

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Moderna fizika I	
Studijski program	Sveučilišni prijediplomski studij Fizika	
Status kolegija	obvezni	
Semestar	3.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	6
	Broj sati (P+V+S)	60 + 15 + 15
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	Mattea Mačkić Jovanović	
Kontakt	e-mail: mattea.mackicj@uniri.hr, tel: 584 793	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Po dogovoru, ured O-S13	
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	60P+15V+15S, 100 %	
Virtualna nastava	0 %	
Ispitni rokovi	4. 2. 2027. u 10h	
	18. 2. 2027. u 10h	
	6. 7. 2027. u 10h	
	14. 9. 2027. u 10h	

OPIS KOLEGIJA
1.1. Ciljevi kolegija
Upoznati studente s osnovnim principima moderne fizike; fenomenološkim pristupom, polazeći od spektroskopskih opažanja rastumačiti strukturu atoma oslanjanjem na poluklasične i kvantnomehaničke modele. opisati procese u kojima dolazi do promjene energije atoma u vezanim i nevezanim stanjima; upoznati studente s osnovama fizike čvrstog stanja s posebnim osvrtom na metale i poluvodiče.
1.2. Uvjeti za upis kolegija
Odslušani kolegiji: Fizika I, Fizika II.
1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij
Studenti će nakon položenog ispita biti u stanju: 1) Objasniti atomsku građu tvari i opisati Rutherfordov eksperiment. 2) Definirati Bohrove postulate i primijeniti ih na atom vodika i ione slične vodik 3) Objasniti razliku između valne i fotonske prirode EM zračenja te primijeniti fotonski model na odgovarajuće pojave (fotoelektrični efekt, Comptonov efekt). 4) Objasniti nastanak kontinuiranog i linijskog spektra u rendgenskoj cijevi.

15) Definirati de Broglieove postulate i načela neodređenosti te opisati eksperimente koji su potvrdili valnu prirodu materije. 16) Primijeniti Schrödingerovu jednadžbu na jednostavne fizikalne sisteme: čestica u potencijalnoj jami, tuneliranje, kvantni harmonički oscilator. 17) Analizirati kvantno-mehanički model vodikovog atoma i primijeniti rješenja Schrödingerove jednadžbe vodikovog atoma na višeelektronske atome. 18) Objasniti nastanak elektronskih vrpca u čvrstim tijelima te opisati razlike između međuatomskih veza u ionskim, metalnim i kovalentnim kristalima. 19) Primijeniti model elektronskog plina za opis slobodnih elektrona u metalu. 10) Objasniti razliku između intrinzičnih i ekstrinzičnih poluvodiča te opisati princip rada poluvodičke diode.		
1.4. Sadržaj kolegija		
Atomska struktura i periodni sustav elemenata. Bohrova teorija. Rendgenski spektri. Atomski procesi. Višeelektronski sustavi i njihovi spektri Atomi u električnom i magnetskom polju Dualizam val – čestica za svjetlost i materiju Valnomehanička teorija. Princip neodređenosti. Schrödingerova jednadžba. Kondenzirana materija. Metali. Poluvodiči. Poluvodički uređaji.		
1.5. Obvezna literatura		
1. Young H.D., Freedman R.A., UNIVERSITY PHYSICS, 9th ed., Addison-Wesley Publishing Company, Inc, 1996. 2. Krane K.S., MODERN PHYSICS, John Wiley & Sons, Inc., New York , 1996. 3. Haken H., Wolf H.C., ATOMIC AND QUANTUM PHYSICS, 2nd ed., Springer-Verlag, 1984.		
1.6. Dopunska literatura		
1. Halliday D., Resnick R., Walker J., FUNDAMENTALS OF PHYSICS , 6th ed., J.Wiley and Sons Inc., New York , 2003. 2. Cutnell J.D., Johnson K.W: PHYSICS, 7th ed, J.Wiley and Sons Inc., New York, 2007. 3. Seeger K., SEMICONDUCTOR PHYSICS, Springer 1991. 4. Beiser A., THEORY AND PROBLEMS OF PHYSICAL SCIENCE, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, 1974.		
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	3,0	/
Aktivnost u nastavi	0,3	10
Seminarski rad	0,3	10
Kontinuirana provjera znanja (kolokviji)	1,2	40
Završni ispit	1,2	40
UKUPNO	6	100
Opisi aktivnosti koje se ocjenjuju		
Aktivnost u nastavi (maksimalno 10 bodova, vježbe) Ove bodove student može ostvariti tijekom nastave na temelju procjene asistentice, ako se ističe u radu te ako uspješno riješi zadatke za domaću zadaću.		

Kontinuirana provjera znanja (maksimalno 40 bodova)

Provjera znanja se vrši tijekom nastave putem dvaju kolokvija s numeričkim zadacima. Svaki kolokvij može biti ocijenjen s maksimalno 20 bodova. Za uspješno polaganje kolokvija, odnosno za izlazak na završni ispit, potrebno je riješiti minimalno 50% zadataka (10 bodova).

Seminarski rad (maksimalno 10 bodova)

Tijekom semestra studenti trebaju pripremiti i izložiti seminarski rad (tema seminarskog rada se dogovara s nositeljem kolegija) za kojeg mogu dobiti maksimalno 10 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	4	Atomska struktura materije. Masa i naboj elektrona. Struktura atoma. Rutherfordov eksperiment.
1.	V1	2	Atomska struktura materije. Masa i naboj elektrona. Rutherfordov eksperiment.
2.	P2	4	Spektroskopija. Spektar vodikovog atoma. Bohrov model vodikovog atoma. Ioni slični vodik.
2.	V2	2	Spektar vodikovog atoma. Bohrov model vodikovog atoma.
3.	P3	4	Franck-Hertzov eksperiment. Fotoelektrični efekt. Comptonov efekt.
3.	V3	2	Fotoelektrični efekt. Comptonov efekt.
4.	P4	4	Rendgensko zračenje. Valno-čestični dualizam. De Broglieva hipoteza.

4.	V4	2	Rendgensko zračenje. Valno-čestični dualizam. De Broglieva hipoteza.
5.	P5	4	Laser. Relacije neodređenosti. Valni paket.
5.	V5	2	1. kolokvij
6.	P6	4	Scrödingerova jednačba u 1D. Svojstva valne funkcije. Čestica u potencijalnoj jami.
6.	V6	2	Scrödingerova jednačba u 1D. Svojstva valne funkcije. Čestica u potencijalnoj jami.
7.	P7	4	Tuneliranje. Harmonički oscilator. Schrödingerova jednačba u 3D.
7.	S1	2	1. seminar
8.	P8	4	Kvantno-mehanički model vodikovog atoma. Zeemanov efekt.
8.	V7	2	Kvantno-mehanički model vodikovog atoma. Zeemanov efekt.
9.	P9	4	Spin elektrona. Višeelektronski sistemi. Periodni sustav elemenata.
9.	S2	2	2. seminar
10.	P10	4	Uvod u fiziku kondenzirane materije. Međuatomske veze u kristalima. Ionski kristali. Kristali plemenitih plinova.
10.	S3	2	3. seminar
11.	P11	4	Plin slobodnih elektrona u metalu. Električna i toplinska vodljivost metala.
11.	V8	2	Plin slobodnih elektrona u metalu. Električna i toplinska vodljivost metala.
12.	P12	4	Kovalentno vezanje. Energetske vrpce u čvrstim tijelima.
12.	S4	2	4. seminar
13.	P13	4	Poluvodiči
13.	V9	2	Poluvodiči
14.	P14	4	Magnetska svojstva materije - paramagnetizam, dijamagnetizam, feromagnetizam.
14.	V10	2	2. kolokvij
15.	P15	4	Halloov efekt. Supravodljivost.
15.	S5	2	5. seminar

*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
I1) Objasniti atomsku građu tvari i opisati Rutherfordov eksperiment.	Atomska struktura i periodni sustav elemenata.	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) Definirati Bohrove postulate i primijeniti ih na atom vodika i ione slične vodik	Atomska struktura i periodni sustav elemenata. Bohrova teorija.	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)
13) Objasniti razliku između valne i fotonske prirode EM zračenja te primijeniti fotonski model na odgovarajuće pojave (fotoelektrični efekt, Comptonov efekt).	Atomska struktura i periodni sustav elemenata. Atomski procesi. Atomi u električnom i magnetskom polju Dualizam val – čestica za svjetlost i materiju	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)
14) Objasniti nastanak kontinuiranog i linijskog spektra u rendgenskoj cijevi.	Atomska struktura i periodni sustav elemenata. Atomi u električnom i magnetskom polju Rentgenski spektri. Atomski procesi.	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)
15) Definirati de Broglieove postulate i načela neodređenosti te opisati eksperimente koji su potvrdili valnu prirodu materije.	Dualizam val – čestica za svjetlost i materiju. Princip neodređenosti. Valnomehanička teorija.	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)
16) Primijeniti Schrödingerovu jednadžbu na jednostavne fizikalne sisteme: čestica u potencijalnoj jami, tuneliranje, kvantni harmonički oscilator.	Dualizam val – čestica za svjetlost i materiju. Valnomehanička teorija. Princip neodređenosti. Schrödingerova jednadžba.	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)
17) Analizirati kvantno-mehanički model vodikovog atoma i primijeniti rješenja Schrödingerove jednadžbe	Atomska struktura i periodni sustav elemenata. Valnomehanička teorija.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rješavanje numeričkih zadataka	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (domaća zadaća, kolokvij, ispit) Usmene provjere znanja i vještina (završni ispit)

vodikovog atoma na višeelektronske atome.	Schrödingerova jednačica.	Rješavanje problemskih zadataka Seminarski rad	Opažanje izvedbe studenta u nekoj aktivnosti (seminarski rad) Analiza studentskih prezentacija (seminarski rad)
18) Objasniti nastanak elektronskih vrpca u čvrstim tijelima te opisati razlike između međuatomskih veza u ionskim, metalnim i kovalentnim kristalima.	Atomska struktura i periodni sustav elemenata. Kondenzirana materija. Metali. Poluvodiči.	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) Primijeniti model elektronskog plina za opis slobodnih elektrona u metalu.	Kondenzirana materija. Metali.	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 razliku između intrinzičnih i ekstrinzičnih poluvodiča te opisati princip rada poluvodičke diode.	Kondenzirana materija. Poluvodiči. Poluvodički uređaji.	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)