

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Fizika materijala	
Studijski program	Sveučilišni diplomski studij Inženjerstvo i fizika materijala	
Status kolegija	obvezni	
Semestar	3.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	6
	Broj sati (P+V+S)	30 + 30 + 0
Nositelj kolegija	Izv. prof. dr. sc. Robert Peter	
Kontakt	e-mail: rpeter@uniri.hr, tel: 584 621	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Po dogovoru, ured O-113	
Suradnik na kolegiju	-	
Kontakt	-	
Vrijeme i mjesto konzultacija	-	
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	30P+30V+0S, 100 %	
Virtualna nastava	0 %	
Ispitni rokovi	11. 2. 2027. u 10h	
	15. 2. 2027. u 10h	
	6. 7. 2027. u 10h	
	14. 9. 2027. u 10h	

OPIS KOLEGIJA
1.1. Ciljevi kolegija
Prvenstveni cilj predmeta je predstaviti uzročno-posljedičnu vezu između fizikalnih svojstva kondenzirane materije i njezine strukture. Za lakše razumijevanje te veze, materijali se klasificiraju prvo po svojim strukturnim i zatim po svojim fizikalnim svojstvima. Studenti se upoznaju s osnovnim eksperimentalnim tehnikama kojima određujemo strukturna i fizikalna svojstva materijala. Fizikalna svojstva materijala ilustriraju se putem karakterističnih primjena pojedinih materijala u tehnologiji.
1.2. Uvjeti za upis kolegija
Završen preddiplomski studij, nužna su predznanja iz kolegija <i>Kvantna mehanika</i> (smjer Fizika čvrstog stanja) ili <i>Teorijska fizika i primjene II</i> (studij Inženjerstvo i fizika materijala).
1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij
Studenti će nakon položenog ispita biti u stanju:
11) Opisati razlike između međuatomskih veza u ionskim, metalnim i kovalentnim kristalima, te objasniti nastanak Van der Waalsovih sila između neutralnih molekula.
12) Objasniti razliku u strukturi između materijala s dugo-dosežnim i kratko-dosežnim uređenjima.

- 13) Primijeniti osnovne tipove jediničnih ćelija Bravaisovih rešetki u opisu kristalnih struktura čvrstih tijela.
- 14) Primijeniti Drudeov model električne vodljivosti za opis gibanja vodljivih elektrona u metalima.
- 15) Objasniti nastanak elektronskih vrpca u čvrstim tijelima i razliku u strukturi vrpca kod izolatora, poluvodiča i metala.
- 16) Opisati osnovne mehanizme polarizacije u dielektričnim materijalima.
- 17) Objasniti razliku između dijamagnetskih, paramagnetskih, feromagnetskih, antiferomagnetskih i ferimagnetskih materijala.
- 18) Primijeniti model interakcije izmjene za objašnjenje feromagnetskog uređenja u materijalima.
- 19) Opisati načine interakcije elektromagnetskog zračenja s materijalima.
- 110) Objasniti strukturu i osnovna fizička i kemijska svojstva polimera.

1.4. Sadržaj kolegija

Osnovni elementi strukture materije: atomi, molekule, kemijske veze. Red kratkog i dugog dosega; kristalinični i nekristalinični materijali. Defekti u kristalima; utjecaj defekata na mehanička i električna svojstva kristala. Električna svojstva materijala: vodiči, poluvodiči, dielektrici. Magnetska svojstva materijala: dijamagneti, paramagneti, feromagneti. Optička svojstva materijala: transmisija, refleksija i apsorpcija svjetlosti. Osnovne eksperimentalne tehnike za mjerenje električnih, magnetskih i optičkih svojstava materijala. Materijali smanjene dimenzionalnosti. Tanki filmovi, tekući kristali i nanomaterijali. Fizika površina. Keramike i kompozitni materijali. Amorfni materijali, stakla, koloidi i tekućine. Biomaterijali i polimeri.

1.5. Obvezna literatura

1. Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright, *The Science and Engineering of Materials*, 6th Edition, Cengage Learning, Inc. 2010.
2. S. O. Kasap, *Principles of Electronic Materials and Devices*, McGraw-Hill, New York, 2002.

1.6. Dopunska literatura

1. Guinier, *The Structure of Matter: From the Blue to Liquid Crystals*, Edward Arnold, London, 1984.
2. J. E. Gordon, *Science of Structures and Materials*, Times Books, New York, 1988.
3. C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, Wiley, Hoboken, 2005

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	2,00	/
Seminarski rad	0,48	12
Kontinuirana provjera znanja (kolokviji)	1,92	48
Završni ispit	1,60	40
UKUPNO	6	100

Opisi aktivnosti koje se ocjenjuju

Kontinuirana provjera znanja (maksimalno 48 bodova)

Provjera znanja se vrši tijekom nastave putem triju kolokvija s numeričkim zadacima. Svaki kolokvij može biti ocijenjen s maksimalno 16 bodova. Za uspješno polaganje kolokvija, odnosno za izlazak na završni ispit, potrebno je riješiti minimalno 50% zadataka (8 bodova).

Seminarski rad (maksimalno 12 bodova)

Tijekom semestra studenti trebaju pripremiti i izložiti seminarski rad (tema seminarskog rada se dogovara s nositeljem kolegija) za kojeg mogu dobiti maksimalno 12 bodova.

Završni ispit (maksimalno 40 bodova)

Student može ostvariti maksimalno 40 bodova. Na završnom (usmenom) ispitu student može dobiti bodove prema sljedećim kriterijima:

- 1 – 18 bodova - zadovoljava minimalne kriterije,
- 19 – 28 bodova - dobar, ali s primjetnim nedostacima,
- 28 – 35 bodova - prosječan, s ponekom greškom,
- 36 – 40 bodova - iznadprosječan, izuzetan odgovor.

Studenti koji skupe 30 ili manje ocjenskih bodova tijekom nastave, nisu zadovoljili, ocjenjuju se ocjenom F i moraju ponovo upisati kolegij.

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 Dobar (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	Atomska struktura materije. Međuatomske veze u čvrstim tijelima. Uređenja dugog i kratkog doseg.
1.	V1	2	Atomska struktura materije. Međuatomske veze u čvrstim tijelima.
2.	P2	2	Bravaisova rešetka. Kristalna struktura čvrstih tijela.
2.	V2	2	Bravaisova rešetka. Kristalna struktura čvrstih tijela.
3.	P3	2	Najvažniji tipovi kristalnih rešetki. Eksperimentalne tehnike ispitivanja kristalne strukture materijala.
3.	V3	2	Najvažniji tipovi kristalnih rešetki. XRD tehnika.
4.	P4	2	Točkasti defekti u kristalima. Dislokacije.
4.	V4	2	Točkasti defekti u kristalima.
5.	P5	2	Gibanje atoma i iona u materijalima. Difuzija.
5.	V5	2	1. kolokvij
6.	P6	2	Električna svojstva materijala. Metali. Poluklasični model vodljivosti.

6.	V6	2	Difuzija. Poluklasični model vodljivosti.
7.	P7	2	Struktura energetskih vrpca u materijalima. Poluvodiči.
7.	V7	2	Poluvodiči.
8.	P8	2	Dielektrici. Polarizacija dielektrika.
8.	V8	2	Dielektrici. Polarizacija dielektrika.
9.	P9	2	Piezoelektrici i feroelektrici. Magnetska svojstva materijala. Temeljne fizičke veličine u magnetizmu.
9.	V9	2	2. kolokvij
10.	P10	2	Dijamagneti i paramagneti.
10.	V10	2	Magnetska svojstva materijala. Temeljne fizičke veličine u magnetizmu.
11.	P11	2	Magnetsko uređenje u materijalima. Feromagneti.
11.	V11	2	Dijamagneti i paramagneti i feromagneti.
12.	P12	2	Ferimagneti. Supravodljivost.
12.	V12	2	Feromagneti i ferimagneti
13.	P13	2	Optička svojstva materijala. Apsorpcija, transmisija i lom svjetlosti. Fresnelove jednačbe.
13.	V13	2	Apsorpcija, transmisija i lom svjetlosti. Fresnelove jednačbe.
14.	P14	2	Kompleksni indeks loma, gubitci i apsorpcija EM zračenja u materijalu. Luminiscencija.
14.	V14	2	Kompleksni indeks loma, gubitci i apsorpcija EM zračenja u materijalu. Luminiscencija.
15.	P15	4	Polimeri. 1D i 2D nanostrukture – kvantne žice, grafen, nanocjevčice.
15.	V15	2	3. 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) Opisati razlike između međuatomskih veza u ionskim, metalnim i kovalentnim kristalima, te objasniti nastanak Van der Waalsovih sila između neutralnih molekula.	Osnovni elementi strukture materije: atomi, molekule, kemijske veze Red kratkog i dugog dosega; kristalinični i nekristalinični materijali.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Seminarski rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
12) Objasniti razliku u strukturi između materijala s dugodosežnim i kratkodosežnim uređenjima.	Osnovni elementi strukture materije: atomi, molekule, kemijske veze	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit)

	Red kratkog i dugog dosega; kristalinični i nekristalinični materijali.	Seminarski rad	Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
13) Primijeniti osnovne tipove jediničnih ćelija Bravaisovih rešetki u opisu kristalnih struktura čvrstih tijela.	Osnovni elementi strukture materije: atomi, molekule, kemijske veze Red kratkog i dugog dosega; kristalinični i nekristalinični materijali.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Seminarski rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaca, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
14) Primijeniti Drudeov model električne vodljivosti za opis gibanja vodljivih elektrona u metalima.	Defekti u kristalima; utjecaj defekata na mehanička i električna svojstva kristala. Električna svojstva materijala: vodiči, poluvodiči, dielektrici. Osnovne eksperimentalne tehnike za mjerenje električnih, magnetskih i optičkih svojstava materijala.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Seminarski rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaca, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
15) Objasniti nastanak elektronskih vrpca u čvrstim tijelima i razliku u strukтури vrpca kod izolatora, poluvodiča i metala.	Električna svojstva materijala: vodiči, poluvodiči, dielektrici.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Seminarski rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaca, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
16) Opisati osnovne mehanizme polarizacije u dielektričnim materijalima.	Električna svojstva materijala: vodiči, poluvodiči, dielektrici.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Seminarski rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaca, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
17) Objasniti razliku između dijamagnetskih, paramagnetskih, feromagnetskih, antiferomagnetskih i ferimagnetskih materijala.	Magnetska svojstva materijala: dijamagneti, paramagneti, feromagneti. Osnovne eksperimentalne tehnike za mjerenje električnih,	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaca, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u

	magnetskih i optičkih svojstva materijala.	Seminarski rad	nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
18) Primijeniti model interakcije izmjene za objašnjenje feromagnetskog uređenja u materijalima.	Magnetska svojstva materijala: dijamagneti, paramagneti, feromagneti. Osnovne eksperimentalne tehnike za mjerenje električnih, magnetskih i optičkih svojstva materijala.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Seminarski rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
9) Opisati načine interakcije elektromagnetskog zračenja s materijalima.	Optička svojstva materijala: transmisija, refleksija i apsorpcija svjetlosti.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Seminarski rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
10) Objasniti strukturu i osnovna fizička i kemijska svojstva polimera.	Materijali smanjene dimenzionalnosti. Tanki filmovi, tekući kristali i nanomaterijali. Fizika površina. Keramike i kompozitni materijali. Amorfni materijali, stakla, koloidi i tekućine. Biomaterijali i polimeri.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Seminarski rad	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit) Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)