Hadronspektroszkópia.
Barionok és mezonok tulajdonságainak kísérleti meghatározása.
13. A hadronok szerkezete.
Mélyen rugalmatlan lepton-szórás, szerkezet-függvény, kvarkmodell.
14. A hadronok zsák- és húrmodelljei. Regge-trajektóriák.
15. Magerők. Yukawa modell: nukleáris kölcsönhatás mezoncsere útján.
16. Mérték-transzformációk (Abeli és nem-Abeli).
17. A kvantum-elektrodinamika alapjai.
18. A kvantum-színdinamika alapjai.
19. Az elektromágneses és gyenge kölcsönhatás egyesített elmélete (Weinberg–Salam).
20. Renormálás.
Vákuumpolarizáció; Lamb-eltolódás, anomális mágneses momentum.

Irodalom:

K.N. Muhin: Kísérleti magfizika, Tankönyvkiadó, 1985.;

Kiss D., Kajcsos Zs.: Nukleáris technika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.;

L.D. Landau–E.M. Lifsic: Elméleti fizika IV. Relativisztikus kvantumelmélet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1979.;

G. Heber–G. Weber: A modern kvantumfizika alapjai, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.;

A.J. Ahiezer–V. Bereszteckij: Kvantumelektrodinamika, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1961.;

N.N. Bogoljubov–D.S. Sirkov: Kvantovüje polja Nauka Moszkva 1980.;

A.J. Ahiezer–Sz. V. Peletminszkij: Polja i fundamentalnütje vzajmogyejsztvija, Naukova Dumka, Kiev, 1986.

VII. Szilárdtestfizika

1. Ideális kristályok.
A kristályok geometriai alapfogalmai, szimmetriák, reciprokrács, egyszerű kristály-szerkezetek.
2. Szerkezetvizsgáló módszerek.
Elhajlás kristályon, röntgen-, elektromos, és neutrondiffrakció; elektronmikroszkóp.
3. Kristályhibák.
Ponthibák vonalhibák felületi és térfogati hibák; a hiba hatása az anyag paramétereire, hibavizsgáló módszerek, rendezetlen anyagok.
4. A translációs szimmetria következményei.
Kváziimpulzus és megmaradása, adiabatikus szétcsatolás, kvázirészecskék.
5. Rácsrezgések.
Fononok a szilárdtestben a fononok kölcsönhatása sugárzási térrel, normál koordináták, diszperziós reláció.
6. Elektronállapotok szilárdtestben.
Bloch-függvények, lokalizált állapotok, sáv szerkezet számítás, állapotsűrűség Fermi-energia, effektív tömeg.
7. Fermi-felület kísérleti meghatározása.
Ciklotron rezonancia, nyílt és zárt pályák, De Haasvan–Alphen-hatás.
8. Termikus tulajdonságok.
Fonongáz fajhője, elektronfajhő, hőtágulás.
9. Vezetési jelenségek.
Boltzmann-egyenlet, relaxációs idő, kváziszabad elektron-modell, szórás mechanizmusok.
10. Szupravezetés.
Meissner-jelenség, behatolási mélység, koherenciahossz, mágneses tér elsődleges és másodlagos szupravezetőkben, BCS-elmélet alapjai, fluxuskvantálás.
11. Para- és diamágnesség.
Klasszikus elmélet, lokalizált momentumok para- ill. diamágnességre; vezetési elektronok Landau-féle diamágnessége és a Pauli-féle paramágnesség.
12. Ferromágneses anyagok.
Weiss-féle fenomenológikus elmélet, domének, anizotropia, mágnesezési görbe.
13. Mágneses kölcsönhatások modelljei.
Kicserélődés; Heisenberg-, Ising- és Stoner-modell spinhullámok magnonok.
14. A szilárd anyagok lokális vizsgálata.
Mössbauer-effektus, NMR, pozitron-szétsugárzás.
15. Félvezetők elektromos és termikus tulajdonságai.
Félvezetők sáv szerkezete, mozgékonyág extrinzik és intrinzik vezetés, lokalizált nívók, félvezetők elektronfelhője.

16. Félvezető elemek működése, pn-átmenet, tranzistorhatás, lavinajelenségek.
17. Vezetők és félvezetők elektromos vezetőképességének hőmérséklet függése.
18. Szilárdtestek optikai tulajdonságai. Optikai állandók, abszorpció és reflexió spektrum.
19. Integrált áramkörök technológiájának elemei.
20. A folyadékok szerkezetéről.

Irodalom:

- C. Kittel: Bevezetés a szilárdtest-fizikába, Műszaki Kiadó Budapest, 1982.;
- J.M. Ziman: Principles of the Theory of Solids Cambridge, University Press, 1965.;
- P.Sz. Kirijev: Félvezetők fizikája, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.;
- Verő J.–Káldor M.: Fémten, Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.;
- W.A. Harrison: Pseudopotentials in the Theory of Solids, North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1975.

VIII. Termodinamika és statisztikus fizika

1. A termodinamika nulladik és első főtétele.
2. A termodinamika második és harmadik főtétele.
3. Termodinamikai potenciálok.
4. A termodinamikai egyensúly (egy- és többfázisú rendszerek).
5. Termodinamikai folyamatok az egyensúlyi állapot közelében (Onsager-relációk).
6. Statisztikus sokaságok (mikrokanonikus, kanonikus és makrokanonikus sokaságok).
7. Kvantummechanikai sokaságok (tisztasokaság, vegyes sokaság, sűrűségmátrix)
8. Ideális és reális gázok (állapotegyenlet).
9. Kinetikus gázelmélet (Maxwell-Boltzmann-eloszlás, az ekvipartíció törvénye).
10. Fermi-rendszerek (a szabadelektron-gáz).
11. Bose-rendszerek (hőmérsékleti sugárzás).
12. Szilárdtestek fajhője (fononok; Einstein-modell Debye-modell).
13. Fázisátalakulások (kritikus jelenségek).
14. Transzportfolyamatok (diffúzió hővezetés, elektromos vezetés).
15. Boltzmann-egyenlet (lokális megmaradási tételek).
16. Markov-folyamatok és master-egyelet.
17. Bown-mozgás (Langevin-egyenlet).
18. Fluktuációk; a fluktuáció-disszipáció tétele.
19. Nemlineáris rendszerek (instabilitások, önszerveződés)
20. A káosz.

Irodalom:

- H.B. Callen: Thermodynamics, John Wiley and Sons, New York 1960.
Fényes Imre: Termosztatika és termodinamika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest; 1968;
Gyarmati István: Nemegyensúlyi termodinamika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1967.;
R.K Pathria: Statistical Mechanics, Pergamon, Oxford, 1972.;
L.D. Landau–Z.M. Lifsic: Statisztikus fizika I.-II. Budapest, 1984.;
A. Münster: Statistical Thermodynamics, Springer Verlag, 1963.;
M. Haken: Bevezetés a szinergetikába, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1982.;
H.E. Stanley: Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena, Clarendon Press, 1971.;
R. Kubo–H. Ichimura–T. Usui–N. Hashitsume: Statisztikus mechanika példákkal és feladatokkal, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1976.