

NAZIV PREDMETA		Fizika čvrstog stanja					
Kod	PMP201	Godina studija	1 D ili 2 D				
Nositelj/i predmeta	prof. dr. sc. Ivica Aviani	Bodovna vrijednost (ECTS)	6				
Suradnici	Viktor Cikojević	Način izvođenja nastave (broj sati u semestru)	P	S	AV	LV	KV
			30	0	30	0	0
Status predmeta	Obavezni	Postotak primjene e-učenja	20				
OPIS PREDMETA							
Ciljevi predmeta	Upoznavanje studenata s osnovnim konceptima fizike kondenzirane materije utemeljenih na spoznajama statističke fizike i kvantne mehanike, korištenjem pretežno poluklasičnog opisa. Očekuje se kvalitativno razumijevanje eksperimentalno opaženih pojava u kristalima na temelju mikroskopskih fizičkih modela te sposobnost kvantitativnog opisa i rješavanja problema pomoću odgovarajućeg matematičkog formalizma.						
Uvjeti za upis predmeta i ulazne kompetencije potrebne za predmet	Kvantna mehanika Statistička mehanika						
Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (4-10 ishoda učenja)	<ul style="list-style-type: none"> • Opisati osnovne kristalografske sustave i operacije simetrije. • Objasniti svojstva međuatomskih veza u kristalima. • Analizirati spektralne funkcije fonona te doprinose toplinskom kapacitetu i toplinskom širenju kristala. • Odrediti i diskutirati ovisnost elektronskog toplinskog kapaciteta o temperaturi. • Objasniti elektronska svojstva metala te vezu elektronske i toplinske vodljivosti. • Objasniti energijski spektar elektrona u periodičnom potencijalu te svojstva elektronske šupljine i elektrona. • Analizirati doprinose električnom otporu metala. • Objasniti električna svojstva poluvodiča. • Objasniti atomski magnetizam i magnetizam tvari. • Objasniti pojavu i svojstva supravodljivog stanja. • Objasniti osnovne eksperimentalne tehnike u fizici kondenzirane materije. 						
Sadržaj predmeta detaljno razrađen prema satnici nastave	<p>1. tjedan: Uvodni sat (upoznavanje i predstavljanje, opis načina rada, obaveza i vrednovanja postignuća na kolegiju, opis područja Fizike čvrstog stanja, uloga fizike kondenzirane materije u razvoju tehnologije i civilizacije, osnovne eksperimentalne metode).</p> <p>2. tjedan: Kristali i kristalne strukture (vrste kristala, kristalna rešetka, elementarna ćelija, operacije simetrije, kvazikristali, Bavaisove rešetke).</p> <p>3. tjedan: Kristalne rešetke i defekti (kristalne rešetke, recipročna rešetka, direktni i impulsni prostor, difrakcija x-zraka, kristalni defekti, Schottkyjevi defekti, Frankelovi defekti, elementarna pobuđenja).</p> <p>4. tjedan: Međuatomske veze i energija kohezije (kovalentna veza, ionska veza, van der Waalsova veza, vodikova veza, metalna veza).</p> <p>5. tjedan: Titranje jednoatomne linearne kristalne rešetke (valna jednačba, grupna brzina, Brillouinova zona, prebrojavanje valnih brojeva).</p> <p>6. tjedan: Titranje dvoatomne linearne kristalne rešetke (titranje kristalne rešetke s dva atoma u primitivnoj rešetki, akustičko titranje, optičko titranje.).</p> <p>7. tjedan: Ionski kristali u elektromagnetskom polju, dipolni moment atoma, polarizabilnost atoma i molekula.</p> <p>8. tjedan: Fononski doprinos toplinskom kapacitetu kristala (akustički i optički fononi, Debyeova i Einsteinova aproksimacija, toplinski kapacitet kristalne rešetke, Dulong-Petitovo pravilo). Toplinsko širenje kristala.</p> <p>9. tjedan: Sommerfeldov model metala (vrste metala i njihova svojstva, Drudeov i Sommerfeldov model metala, Fermijeva energija, gustoća</p>						

	<p>elektronskih stanja, Sommerfeldov razvoj, toplinski kapacitet elektronskog plina).</p> <p>10. tjedan: Elektron u periodičnom potencijalu (Schrödingerova jednadžba elektrona u periodičkom potencijalu, Blochov teorem, elektronske energijske vrpce, elektronska šupljina, efektivna masa, van Hoveovi singulariteti).</p> <p>11. tjedan: Prijenosne pojave (Drudeov model električne vodljivosti, Ohmov zakon, Jouleova toplina, Matthiessenovo i Nordheimovo pravilo, fononski doprinos električnom otporu, vodljivost u vremenski promjenjivom električnom polju, Hallov efekt, toplinska vodljivost, Wiedemann-Franzov zakon)</p> <p>12. tjedan: Poluvodiči (vrste poluvodiča, zonska struktura poluvodiča, poluvodiči s primjesama, elektronska i šupljinska vodljivost poluvodiča)</p> <p>13. tjedan: Atomski magnetizam (spinski i orbitalni magnetski moment, Hundova pravila, atomski paramagnetizam, magnetizacija za $J=1/2$, Brillouinova funkcija, Langevenov atomski dijamagnetizam)</p> <p>14. tjedan Magnetska svojstva tvari (paramagnetizam i dijamagnetizam slobodnih elektrona, kvantna teorija feromagnetizma, magnetske domene i histereza, Weisssova teorija srednjeg polja, antiferomagnetizam, Curie-Weissov zakon)</p> <p>15. tjedan: Supravodljivost (Meissnerov efekt, izotopni efekt, supravodiči tipa I i II, elektron-fonon vezanje, Cooperov par, BCS teorija, supravodljivi procijep, kritična temperatura, kritična struja, Josephsonov efekt)</p>					
Vrste izvođenja nastave:	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> <i>on line</i> u cijelosti <input type="checkbox"/> mješovito e-učenje <input type="checkbox"/> terenska nastava		<input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> (ostalo upisati)			
Obveze studenata	Pohađanje predavanja i vježbi te izrada domaćih zadaća. Za stjecanje prava na potpis student treba nazočiti na najmanje 50% predavanja i vježbi te predati vlastita rješenja za najmanje 50% domaćih zadaća.					
Praćenje rada studenata (<i>upisati udio u ECTS bodovima za svaku aktivnost tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta</i>):	Pohađanje nastave	1,6	Istraživanje		Praktični rad	
	Ekspérimentalni rad		Referat		Domaće zadaće	0,5
	Esej		Seminarski rad		(Ostalo upisati)	
	Kolokviji	0,9	Usmeni ispit	2,6	(Ostalo upisati)	
	Pismeni ispit	0,4	Projekt		(Ostalo upisati)	
Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu	<p>Vrednovanje aktivnosti i postignuća studenta sastoji se od elemenata koji se boduju kako slijedi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pohađanje nastave do 10 bodova • rješavanje domaćih zadaća do 10 bodova • pismeni ispit do 30 bodova • usmeni ispit do 50 bodova. <p>Pismeni dio ispita sastoji se od zadataka koje je potrebno riješiti, a može se položiti i tijekom semestra preko dva kolokvija. Uvjet za pristup usmenom ispitu su ispunjeni uvjeti za potpis i položen pismeni ispit. Za prolaz pismenog ispita potrebno je riješiti najmanje 50% zadataka. Za prolaz pismenog ispita preko kolokvija potrebno riješiti najmanje 50% zadataka na oba kolokvija. Usmeni ispit sastoji se od pet pitanja iz različitih sadržajnih cjelina koja se slučajnim izborom izvlače iz unaprijed zadane liste ispitnih pitanja.</p> <p>Ocjenjuje se prema slijedećoj bodovnoj listi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 89 - 100 bodova: izvrstan • 76 - 88 bodova: vrlo dobar • 63 - 75 bodova: dobar • 50 - 62 bodova: dovoljan. 					

	Naslov	Broj primjeraka u knjižnici	Dostupnost putem ostalih medija
Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i putem ostalih medija)	C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 5th edition, John Wiley & Sons, Inc., 197	2	
	V. Šips, Uvod u fiziku čvrstog stanja, Školska knjiga Zagreb, 1991.	2	
Dopunska literatura	G.I.Epifanov, Solid State Physics, MIR Publishers, Moskva 1979.		
Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje utvrđenih ishoda učenja	<ul style="list-style-type: none"> • Vrednovanje postignuća studenata u skladu s očekivanim ishodima • Povratna informacija od studenata putem ankete • Samoevaluacija nastavnika • Institucijske i izvaninstitucijske provjere 		
Ostalo (prema mišljenju predlagatelja)			