

MSC ALKALMAZOTT FIZIKA SZIGORLAT

Tételek

1. tétel

Kvantummechanika alapjai és relativisztikus kvantummechanika

Ismertesse a kvantummechanika posztulátumait. A hidrogénatom és a hidrogénmolekula kvantummechanikai tárgyalása. Egyszerű mechanikai problémák kvantummechanikai tárgyalása. A hidrogénatom relativisztikus tárgyalása. A spin-pálya kölcsönhatás.

Félvezetők optikai tulajdonságai

Alapok, rekombinációs mechanizmusok: sugárzásos rekombináció, rekombináció nívón keresztül. A világító dióda (LED) működése, alkalmazásai. A lézerdióda fizikája és gyakorlati megvalósítása. Rétegszerkezetek félvezetőkből: epitaxia, hetero-szerkezet, rácsillesztés. A félvezetőlézerek alkalmazásai.

2. tétel

Közelítő módszerek a kvantummechanikában

Az időtől független és az időfüggő perturbáció-számítás. Példák: Hidrogénatom homogén elektromos térben, Stark effektus, az elektromágneses sugárzás kölcsönhatása atomokkal. Variációs elvek. Hartree-Fock módszer és alkalmazása.

Fény és anyag kölcsönhatása, lézerek

Feketetest sugárzása. Spontán emisszió, indukált emisszió, és abszorpció. Energia szintek, populáció inverzió. Lézerek, rezonátorok, erősítés, pumpálás. Rövid impulzusok előállítása. Holográfia.

3. tétel

Atomok elektronszerkezete

A tömegközéppont mozgásának leválasztása. Atomok elektron-állapotai. Az atomok elektronállapotát jellemző fizikai mennyiségek. Az atomok elektronállapotainak osztályozása. A felépítési elv és a periodikus rendszer. A Hund-szabály. Zeeman effektus.

Optikai és optoelektronikai eszközök

Egyszerű optikai eszközök: nagyító, mikroszkóp, távcső. Interferométerek. Fényforrások. Detektorok. Elektro-optika és akusztó-optika.

4. tétel

Molekulák elektronszerkezete

Molekulák elektronállapotai és azok osztályozása. Molekulapályák. A szimmetria alkalmazása molekulák elektronállapotainak leírásában. Kötő és lazító pályák. Hibridpályák. Kovalens és ionos kötés. Konjugált molekulák.

Napelemek, detektorok, MOS (Metal Oxid Semiconductors) szerkezetek

A hatásfok növelésének lehetőségei, újdonságok, új anyagok, új szerkezetek. CCD elv és eszköz. A téreffektus. Reális MOS szerkezetek: záró réteges tervezérelt tranzisztor (JFET), fém-oxid-félvezető tranzisztor (MOSFET), MOS tranzisztor.

5. tétel

Spektroszkópia

Kiválasztási szabályok.

Többatomos molekulák rotációja. Többatomos molekulák vibrációja. Csoportelmélet és molekularezgések. Raman-, fluoreszcencia, NMR és ESR spektroszkópia.

Lézer spektroszkópia. Atomok hűtése és csapdába ejtése. Atomóra.

Félvezetők sáv szerkezete, elektronok mozgása külső és belső terekben

Kristályszerkezet és szimmetriák, Bloch elektron állapot. Sáv szerkezet, pszeudo-potenciál, lokalizált pályák. $k \cdot p$ perturbáció-számítás: vezetési sáv, vegyértéksáv. Effektív Hamilton operátor, effektív tömeg, sekély nívók, mozgás mágneses térben. Külső elektromos terek, kölcsönhatás fényel, kölcsönhatás rácsmozgásokkal. Állapotsűrűség.

6. tétel

Anyagok szerkezete és tulajdonságai

Összefüggés a szerkezet és a fizikai valamint kémiai tulajdonságok között. A kémiai kötések szerepe az anyagok tulajdonságaiban. Erő- és energiaviszonyok a vegyülő atomok között. Első- és másodrendű kötőerők. Amorf és kristályos szerkezet, egykristály, polikristály, allotrópia és polimorfizmus.

Diffrakció

Fresnel-Kirchhoff diffrakció-elmélet. Fresnel- és Fraunhofer diffrakció. Optikai rendszerek felbontóképessége, Rayleigh-kritérium. Diffrakciós rács leírása és hullámhossz szerinti felbontóképessége.

7. tétel

Hibahelyek kristályokban és mechanikai tulajdonságok

Tökéletes és hibahelyes kristályok. Ponthibák, vonalhibák, felületek. Összefüggés a hibahelyek koncentrációja és a rendszer termodinamikai függvényei között. Hibahelyek hatása a mechanikai sajátságokra. Diszlokációk. Szilárdság növelése. Szilárd anyagok keménységének meghatározása.

A fény, mint elektromágneses hullám

Lineáris dielektrikumok leírása, kauzalitás. Kramers-Kronig relációk. Hullámegyenlet és megoldása homogén és inhomogén közegekben. Polarizáció, dielektromos tenzor és kettőstörés. Koherencia.

8. tétel

Diffúzió és fázisegyensúlyok

Diffúziós mechanizmusok szilárd anyagokban, hőmérsékletfüggés. Szegregáció. Diffúzió és kémiai reakció. Fázisegyensúlyok termodinamikai feltétele. Fázisdiagramok. A diffúzió szerepe a szilárd fázisú reakciók kinetikájában. Ötvözetek; eutektikum és intermetallikus vegyületek.

Töltéshordozók eloszlása hőmérsékleti egyensúlyban és transzport jelenségek

Fermi-Dirac statisztika. Intrinsic (sajátvezető) és adalékolt (extrinsic) félvezetők, félszigetelők. Elektronok ütközése a rács tökéletlenségeivel, kinetikus modell, Boltzmann egyenlet. Vezetőképesség, Hall jelenség.

9. tétel

Szén és szilícium az anyagtudományban

A szén és szilícium különleges tulajdonságai, főbb módosulatai, elektronszerkezete. Gyémánt, grafit, fullerén, grafén, szén nanocső, porózus szilícium, amorf szilícium. Nemrég felfedezett szén és szilícium módosulatok, azok alkalmazása.

Inhomogén félvezetők (diffúziós jelenségek), a p-n átmenet

Inhomogén félvezetők, diffúzió, Einstein reláció. Eltérések a hőmérsékleti egyensúlytól. Elektron-lyuk rekombináció, diffúzió és vezetés adalékolt anyagban. A p-n átmenet tulajdonságai egyensúlyban és előfeszítve. Speciális p-n átmenetek.

10. tétel

Polimerek

A szénvegyületek létrejöttének kémiai alapjai. Monomer, oligomer, polimer és ezek tulajdonságai. A polimerek kémiája, molekulásúly, a molekulák alakja és szerkezete. Kristályos polimerek. Olvadás, kristályosodás és üvegesedés polimerekben. Polimer, műanyag, kompozit.

Hullámvezetők, jelterjedés

Hullámvezetők sugároptikai és elektromágneses leírása, módusai és optikai szálak. Diszperzió, hullámcsoportok és csoportsebesség, soliton terjedés. Hullámterjedés optikai vékonyrétegekben, karakterisztikus mátrix. Interferencia-szűrők, vékonyrétegek alkalmazása. Fotonikus kristályok.