

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Fizika čvrstog stanja	
Studijski program	Sveučilišni diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status kolegija	izborni	
Semestar	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	6
	Broj sati (P+V+S)	45+30+0
Nositelj kolegija	Izv. prof. dr. sc. Aleš Omerzu	
Kontakt	aomerzu@phy.uniri.hr	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Po dogovoru, ured O-112	
Suradnik na kolegiju	Daria Jardas Babić, asistentica	
Kontakt	daria.jardas@phy.uniri.hr	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Po dogovoru, ured O-S15	
Jezik izvođenje nastave	hrvatski	
Web stranica kolegija	Portal sustava Merlin (srce.hr)	
Vrijeme i mjesto izvođenja nastave	Prema rasporedu sati objavljenom na mrežnoj stranici Fakulteta za fiziku	
Izravna (učionička) nastava	45P+30V, 100 %	
Virtualna nastava	0 %	
Ispitni rokovi	6. 7. 2027. u 10 h	
	20. 7. 2027. u 10 h	
	14. 9. 2027. u 10 h	

OPIS KOLEGIJA
1.1. Ciljevi kolegija
Ciljevi predmeta je stjecanje osnovnih teorijskih i eksperimentalnih znanja o fizici kondenzirane materije I odnosi se na: kristalnu strukturu (direktna i recipročna rešetka), ogib na kristalu, veze u kristalima, dinamiku kristalne rešetke (fononi), model plina slobodnih elektrona, fermijevu plohu, periodični potencijal, energetska vrpce, dielektrična svojstva kristala (električna i toplinska vodljivost; vodiči, poluvodiči, izolatori), magnetska svojstva kristala (dijamagnetizam, paramagnetizam, feromagnetizam).
1.2. Uvjeti za upis kolegija
/
1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij
1. poznavanje tipova kristalne rešetke, njihovih simetrijskih svojstava i indeksacije kristalnih smjerova i ravnina 2. poznavanje recipročne rešetke i difrakcije na kristalnoj rešetci 3. poznavanje vrsta i prirode vezanja atoma u kristalnim strukturama 4. poznavanje pojma fonon i računanje vibracijskih stanja u jednostavnom modelu dinamike kristalne

rešetke		
5. razumijevanje termalnih svojstava kristala na osnovi fononskog modela		
6. poznavanje temeljnih postavki modela plina slobodnih elektrona, računanje gustoće stanja		
7. kvalitativno određivanje termalnih i električnih svojstva metala na osnovi modela plina slobodnih elektrona		
8. poznavanje energetskih elektronskih stanja u periodičnom potencijalu: Blochove funkcije, energijske vrpce u kristalu te posljedičnih metalnih, poluvodičkih ili izolatorskih stanja kristala		
9. poznavanje termoelektričnog efekta i njegovih manifestacija i uporaba u praksi		
1.4. Sadržaj kolegija		
Kristalna struktura tvari. Tipovi kristalnih rešetki. Rentgenska difrakcija. Recipročna rešetka. Međuatomske sile u kristalima. Kohezivna energija. Vibracije kristalne rešetke. Fononi. Toplinski kapacitet i toplinska vodljivost. Model plina slobodnih elektrona. Fermijeva površina. Gustoća elektronskih stanja. Toplinski kapacitet elektronskog plina. Električna i toplinska vodljivost. Elektronska stanja u periodičnom potencijalu. Blochove funkcije. Elektronska struktura kristala – energijske vrpce. Metali, poluvodiči i semimetali. Dielektrici. Diamagnetizam, paramagnetizam i feromagnetizam.		
1.5. Obvezna literatura		
C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8. izdanje, Wiley, New York, 2005.		
1.6. Dopunska literatura		
/		
1.7. Obveze studenata, ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu		
Sustav ocjenjivanja		
Aktivnost koja se ocjenjuje	Udio aktivnosti u ECTS bodovima	Maksimalan broj bodova
Pohađanje nastave	2,5	/
Aktivnost u nastavi	0,5	10
Samostalni rad	0,5	10
Kontinuirana provjera znanja (kolokviji)	1,0	40
Završni ispit	1,5	40
UKUPNO	6	100
Rad studenta na predmetu se vrednuje tijekom nastave i na završnom ispitu. Ukupan broj postotaka koje student može ostvariti tijekom nastave je 60%, dok na završnom (usmenom) ispitu može ostvariti 40%. Na završnom (usmenom) ispitu student može dobiti bodove prema sljedećim kriterijima:		
1 – 10 bodova - zadovoljava minimalne kriterije,		
11 – 20 bodova - dobar, ali s primjetnim nedostacima,		
21 – 30 bodova – vrlo dobar, s ponekom greškom,		
31 – 40 bodova - iznadprosječan, izuzetan odgovor.		
Ukoliko je završni ispit pozitivan, konačna ocjena određuje se zbrajanjem bodova prikupljenih na svim elementima koji su se procjenjivali i donosi se prema sljedećim kriterijima:		
90 – 100 bodova A Izvrstan (5)		
75 – 89,9 bodova B Vrlo dobar (4)		
60 – 74,9 bodova C Doobar (3)		
50 – 59,9 bodova D Dovoljan (2)		
1.8. Dodatne informacije		
/		

POPIS TEMA PO TJEDNIMA NASTAVE			
Tjedan	Oblik nastave*	Sati	Tema
1.	P1	2	Kristalna struktura.
1.	V1	2	Kristalna rešetka.
2.	P2	2	Recipročna rešetka. Brillouinove zone.
2.	V2	2	Recipročna rešetka.
3.	P3	2	Difrakcija rendgenskog zračenja na kristalima.
3.	V3	2	Difrakcija rendgenskog zračenja na kristalima.
4.	P4	2	Veze u kristalima.
4.	V4	2	Međuatomske veze u kristalima. Kohezivna energija.
5.	P5	2	Dinamika kristalne rešetke. Fononi
5.	V5	2	Prvi kolokvij.
6.	P6	2	Termalna svojstva kristala. Toplinski kapacitet.
6.	V6	2	Kvantna teorija titranja kristalne rešetke. Fononi.
7.	P7	2	Termalna svojstva kristala. Toplinska vodljivost.
7.	V7	2	Anharmonički efekti u kristalu.
8.	P8	2	Model plina slobodnih elektrona.
8.	V8	2	Drugi kolokvij.
9.	P9	2	Toplinski kapacitet plina slobodnih elektrona. Električna vodljivost metala.
9.	V9	2	Drudeova teorija metala.
10.	P10	2	Elektroni u periodičnom potencijalu. Blochove funkcije.
10.	V10	2	Elektron u periodičnom potencijalu. Blochov teorem / Aproksimacija gotovo slobodnih elektrona.
11.	P11	2	Elektronska struktura kristala: metali, semimetali, poluvodiči i izolatori.
11.	V11	2	Prikaz elektronskih vrpca u k-prostoru.
12.	P12	2	Dielektrici
12.	V12	2	Dielektrici
13.	P13	2	Diamagnetizam i paramagnetizam
13.	V13	2	Diamagnetizam i paramagnetizam
14.	P14	2	Feromagnetizam
14.	V14	2	Feromagnetizam
15.	P15	2	Seminar
15.	V15	2	Treći kolokvij.

*Napomena: navesti ukoliko se određeni sat/tema izvodi online

KONSTRUKTIVNO POVEZIVANJE			
ISHODI UČENJA	SADRŽAJ	AKTIVNOSTI ZA NASTAVNIKE I STUDENTE (metode poučavanja i učenja)	METODE VREDNOVANJA
11) Poznavanje tipova kristalne rešetke, njihovih simetrijskih svojstava i indeksacije kristalnih smjerova i ravnina	Kristalna struktura..	Izlaganje Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rasprava Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (aktivnost u nastavi) Analiza studentskih izvješća (zadatak za samostalni rad)
12) Poznavanje recipročne rešetke i difrakcije na kristalnoj rešetci	Recipročna rešetka. Brillouinove zone. Difrakcija rendgenskog zračenja na kristalima.	Izlaganje Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rasprava Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (aktivnost u nastavi) Analiza studentskih izvješća (zadatak za samostalni rad)
13) Poznavanje vrsta i prirode vezanja atoma u kristalnim strukturama	Međuatomske veze u kristalima. Kohezivna energija.	Izlaganje Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rasprava Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (aktivnost u nastavi) Analiza studentskih izvješća (zadatak za samostalni rad)
14) Poznavanje pojma fonon i računanje vibracijskih stanja u jednostavnom modelu dinamike kristalne rešetke	Dinamika kristalne rešetke. Fononi	Izlaganje Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rasprava Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (aktivnost u nastavi) Analiza studentskih izvješća (zadatak za samostalni rad)
15) Razumijevanje termalnih svojstava kristala na osnovi fononskog modela	Termalna svojstva kristala. Toplinski kapacitet. Termalna svojstva kristala. Toplinska vodljivost.	Izlaganje Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rasprava Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (aktivnost u nastavi) Analiza studentskih izvješća (zadatak za samostalni rad)

16) Poznavanje temeljnih postavki modela plina slobodnih elektrona, računanje gustoće stanja	Model plina slobodnih elektrona.	Izlaganje Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rasprava Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (aktivnost u nastavi) Analiza studentskih izvješća (zadatak za samostalni rad)
17) Kvalitativno određivanje termalnih i električnih svojstva metala na osnovi modela plina slobodnih elektrona	Drudeova teorija metala. Toplinski kapacitet plina slobodnih elektrona. Električna vodljivost metala.	Izlaganje Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rasprava Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (aktivnost u nastavi) Analiza studentskih izvješća (zadatak za samostalni rad)
18) Poznavanje dielektričkih svojstava materijala. Izolatori, para, piezo i fero elektrici.	Dielektrici	Izlaganje Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rasprava Samostalni rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (aktivnost u nastavi)
19) Poznavanje magnetskih svojstava materijala. Diamagnetizam, paramagnetizam i feromagnetizam.	Diamagnetizam i paramagnetizam. Feromagnetizam.		