

Součásti SZZ a jejich obsah

Státní závěrečné zkoušky zahrnují:

- obhajobu diplomové práce
- prezentaci písemných posudků vedoucího práce a alespoň jednoho oponenta s návrhy klasifikace práce
- ústní část zkoušky z jednoho předmětu obecného základu a ze dvou předmětů odborného zaměření studijního programu:
 - Předmět obecného základu studijního programu: **Teorie pevných látek**
 - Odborný profilující předmět **Fyzika pevných látek**
 - Odborný profilující předmět **Vlastnosti pevných látek**.

Předmět **Teorie pevných látek** státních závěrečných zkoušek má tyto okruhy otázek:

1. Schrödingerova rovnice pro soustavu částic tvořících pevné látky. Adiabatická aproximace popisu podsystemů elektronů a jader, resp. iontů pevných látek. Jednoelektronová aproximace. Hartreeho - Fokova metoda autokonsistentního pole. Výměnná interakce mezi elektrony.
2. Blochova teorie pohybu elektronů v periodickém elektrickém poli krystalu. Brillouinovy zóny. Bornovy – Kármánovy podmínky pro konečný krystal. Pásový charakter energetického spektra elektronů. Tenzor reciproké efektivní hmotnosti elektronů a děr. Fermiho energie, Fermiho plocha. Základní charakterizace látek podle hustoty kvantových stavů elektronů.
3. Metody přibližného popisu vlnové funkce a energie elektronů v periodickém elektrickém potenciálu. Metoda téměř volných elektronů. Metoda těsně vázaných elektronů. Metoda rozšířených rovinných vln (APW). Metoda ortogonalizovaných rovinných vln (OPW). Metoda pseudopotenciálů.
4. Teorie funkcionálu elektronové hustoty (DFT), variační teorém Hohenberga a Kohna, Kohnovy-Shamovy rovnice, aproximace lokální hustoty (LDA).
5. Lokalizované stavy elektronů v krystalech s poruchami. Popis elektronů pomocí Wannierových funkcí. Mělké a hluboké lokalizované hladiny v energetickém spektru elektronů. Donorové a akceptorové stavy elektronů v polovodičích. Excitony.
6. Dynamika jednoduché a složené krystalické mřížky. Harmonická aproximace kmitů iontů. Akustické a optické vlnové větve. Normální souřadnice kmitající krystalové mříže. Kvantová teorie hamiltoniánu nezávislých harmonických oscilátorů. Kreační a anihilační operátory kvazičástic fononů. Boseho statistika fononů a termodynamika krystalů. Tepelná kapacita krystalů. Anharmonismus kmitů iontů a teplotní roztažnost pevných látek.
7. Interakce vodivostních elektronů s fonony. Elektrická vodivost. Polarony. Elektronový plyn s coulombovskou interakcí. Plazmony.
8. Vlastnosti souboru vodivostních elektronů ve statistické rovnováze. Nerovnovážná rozdělovací funkce. Boltzmannova kinetická rovnice. Základní transportní jevy ve vnějších polích.
9. Topologické vlastnosti pevných látek. Berryho křivost v recipročném prostoru a její vliv na transport elektronů. Chernovy náboje a Berryho křivost v systému popsáném dvouhladinovým hamiltoniánem.
10. Teorie lineární odezvy. Disperze a absorpce elektromagnetického záření v pevných látkách. Mezipásové a vnitropásové optické přechody v pevných látkách.

Obsah tohoto předmětu státních závěrečných zkoušek je dán předměty studijního programu:

11TPL1,2 -Teorie pevných látek 1, 2

11STPL - Seminář z teorie pevných látek

11SIKL – Počítačové simulace kondenzovaných látek

Předmět **Fyzika pevných látek** státních závěrečných zkoušek má tyto okruhy otázek:

1. Kovová mřížka, uspořádané a neuspořádané systémy, bodové poruchy v kovech, difuze, dislokace v jednoduchých mřížkách a jejich pohyb, krátko- a dalekodosahové interakce dislokací.
2. Tuhnutí čistých kovů a binárních slitin, eutektické a peritektické přeměny, přeměny v pevné fázi, bezdifuzní fázové transformace, rekrystalizace.
3. Vlastní polovodič, příměsový polovodič, částečně kompenzovaný a degenerovaný, teplotní závislost pohyblivosti nosičů, Hallův jev, magnetooporový jev, termoelektrický, Peltierův a termomagnetický jev.
4. Vedení proudu v polovodičích při velmi nízkých teplotách, vodivost v příměsových pásech a vodivost přeskokem elektronů, vliv vysokých elektrických polí na přenos náboje v polovodiči, elektrony a díry v nerovnovážném stavu, ambipolární pohyblivost, difúzní délka.
5. Kinetika rekombinačních dějů, fotoelektrické vlastnosti polovodičů, mechanismy fotoelektrické vodivosti.

6. Nehomogenní polovodičové systémy, Boltzmannova rovnováha, vnitřní elektrické pole, přechod PN, strmý, pozvolný, kontakt kov – polovodič.
7. Mechanizmy polarizace dielektrik, fyzikální význam a určování reálné a imaginární části relativní permitivity, Kramersovy – Kronigovy relace. Kvantová teorie polarizace. Optické vlastnosti dielektrik.
8. Hlavní a vázané jevy v dielektrikách z hlediska termodynamické teorie, průraz dielektrik. Feroelektrika, fázové feroelektrické přechody, měkký mód, Ramanův rozptyl, doménová struktura feroelektrik. Multiferoika, magnetoelektrická vazba. Aplikace feroických materiálů v technice.
9. Gibbsova definice povrchu: termodynamický a geometrický popis, specifická volná energie povrchu, 2D mřížka v přímém a reciprokém prostoru, povrchové elektronové stavy, výstupní práce elektronu, supermřížky a elektronové minipásky, magnetické multivrstvy a obří magnetoresistence, povrchové fonony a plazmony.
10. Nepružný rozptyl elektronů, spektroskopie sekundárních elektronů (Augerův proces, AES, emise fotoelektronů, XPS, UPS), metody SIMS, hmotnostní spektroskopie s Cs ionty, adsorpce na povrchu (physisorpce, chemisorpce, segregace), epitaxní růst vrstev, typy růstu, metody růstu vrstev, popis orientace krystalové struktury vrstvy.

Obsah tohoto předmětu státních závěrečných zkoušek je dán předměty studijního programu:

11KOV - Fyzika kovů

11POL - Fyzika polovodičů

11DIEL - Fyzika dielektrik

11FYPO – Fyzika povrchů a rozhraní

Předmět **Vlastnosti pevných látek** státních závěrečných zkoušek má tyto okruhy otázek:

1. Šíření elmg. vln v látkovém prostředí, chování vln na rozhraní dvou prostředí, Fresnelovy rovnice pro izotropní a anizotropní prostředí, optické vlastnosti jednoosých a dvojosých krystalů, optická indikatrix, lom světla na rozhraní vzduch – anizotropní prostředí.
2. Optické vlastnosti dielektrik v ultrafialové, viditelné a infračervené oblasti spektra, foton – elektronová a fonon – elektronová interakce. Pravděpodobnosti absorpčního a emisního přechodu, Fermiho zlaté pravidlo, přímé a nepřímé mezipásové přechody, výběrová pravidla. Luminiscence, vlastnosti, model konfiguračních křivek, Frankův-Condonův princip. Průběh emisních a excitačních spekter, optika termodynamicky nerovnovážných prostředí, lasery.
3. Optické vlastnosti kovů, plazmová reflexní hrana. Drudeův–Lorentzův model, mezipásové přechody v kovech, spektrální závislost odrazivosti. Povrchové plasmony, disperse povrchových plasmonových polaritonů.
4. Kvantové jevy v nízkorozměrných strukturách (1D, 2D, 3D), energie elektronů, vlastnosti nekonečné a konečné potenciálové jámy, absorpce a excitony, výběrová pravidla. Nelineární optika, polarizační vlny, nerezonanční a rezonanční nelineární efekty, Millerova rovnice. Nelineární směšování frekvencí, generace 2. harmonické, vlnová synchronizace. Elektro- a magneto-optický jev, elektro- a magneto-optické modulátory světla.
5. Fundamentální magnetické interakce, výměnná interakce, spin-orbitální interakce a Zeemanova interakce
6. Diamagnetismus, paramagnetismus, feromagnetismus, antiferomagnetismus a feromagnetismus v pevných látkách, Weissova teorie efektivního pole, kvantová teorie feromagnetismu, magnony, teplotní závislost spontánní magnetizace.
7. Mikromagnetický popis látek, příspěvky k celkové magnetické energii, magnetizační procesy, magneticky tvrdé a měkké materiály, precese magnetických momentů, magnetická rezonance a relaxace, Landau-Lifshitz-Gilbertova rovnice.
8. Základy elastodynamiky kontinua, elastodynamická rovnice a její obecné řešení - šíření vln a kmitání, klasifikace dynamických jevů v pevných látkách, geometrické aspekty šíření vln, energetické toky, Huygensův a Fermatův princip.
9. Teoretický popis útlumu elastických vln v materiálech, definice koeficientu útlumu, Christoffelova rovnice s komplexními parametry, definice relaxačního času a relaxační útlum, termoelastický útlum v materiálech s teplotní roztažností, útlum smykovým pohybem dislokací (teorie Granato-Lücke).
10. Základní modely pohybu fázových rozhraní v materiálech, Stefanův problém, pohyb fázového rozhraní v teplotním gradientu, růst precipitátu z přesyceného tuhého roztoku, vysokorychlostní dynamika křehkých lomů, Brobergův problém.

Obsah tohoto předmětu státních závěrečných zkoušek je dán předměty studijního programu:

11OPX - Optické vlastnosti pevných látek

11MAGN – Magnetické vlastnosti pevných látek
11VDM - Vnitřní dynamika materiálů