

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Poluvodiči i primjene	
Studijski program	Sveučilišni diplomski studij Fizika	
Status kolegija	izborni	
Semestar	3.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	6
	Broj sati (P+V+S)	30+15+15
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		
Kontakt		
Vrijeme i mjesto konzultacija		
Jezik izvođenje nastave	hrvatski	
Web stranica kolegija	<a href="#">Portal sustava Merlin (srce.hr)</a>	
Vrijeme i mjesto izvođenja nastave	Prema rasporedu sati objavljenom na mrežnoj stranici Fakulteta za fiziku	
Izravna (učionička) nastava	30P+30V, 100 %	
Virtualna nastava	0 %	
Ispitni rokovi	11. 2. 2025. u 10 h	
	25. 2. 2025. u 10 h	
	8. 7. 2025. u 10 h	
	15. 9. 2025. u 10 h	

OPIS KOLEGIJA
<p><b>1.1. Ciljevi kolegija</b></p> <p>Kolegij je namjenjen razumijevanju fizikalnih svojstava poluvodiča korištenjem osnovnih teorijskih modela fizike čvrstog stanja. Ti modeli opisuju elektronsku dinamiku u poluvodičima, koja određuje električna i optička svojstva poluvodiča. Ta svojstva su osnova na kojoj se temelje sve primjene poluvodiča u elektronici (poluvodičke diode i tranzistori), sensorima (Hallowa sonda, fotosenzor, fotodioda) i fotonici (LED, poluvodički laseri, solarne ćelije) s kojim se studenti upoznaju u drugom dijelu izvedbe kolegija.</p>
<p><b>1.2. Uvjeti za upis kolegija</b></p> <p>Položen ispit iz kolegija Fizika čvrstog stanja I na Diplomskom studiju Fizika.</p>
<p><b>1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij</b></p> <p>1. Kvantnomehaničko objašnjenje stvaranja energetskeg zabranjenog pojasa za elektrone u periodičnom potencijalu kristalne rešetke</p> <p>2. Poznavanje strukture energijskih vrpca, pojma efektivne mase, koncepta elektronske šupljine te mehanizama za direktne i indirektno optičke prijelaze.</p>

3. Izračun koncentracija nosilaca naboja u intrinzičnom vodiču i relacije ravnotežnih koncentracija.
4. Poznavanje načina i mehanizma dopiranja poluvodiča, određivanja Fermijevog nivoa u dopiranim poluvodičima.
5. Razumjevanje pojma pokretljivosti nosilaca naboja i izračun transportnih svojstava poluvodiča.
6. Temeljito poznavanje i mogućnost izračunavanja bitnih parametara PN spoja: širine pojasa osiromašenja, stvorenog unutarnjeg električnog polja i napona, struja propusne i nepropusne polarizacije te električnog kapaciteta.
7. Poznavanje nekih električnih primjena poluvodiča (Hallova sonda, Peltierov članak).
8. Poznavanje nekih fotoničkih primjena poluvodiča (fotodioda, LED dioda, diodni laser, solarna ćelija).

#### 1.4. Sadržaj kolegija

Vrste poluvodiča. Kristalna struktura poluvodiča. Elektronska struktura vodiča. Energijske vrpce. Poluvodički zabranjeni pojas. Intrinzični poluvodiči. Dopiranje poluvodiča. Transportna svojstva poluvodiča. Optički procesi u poluvodičima. Fotovodljivost. Hallov, Seebeckov i Peltierov efekt. LED diode. Poluvodički laseri. Solarne ćelije.

#### 1.5. Obvezna literatura

D. A. Neamen, Semiconductor Physics and Devices, 4. izdanje, McGraw Hill, 2012.

#### 1.6. Dopunska literatura

S. Kasap, Principles of Electronic Materials and Devices, 3. izdanje, McGraw Hill, 2005.

C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8. izdanje, Wiley, New York, 2005.

P. Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors, 4. izdanje, Springer 2010.

#### 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	2,0	/
Aktivnost u nastavi	0,5	10
Samostalni rad	0,5	10
Kontinuirana provjera znanja (kolokviji)	1,0	30
Završni ispit	2,0	50
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 50%, dok na završnom (usmenom) ispitu može ostvariti 50%. Na završnom (usmenom) ispitu student može dobiti bodove prema sljedećim kriterijima:

- 1 – 10 bodova - zadovoljava minimalne kriterije,
- 11 – 50 bodova - dobar, ali s primjetnim nedostacima,
- 31 – 40 bodova – vrlo dobar, s ponekom greškom,
- 41 – 50 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 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	Vrste poluvodiča. Kristalna struktura poluvodiča.
1.	V1	2	Vrste poluvodiča. Kristalna struktura poluvodiča.
2.	P2	2	Elektronska struktura vodiča. Energijske vrpce. Poluvodički zabranjeni pojas.
2.	V2	2	Elektronska struktura vodiča. Energijske vrpce. Poluvodički zabranjeni pojas.
3.	P3	2	Elektronska struktura vodiča. Energijske vrpce. Poluvodički zabranjeni pojas.
3.	V3	2	Elektronska struktura vodiča. Energijske vrpce. Poluvodički zabranjeni pojas.
4.	P4	2	Intrinsični poluvodiči.
4.	V4	2	Intrinsični poluvodiči.
5.	P5	2	Dopiranje poluvodiča.
5.	V5	2	Dopiranje poluvodiča.
6.	P6	2	Transportna svojstva poluvodiča.
6.	V6	2	Transportna svojstva poluvodiča.
7.	P7	2	Temperaturna ovisnost električne vodljivosti poluvodiča.
7.	V7	2	Temperaturna ovisnost električne vodljivosti poluvodiča.
8.	P8	2	Optički procesi u poluvodičima. Fotovodljivost.
8.	V8	2	Optički procesi u poluvodičima. Fotovodljivost.
9.	P9	2	Optički procesi u poluvodičima. Fotovodljivost.
9.	V9	2	Optički procesi u poluvodičima. Fotovodljivost.
10.	P10	2	Seminar
10.	V10	2	Prvi kolokvij.
11.	P11	2	PN spoj.
11.	V11	2	PN spoj.
12.	P12	2	Hallov efekt u poluvodičima. Termoelektrični efekti u poluvodičima: Seebeckov i Peltierov efekt.
12.	V12	2	Hallov efekt u poluvodičima. Termoelektrični efekti u poluvodičima: Seebeckov i Peltierov efekt.
13.	P13	2	LED diode. Poluvodički laseri.
13.	V13	2	LED diode. Poluvodički laseri.
14.	P14	2	Solarne ćelije.
14.	V14	2	Solarne ćelije.
15.	P15	2	Seminar
15.	V15	2	Drugi 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) Kvantnomehaničko objašnjenje stvaranja energetske zabranjene zone za elektrone u periodičnom potencijalu kristalne rešetke	Elektronska struktura vodiča. Energijske vrpce. Poluvodički zabranjeni pojas.	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 strukture energijskih vrpca, pojma efektivne mase, koncepta elektronske šupljine te mehanizama za direktne i indirektno optičke prijelaze.	Elektronska struktura vodiča. Energijske vrpce. Poluvodički zabranjeni pojas.	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) Znanje računanja koncentracija nosilaca naboja u intrinzičnom vodiču i relacije ravnotežnih koncentracija.	Intrinzični poluvodiči.	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 načina i mehanizma dopiranja poluvodiča, određivanja Fermijevog nivoa u dopiranim poluvodičima.	Dopiranje poluvodiča.	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) Razumjevanje pojma pokretljivosti nosilaca naboja i izračun transportnih svojstava poluvodiča.	Transportna svojstva poluvodiča.	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) Temeljito poznavanje i mogućnost izračunavanja bitnih parametara PN spoja: širine pojasa osiromašenja, stvorenog unutarnjeg električnog polja i napona, struja propusne i nepropusne polarizacije te električnog kapaciteta.	PN spoj.	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) Poznavanje nekih električnih primjena poluvodiča (Hallova sonda, Peltierov članak).	Hallov efekt u poluvodičima. Termoelektrični efekti u poluvodičima: Seebeckov i Peltierov efekt.	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 nekih fotoničkih primjena poluvodiča (fotodioda, LED dioda, diodni laser, solarna ćelija).	LED diode. Poluvodički laseri. Solarne ćelije.	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)