

**Datum:** Rijeka, 25. lipnja 2024.

**Kolegij:** Fizika

**Voditelj:** Lejla Jelovica, mag. educ. math. et phys.

**e-mail voditelja:** lejla.jelovica@uniri.hr

**Katedra:** Katedra za temeljne medicinske znanosti

**Studij:** Prijediplomski stručni studiji - Radiološka tehnologija redovni

**Godina studija:** 1

**Akadska godina:** 2024./2025.

## IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

**Podaci o kolegiju (kratak opis kolegija, opće upute, gdje se i u kojem obliku organizira nastava, potreban pribor, upute o pohađanju i pripremi za nastavu, obveze studenata i sl.):**

Kolegij **Fizika** je obvezni kolegij na prvoj godini Stručnog studija radiološke tehnologije i sastoji se od 60 sati predavanja i 30 sati seminara, ukupno 90 sati (**8,0 ECTS-a**).

**Cilj** kolegija je usvajanje i primjena znanja i vještina iz odabranih područja fizike i zaštite od ionizirajućih zračenja značajnih za budući poziv uz pomoć kojih će studenti moći: pravilno tumačiti i interpretirati fizikalne zakone i spoznaje, te ih dovesti u svezu s primjenom u radiološkoj tehnologiji, definirati pojam zračenja i usporediti ionizirajuća i neionizirajuća zračenja, opisati kako nastaje ionizirajuće zračenje i kako međudjeluje s okolinom, usporediti različite dijagnostičke i terapijske procedure s obzirom na uporabu zračenja, nabrojati načine detekcije i mjerenja ionizirajućeg zračenja, pravilno interpretirati i primijeniti temeljne principe zaštite od zračenja, informirati se o važećem zakonodavstvu u području zaštite od ionizirajućeg zračenja.

### **Sadržaj kolegija:**

Atomska struktura. Zvuk i ultrazvuk. Elektrostatika. Elektrodinamika. Magnetizam. Elektromagnetizam. Elektromagnetna indukcija. Izmjenične struje. Prolaz struje u vakuumu. Rendgen cijevi. Poluvodiči i primjena u rendgen tehnici. Elektromagnetsko zračenje. Rendgensko zračenje. Rendgenski uređaji. Atomske jezgre i nuklearni procesi. Radioaktivnost. Međudjelovanje fotonskog zračenja i tvari. Međudjelovanje čestičnog zračenja i tvari. Međudjelovanje ionizirajućeg zračenja i tkiva. Primjena rendgenskog zračenja u medicini. Primjena radioaktivnosti u medicini. Dozimetrija ionizirajućeg zračenja. Zaštita od zračenja. Važeći zakonski propisi u oblasti radiološke zaštite.

### **Način izvođenja nastave:**

Nastava se izvodi u prvom semestru u obliku predavanja (60 sati) i seminara (30 sati) u skladu s izvedbenim nastavnim planom. Na predavanjima i seminarima se obrađuje gradivo prema nastavnim jedinicama iz sadržaja predmeta. Od studenata se očekuje da se prema nastavnom planu i programu, a koristeći navedenu literaturu unaprijed pripreme za nastavu. Tijekom predavanja i seminara obavlja se kontinuirana provjera stečenih znanja i ocjenjivanje pojedinih

vidova aktivnosti, te se kod studenata potiče analitički i kvantitativni pristup u rješavanju fizikalnih problema.

Napomena: moguće je izvođenje online nastave putem platformi Merlin i MS Teams.

### Popis obvezne ispitne literature:

1. Nastavni materijali i prezentacije postavljene na platformi Merlin.
2. Bushong, S.C.: Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology and Protection, 12th ed. Elsevier, Missouri, 2021. dostupno na:  
[https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=fv4MEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Bushong+S.C.+Radiologic+Science+for+Technologists:+Physics,+Biology+and++Protection.+12th+ed.+St.+Louis,+Missouri:+Elsevier%3B+2021&ots=Evgq81n7Tk&sig=ZZVvsiCmsoVAxXCLt8jgmYIN3-4&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=fv4MEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Bushong+S.C.+Radiologic+Science+for+Technologists:+Physics,+Biology+and++Protection.+12th+ed.+St.+Louis,+Missouri:+Elsevier%3B+2021&ots=Evgq81n7Tk&sig=ZZVvsiCmsoVAxXCLt8jgmYIN3-4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
3. Davidovits, P.: Physics in Biology and Medicine, 3rd ed. Academic Press, New York, 2019. dostupno na:  
[https://is.muni.cz/www/384/30618506/koncepty/Physics\\_in\\_Biology\\_and\\_Medicine\\_3rd\\_Edition.pdf](https://is.muni.cz/www/384/30618506/koncepty/Physics_in_Biology_and_Medicine_3rd_Edition.pdf)
4. Janković, S. i Eterović, D.: Fizikalne osnove i klinički aspekti medicinske dijagnostike, Medicinska naklada, Zagreb, 2002.

### Popis dopunske literature:

1. Dance, D.R., Christofides, S., Maidment A.D.A., Mclean I.D. and Ng, K.H.: Diagnostic radiology physics: A handbook for teachers and students, Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014.
2. Jakobović, Z.: Fizika zračenja, Zdravstveno veleučilište, Zagreb, 2007.

### Nastavni plan:

#### Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

##### **P1. Uvodno predavanje**

###### Ishodi učenja:

Izložiti i opisati način izvođenja nastave i stjecanja bodova na kolegiju  
 Objasniti cilj i svrhu izvođenja kolegija.  
 Objasniti vezu fizike s radiološkom tehnologijom, medicinom i tehnikom

##### **P2. Opća fizika**

###### Ishodi učenja:

Definirati i objasniti podrijetlo i značenje riječi fizika  
 Navesti predmet proučavanja fizike  
 Razlikovati pojmove materije i tvari  
 Definirati pojam fizičkog polja  
 Definirati pojam fizikalne veličine, mjerne jedinice  
 Nabrojati i definirati osnovne fizikalne veličine i pripadne mjerne jedinice  
 Izvesti fizikalne jedinice za izvedene fizikalne veličine uz pomoć definicijskih jednadžbi  
 Znati nazive i koristiti decimalne predmetke (prefikse) uz fizikalne jedinice  
 Razlikovati skalarnu fizikalnu veličinu od vektorskih  
 Primijeniti na konkretnom slučaju matematičke operacije s vektorima

Navesti četiri osnovne sile i njihove osobine

Definirati i objasniti značenje slijedećih termina: rad, džul, energija, kinetička energija, potencijalna energija, gravitacijska potencijalna energija, elastična potencijalna energija, zakon očuvanja energije, sila, sila teža, težina tijela, masa, mol, Avogadrov broj, njutn  
Izvesti jedinicu gravitacijske konstante i koeficijenta razmjernosti u izrazu za Coulombovu silu u SI sustavu

### **P3. Zvuk i ultrazvuk**

#### Ishodi učenja:

Definirati jednadžbu vala

Razlikovati prostornu od vremenske ovisnosti

Razlikovati longitudinalni od transverznog vala

Definirati i nabrojiti osobine zvučnog vala

Razlikovati čujni zvuk od infrazvuka i ultrazvuka

Nabrojiti karakteristike tona, muzikalnog zvuka i šuma

Definirati i objasniti intenzitet, akustičku impedanciju, nivo intenziteta i glasnoću zvuka

Nabrojiti i objasniti vezu akustičkih parametara i fizioloških osjeta

Objasniti fizikalne principe ultrazvučnog vala

Objasniti piezoelektrični i obrnuti piezoelektrični učinak

Prikazati osnovne metode ultrazvučnih prikaza

### **P4. Unutarnja energija, temperatura, toplina**

#### Ishodi učenja:

Objasniti što je unutarnja energija

Objasniti što je temperatura, o čemu ovisi, čime se mjeri i u kojim fizikalnim jedinicama se izražava

Objasniti agregatna stanja

Napisati jednadžbe za linearno i volumno rastezanje-širenje krutih tijela i objasniti njihovo značenje

Definirati toplinu i navesti pripadnu SI jedinicu

Razlikovati toplinski od specifičnog toplinskog kapaciteta i navesti fizikalne jedinice u kojim se izražavaju

Navesti načine izmjene topline s okolinom (kondukcija, konvekcija, radijacija) i njihove značajke

Razlikovati načine izmjene topline s okolinom te ih dovesti u svezu s načinima hlađenja rendgen cijevi

### **P5. Atomska struktura**

#### Ishodi učenja:

Definirati i objasniti pojmove: atom, kemijski element, izotop, radioizotop

Razlikovati i usporediti svojstva elementarnih čestica (elektron, proton, neutron)

Razlikovati izotope od radioizotopa

Opisati Bohrov model atoma

Definirati Bohrove postulate

Primijeniti Paulijevo načelo isključivosti

Definirati pojmove: ionizacija, ekscitacija, ionizirajuće i neionizirajuće zračenje

Razlikovati ionizirajuća od neionizirajućih zračenja

## **P6. Geometrijska optika**

### Ishodi učenja:

Definirati četiri osnovna zakona geometrijske optike.  
 Objasniti nastanak slike kod zrcala i leća.  
 Objasniti reducirano oko.  
 Navesti pogreške leća.

## **P7A. Elektrostatika I**

### Ishodi učenja:

Definirati i objasniti pojmove: (naboj, zakon očuvanja električnog naboja, kvantiziranost naboja,...) Navesti načine razdvajanje naboja  
 Napisati formulu i objasniti Coulombov zakon  
 Definirati električno polje i navesti osobine  
 Definirati jakost električnog polja i navesti jedinice u kojima se mjeri  
 Definirati električnu potencijalnu energiju  
 Definirati električni napon i razliku potencijala  
 Objasniti ekvipotencijalne površine  
 Objasniti zonsku teoriju električne vodljivosti

## **P7B. Elektrostatika II**

### Ishodi učenja:

Objasniti mogućnosti pohranjivanja električnog naboja  
 Definirati električni kapacitet  
 Objasniti načine konstrukcije električnih kondenzatora  
 Napisati izraz za kapacitet kondenzatora vezanih u seriju  
 Napisati izraz za kapacitet kondenzatora vezanih u paralelu  
 Navesti i objasniti primjenu kondenzatora u rendgen tehnici

## **P8. Električna struja I**

### Ishodi učenja:

Definirati pojmove: električna struja, jakost električne struje, razlika potencijala, električni otpor, električna vodljivost  
 Imenovati fizikalne veličine i pripadne mjerne jedinice za jakost, gustoću, otpor električne struje  
 Navesti razliku između istosmjernje i izmjenične struje  
 Prepoznati različite grafičke prikaze oblika napona i struje u ovisnosti o vremenu  
 Napisati Ohmov zakon, zakon električnog otpora  
 Napisati izraz za električni otpor otpornika vezanih u seriju. Objasniti primjenu  
 Napisati izraz za električni otpor otpornika vezanih u paralelu. Objasniti primjenu

## **P9. Električna struja II**

### Ishodi učenja:

Objasniti Prvo Kirchoffovo pravilo  
 Objasniti Drugo Kirchoffovo pravilo  
 Navesti izraz za Ohmov zakon za cijeli strujni krug  
 Definirati elektromotornu silu (napon)  
 Napisati izraze za električnu energiju i snagu  
 Napisati izraz za Džulovu toplinu

Objasniti učinke prolaska električne struje kroz organizam (toplinski, biokemijski, motorno-mehanički)

Objasniti postupke kod strujnog udara

## **P10. Magnetizam**

### Ishodi učenja:

Formulirati osnovne zakone magnetizma

Definirati pojmove: magnetno polje, magnetni tok, jakost magnetnog polja, magnetna indukcija

Imenovati fizikalne veličine i pripadne mjerne jedinice za magnetni tok, jakost magnetnog polja, magnetnu indukciju

Nabrojati i opisati svojstva magneta

Nabrojati svojstva dijamagnetskih, paramagnetskih i feromagnetskih materijala

Nacrtati i objasniti krivulju histereze

Objasniti magnetnu silu na nabijenu česticu

Objasniti primjenu Lorentzove sile

Napisati izraz za ukupna elektromagnetna sila na nabijenu česticu

## **P11. Elektromagnetizam**

### Ishodi učenja:

Formulirati osnovne zakone elektromagnetizma

Objasniti djelovanje magnetne sile na električnu struju

Opisati rad jednostavnog motora i elektromotora

Opisati magnetno polje električne struje

Objasniti svojstva elektromagneta

## **P12. Elektromagnetska indukcija**

### Ishodi učenja:

Definirati "elektromagnetnu indukciju"

Navesti Faraday-ev zakon elektromagnetne indukcije

Primijeniti Lenzovo pravilo

Napisati izraz za inducirani napon u ravnoj žici

Opisati rad električnog generatora

Definirati samoindukciju i induktivitet

Definirati međuinukciju i koeficijent međuinukcije

## **P13. Izmjenične struje**

### Ishodi učenja:

Navesti osobine izmjenične struje

Objasniti : trenutne, maksimalne i efektivne vrijednosti struje i napona

Definirati snagu izmjenične struje

Navesti otpore u krugu izmjenične struje

Objasniti rad transformatora

Navesti uporabu transformatora u rendgen tehnici

## **P14. Prolaz struje u vakuumu**

### Ishodi učenja:

Objasniti prolaz struje u vakuumu

Objasniti termionsku emisiju

Opisati konstrukciju i primjenu vakuumske diode

Opisati konstrukciju i primjenu vakuumske triode

Opisati konstrukciju i primjenu katodne cijevi

Nabrojati primjenu vakuumskih elektronskih cijevi u rendgen tehnici

## **P15. Rendgen cijevi**

### Ishodi učenja:

Diskutirati konstrukciju rendgen cijevi

Opisati dizajn i osobine cijevi sa stacionarnom anodom

Opisati dizajn i osobine cijevi s rotirajućom anodom

Diskutirati način rada rendgen cijevi i ispravljača

## **P16. Poluvodiči i primjena u rendgen tehnici**

### Ishodi učenja:

Opisati strukturu P-tipa poluvodiča

Opisati strukturu N-tipa poluvodiča

Navesti osobine P-N spoja

Objasniti način rada poluvodičke diode

Objasniti funkciju poluvodičke diode kao ispravljačice izmjeničnog napona

Objasniti funkciju Greatzovog spoja.

Objasniti poluvalno i punovalno ispravljanje izmjeničnog napona

Objasniti primjena poluvodičke diode u rendgen tehnici

Objasniti primjenu tranzistora u rendgen tehnici

Objasniti primjenu tiristora u rendgen tehnici

## **P17. Elektromagnetsko zračenje**

### Ishodi učenja:

Objasniti valnu teoriju elektromagnetskog zračenja

Objasniti kvantnu teoriju elektromagnetskog zračenja

Klasificirati elektromagnetne valove prema valnoj duljini, frekvenciji i energiji fotona

Dovesti u svezu valnu i „čestičnu“ prirodu elektromagnetskog zračenja

Navesti načine postanka različitih skupina elektromagnetnih valova

Nabrojati uporabu elektromagnetskog zračenja

## **P18. Izvori i svojstva rendgenskog zračenja**

### Ishodi učenja:

Opisati pronalazak rendgenskog zračenja

Odrediti položaj rendgenskog zračenja u spektru elektromagnetskog zračenja

Nabrojati svojstva rendgenskog zračenja

Objasniti primjenu rendgenskog zračenja

Navesti uređaje za proizvodnju rendgenskog zračenja

Objasniti nastanak rendgenskog zračenja (kočno zračenje i karakteristično zračenje)

Nacrtati i objasniti spektar rendgenskog zračenja

**P19. Čimbenici koji utječu na izlazni snop rendgenskog zračenja**

Ishodi učenja:

- Objasniti razliku između kvalitete i intenziteta rendgenskog zračenja
- Objasniti čimbenike koji utječu na izlazni snop rendgenskog zračenja
- Opisati utjecaj promjene anodnog napona (kV) na izlazni snop rendgenskog zračenja
- Opisati utjecaj promjene anodne struje (mA) na izlazni snop rendgenskog zračenja
- Opisati utjecaj promjene filtracije snopa na izlazni snop rendgenskog zračenja
- Opisati utjecaj promjene materijala fokusa anode na izlazni snop rendgenskog zračenja
- Opisati utjecaj promjene udaljenosti od izvora zračenja na izlazni snop rendgenskog zračenja

**P20. Rendgenski uređaji u medicinskoj dijagnostici**

Ishodi učenja:

- Navesti glavne dijelove rendgen uređaja za radiografiju i dijaskopiju
- Opisati rendgensku cijev sa zračnikom, višeslojnim sužavajućim zastorom i stativom
- Opisati generator (klasični i visokofrekventni) visokog napona s visokonaponskim kablovima
- Opisati operatorsku konzolu (upravljački stol)
- Opisati stol za pregled bolesnika
- Opisati elektroničko pojačalo slike
- Opisati dijelove TV lanca

**P21. Primjena rendgenskog zračenja u medicini**

Ishodi učenja:

- Objasniti osnovne fizikalne principe i konstrukciju uređaja koji proizvode rendgensko zračenje u dijagnostičkoj radiologiji
- Objasniti osnovne fizikalne principe i konstrukciju uređaja koji proizvode rendgensko zračenje za terapijsku primjenu
- Navesti dijagnostičku uporabu rendgenskog zračenja
- Navesti terapijsku uporabu rendgenskog zračenja

**P22. Međudjelovanje fotonskog zračenja i tvari**

Ishodi učenja:

- Diskutirati međudjelovanje rendgenskog i gama zračenja i tvari
- Nabrojiti moguće interakcije
- Opisati koherentno raspršenje
- Opisati Comptonovo raspršenje
- Opisati fotoelektrični učinak
- Opisati tvorbu para
- Opisati prolaz fotonskog zračenja kroz tvar
- Definirati atenuacijske koeficijente, filtarsku poluvrijednost, Hounsfieldove jedinice
- Diskutirati čimbenike koji utječu na kvalitetu radiografske slike i dozu zračenja koju prima pacijent
- Objasniti nastanak radiografske slike uslijed različite atenuacije u tkivima
- Objasniti utjecaj promjene anodnog napona na radiografsku kvalitetu
- Objasniti utjecaj kolimiranosti i filtracije snopa na radiografsku kvalitetu
- Objasniti utjecaj primjene rešetki na radiografsku kvalitetu
- Objasniti utjecaj kompresije pacijenta na radiografsku kvalitetu

### **P23. Atomske jezgre i nuklearni procesi**

#### Ishodi učenja:

- Opisati strukturu atomske jezgre
- Navesti osobine nuklearne sile
- Objasniti defekt mase i energiju vezanja atomske jezgre
- Objasniti nuklearnu fisiju i fuziju
- Opisati nastanak radioaktivnog zračenja
- Navesti svojstva radioaktivnog zračenja
- Navesti i objasniti vrste radioaktivnih raspada
- Napisati nuklearne reakcije

### **P24. Radioaktivnost**

#### Ishodi učenja:

- Objasniti, napisati i grafički prikazati zakon radioaktivnog raspada
- Definirati: radioaktivnu konstantu, fizikalno, biološko i efektivno vrijeme poluraspada,..
- Definirati aktivnost radioaktivnog izvora, specifičnu i koncentracijsku aktivnost
- Navesti jedinice za aktivnost, specifičnu i koncentracijsku aktivnost

### **P25. Medicinska primjena radionuklida**

#### Ishodi učenja:

- Navesti vrste uređaja koji koriste radioaktivne izotope
- Objasni na kojim fizikalnim principima rade uređaji koji koriste radionuklide u medicini
- Navesti i objasniti uporabu radioaktivnog zračenja u medicinskoj dijagnostici
- Navesti i objasniti uporabu radioaktivnog zračenja u terapiji

### **P26. Interakcija čestičnog zračenja i tvari**

#### Ishodi učenja:

- Objasniti međudjelovanje čestičnog zračenja i tvari
- Objasniti međudjelovanje čestica koje posjeduju naboj (elektroni, protoni, alfa čestice,..) i tvari
- Objasniti međudjelovanje neutrona i tvari

### **P27. Dozimetrija ionizirajućeg zračenja**

#### Ishodi učenja:

- Definirati ekspozicijsku dozu ionizirajućeg zračenja i pripadnu mjernu jedinicu
- Definirati apsorbiranu dozu ionizirajućeg zračenja i pripadnu mjernu jedinicu
- Definirati ekvivalentnu dozu ionizirajućeg zračenja i pripadnu mjernu jedinicu
- Definirati efektivnu dozu ionizirajućeg zračenja i pripadnu mjernu jedinicu
- Znati značenje i vrijednosti težinskih koeficijenata zračenja
- Definirati efektivnu dozu i pripadnu mjernu jedinicu
- Znati značenje i vrijednosti težinskih koeficijenata tkiva

### **P28. Uređaji za detekciju ionizirajućeg zračenja**

#### Ishodi učenja:

- Nacrtati i objasniti shemu detekcije ionizirajućih zračenja
- Navesti tipove detektora zračenja i objasniti fizikalne principe rada uređaja za detekciju i mjerenje zračenja



## **P29. Zaštita od ionizirajućeg zračenja I**

### Ishodi učenja:

Navesti i primijeniti osnovna načela zaštite od ionizirajućih zračenja (opravdanost, optimalizacija, ograničenje ozračivanja)

Navesti i primijeniti osnovna načela tehničke zaštite (vrijeme, udaljenost, zaštitna sredstva, zaštitne barijere)

Objasniti kako se mjeri stupanj izloženosti lica koja rade s izvorima ionizirajućeg zračenja i navesti odgovarajuće mjere zaštite

## **P30. Zaštita od ionizirajućeg zračenja II**

### Ishodi učenja:

Objasniti biološko djelovanje ionizirajućeg zračenja

Objasniti radijacijsko kemijske procese u tkivu

Klasificirati učinke zračenja na čovjeka

Nabrojiti čimbenike koji određuju jakost bioloških oštećenja izazvanih zračenjem

Objasniti utjecaj ionizirajućeg i neionizirajućeg zračenja na zdravlje čovjeka

Procijeniti zdravstveni rizik izlaganja trudnica zračenju

Poznavati zakonske propise koji reguliraju zaštitu pacijenata i profesionalno izloženih osoba izloženih ionizirajućim zračenjima

## **Popis seminara s pojašnjenjem:**

Na seminarima se rješavaju problemski i numerički zadaci vezani za problematiku obrađenu na predavanjima, te prezentiraju seminarski radovi studenata. Student je obvezan u toku nastave izraditi jedan seminarski rad prema uputama nastavnika.

### **Popis seminara:**

**S1.** Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI). Pretvorba mjernih jedinica.

**S2.** Opća fizika, unutarnja energija, temperatura, toplina (zadaci). Zvuk i ultrazvuk.

**S3.** Elektrostatika (zadaci)

**S4.** Električna struja I (zadaci)

**S5.** Električna struja II (zadaci)

**S6.** Elektromagnetizam (zadaci)

**S7.** Elektromagnetska indukcija Izmjenične struje (zadaci).

**S8.** Fizikalni temelji infracrvenog zračenja i primjena u medicini. Elektromagnetsko zračenje (zadaci).

**S9.** Fizikalni temelji ultrazvuka i primjena u medicini.

**S10.** Fizikalni temelji fluoroskopije i primjena u medicinskoj dijagnostici. Međudjelovanje fotonskog zračenja i tvari I (zadaci).

**S11.** Fizikalni temelji rada linearnog akceleratora i primjena u radioterapiji. Međudjelovanje fotonskog zračenja i tvari II (zadaci).

**S12.** Atomske jezgre i nuklearni procesi, radioaktivnost (zadaci).

**S13.** Osobna dozimetrija ionizirajućeg zračenja (zadaci). Biološki učinci i izloženost populacije ionizirajućem zračenju iz različitih izvora.

### Ishodi učenja:

Razvijanje analitičkog i kvantitativnog pristupa, kako bi studenti spoznali vezu između prirodnih zakona i njihove primjene u radiološkoj tehnologiji  
Rješavanje problemskih zadataka  
Rješavanje numeričkih zadataka  
Izrada i prezentacija seminarskog rada

**Obveze studenata:**

Student/studentica mora odslušati minimalno 70% nastave te pristupiti provjerama znanja (svim kolokvijima).

**Ispit (način polaganja ispita, opis pisanog/usmenog/praktičnog dijela ispita, način bodovanja, kriterij ocjenjivanja):**

Studenti će tijekom nastave i završnog ispita moći sakupiti najviše 100 bodova (100%), najviše 50% tijekom trajanja nastave i najviše 50% na završnom ispitu. Konačna ocjena je zbroj bodova (postotaka) ostvarenih tijekom nastave i na završnom ispitu, a formira se sukladno Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci (Tablica 1).

Tablica 1. Sustav ocjenjivanja

Postotak usvojenog znanja, vještina i kompetencija (nastava + završni ispit)	BROJČANA OCJENA	ECTS ocjena
90 - 100%	5 (izvrstan)	A
75 - 89,9%	4 (vrlo dobar)	B
60 - 74,9%	3 (dobar)	C
50 - 59,9%	2 (dovoljan)	D
< 50%	1 (nedovoljan)	F

**Vrednovanje obveza tijekom nastave**

Bodovi iz nastave dobivaju se za:

- a) uspjeh pokazan na četiri kolokvija
- b) izradu i prezentaciju seminarskog rada
- c) rješavanje zadaće

**Kolokviji (do 40 bodova)**

Tijekom trajanja nastave održat će se četiri obvezna kolokvija. Prvi kolokvij obuhvaća gradivo s predavanja (P1–P7A/P7B), drugi gradivo s predavanja (P8–P13). Treći s predavanja (P14–P22) i četvrti s predavanja (P23–P30). Na svakom kolokviju student/studentica može ostvariti najviše 10 bodova iz 20 postavljenih pitanja ili tvrdnji (zadaci višestrukog izbora). Svako pitanje ili tvrdnja ima pet ponuđenih odgovora, od kojih više njih može biti točno. Samo pitanje čiji su odgovori u potpunosti točno riješeni se boduje. Ne postoje negativni bodovi.

Transformacijska skala iz broja točno odgovorenih pitanja u bodove je slijedeća:

**Od (0-9) točnih odgovora 0 bodova. Od (10-20) točnih odgovora, broj odgovora se množi s 0,5. Primjer: za 12 točnih odgovora student/studentica dobije 6 ocjenskih bodova.**

### Seminarski rad (do 5 bodova)

Tijekom trajanja nastave svaki student/studentica obavezan je izraditi seminarski rad na odabranu temu. O načinu izrade seminarskog rada i izlaganja istog studenti će biti informirani na nastavi.

Bodovanje seminarskog rada i prezentacije istog je slijedeća: zadovoljavajući sa značajnim nedostacima 1 bod, zadovoljavajući 2 boda, prosječan s primjetnim greškama 3 boda, iznadprosječan sa ponekom greškom 4 boda, izuzetan 5 bodova.

### Zadaća (do 5 bodova)

Tijekom trajanja nastave svaki student/studentica obavezan je napisati i prezentirati dva zadatka iz područja fizike koje je navedeno u INP. Detaljne upute o izradi studenti će dobiti na nastavi.

Bodovanje zadaće: zadovoljavajuća sa značajnim nedostacima 1 bod, zadovoljavajuća 2 boda, prosječna s primjetnim greškama 3 boda, iznadprosječna sa ponekom greškom 4 boda, izuzetna 5 bodova.

### Završni ispit (do 50 ocjenskih bodova)

Završnom ispitu student/studentica pristupa po završetku nastave i pod uvjetom da je ostvario/la najmanje 25 bodova iz nastave. Završni ispit je pisani ispit. Sastoji se od 25 pitanja višestrukog izbora iz cijelog gradiva. Na završnom ispitu može se ostvariti najviše 50 bodova raspodijeljenih na način prikazan u Tablici 2.

Tablica 2. Prikaz preračunavanja točnih odgovora u ocjenske bodove (završni ispit)

točni odgovori	0 -12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ocjenski bodovi	0	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50

Student/studentica ima pravo tri puta polagati završni ispit. Ako ga ni tada ne polože, upisuju kolegij slijedeće akademske godine.

### Popravni ispit

Student/studentica koji tijekom nastave nisu sakupili 25 ili više bodova imaju pravo na 1 popravni ispit. U tom slučaju se poništavaju ostvareni bodovi iz kolokvija. Popravni ispit sastoji se od 40 pitanja iz cjelokupnog gradiva (Tablica 3).

Tablica 3. Prikaz preračunavanja točnih odgovora u ocjenske bodove (popravni ispit)

točni odgovori	0 -19	20-24	25-29	30-34	35-37	38-40
ocjenski bodovi	0	20	25	30	35	40

Ukoliko nakon popravnog ispita studenti ukupno ostvare 25 i više bodova iz nastave, mogu pristupiti završnom ispitu.

### Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:

Za kolegij nije predviđeno izvođenje nastave na stranom jeziku.

**Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:**

**Pohađanje nastave**

**Pohađanje svih oblika nastave je obvezno.** Studenti su na nastavu dužni nositi kalkulator i potreban pribor, o čemu će ih izvijestiti nastavnici.

**Akademski čestitost**

Poštivanje načela akademske čestitosti očekuju se i od nastavnika i od studenata u skladu s **Etičkim kodeksom Sveučilišta u Rijeci** i **Etičkim kodeksom za studente**.

**Kontaktiranje s nastavnicima**

Kontaktiranje s nastavnicima obavlja se u za to predviđenom vremenu (konzultacije), kao i putem elektroničke pošte. Sve obavijesti vezane uz nastavu studenti će dobiti na uvodnom predavanju.

Obavijesti vezane za kolegij bit će objavljene na oglasnoj ploči i web stranicama Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci.

**SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2024./2025. godinu)**

**Raspored nastave**

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Provjere znanja (kolokviji)	Nastavnik
30.9.2024. ponedjeljak	P1-Uvodno predavanje (8.00-10.00) ORL			Lejla Jelovica, mag.educ.math.et phys.
2.10.2024. srijeda	P2 (8,00-11,00) Informatička učionica			Lejla Jelovica, mag.educ.math.et phys.
3.10.2024. četvrtak	P3 (12,00-14,00) predavaonica Z7			Lejla Jelovica, mag.educ.math.et phys.
4.10.2024. petak		S1 (8,00-10,00) Informatička učionica		Lejla Jelovica, mag.educ.math.et phys.
8.10.2024. utorak	P4(12,00-14,00) predavaonica Z7			Lejla Jelovica, mag.educ.math.et phys.
9.10.2024. srijeda	P4 (12,00-14,00) predavaonica Z3			Lejla Jelovica, mag.educ.math.et phys.

10.10.2024. četvrtak	P5(12,00-14,00) predavaonica Z7			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
15.10.2024. četvrtak		S2 (12,00-14,00) predavaonica Z7		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
17.10.2024. četvrtak	P6 (12,00-14,00) predavaonica Z7			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
18.10.2024. petak		S3 (12,00-14,00) predavaonica Z6		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
21.10.2024. ponedjeljak	P7A/P7B (10,00-12,00) NZZIZ			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
23.10.2024. srijeda	P8 (8,00-10,00) Informatička učionica			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
24.10.2024. četvrtak		S4 (12,00-14,00) predavaonica Z1	I. kolokvij	Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
25.10.2024. petak	P9(10,00-12,00) Infektologija			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
28.10.2024. ponedjeljak	P10(10,00-12,00) NZZIZ			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
30.10.2024. srijeda	P11(14,00-15,00) predavaonica Z2	S5 (15,00-16,00) predavaonica Z2		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
6.11.2024. srijeda	P12(11,00-13,00) predavaonica Z3			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
7.11.2024. četvrtak	P13(12,00-14,00) Informatička učionica	S6 (14,00-16,00) Informatička učionica		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
13.11.2024. srijeda	P14(13,00-15,00) Informatička učionica			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
14.11.2024. četvrtak	P15(12,00-14,00) Informatička učionica	S7 (14,00-15,00) Informatička učionica	II. kolokvij	Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
15.11.2024. petak	P16 (10,00-12,00) predavaonica Z7	S8 (12,00-14,00) predavaonica Z7		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
21.11.2024. Četvrtak	P17 (13,00 -15,00) predavaonica Z1			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
22.11.2024. petak	P18 (10,00-11,00) Infektologija	S9 (11,00-13,00) Infektologija		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
28.11.2024. Četvrtak	P19 (8,00-10,00) predavaonica Z1	S10 (10,00-12,00) predavaonica Z1		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.

29.11.2024. petak	P20(13,00-15,00) predavaonica Z5			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
5.12.2024. četvrtak	P21 (8,00-10,00) predavaonica Z1	S11 (10,00-12,00) predavaonica Z1		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
6.12.2024. petak		S12A (12,00-14,00) predavaonica Z1		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
9.12.2024. ponedjeljak	P22 (10,00-12,00) predavaonica Z2			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
11.12.2024. srijeda	P23 (8,00-10,00) predavaonica Z4			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
16.12.2024. ponedjeljak		S12B (10,00-12,00) predavaonica Z1	III. kolokvij	Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
18.12.2024. srijeda	P24 (8,00-10,00) predavaonica Z2			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
7.1.2025. utorak	P25(13,00-15,00) predavaonica Z1			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
8.1.2025. srijeda		S13A/13B (8,00-10,00) predavaonica Z1		Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
10.1.2025. petak	P26(12,00-14,00) predavaonica Z2			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
13.1.2025. ponedjeljak	P27(10,00-12,00) predavaonica Z1			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
15.1.2025. srijeda	P28(8,00-10,00) predavaonica Z1			Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.
20.1.2025. ponedjeljak	P30(10,00-12,00) predavaonica Z1		IV. kolokvij	Lejla Jelovica mag.educ.math.et phys.

**Popis predavanja, seminara i vježbi:**

P	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
P1	Uvodno predavanje	2	ORL
P2	Opća fizika	2	INF. UČ.
P3	Zvuk i ultrazvuk	2	Z7
P4	Unutarnja energija, temperatura, toplina	2	Z3
P5	Atomska struktura	2	Z7
P6	Geometrijska optika	2	Z7
P7A/P7B	Elektrostatika I i II	4	NZZJZ
P8	Električna struja I	2	INF. UČ.
P9	Električna struja II	2	INFEKTOLOGIJA
P10	Magnetizam	2	NZZJZ
P11	Elektromagnetizam	2	Z2
P12	Elektromagnetska indukcija	2	Z3
P13	Izmjenične struje	2	INF. UČ.
P14	Prolaz struje u vakuumu	2	INF. UČ.
P15	Rendgen cijevi	2	INF. UČ.
P16	Poluvodiči i primjena u rendgen tehnici	1	Z7
P17	Elektromagnetsko zračenje	2	Z1
P18	Izvori i svojstva rendgenskog zračenja	2	INFEKTOLOGIJA
P19	Čimbenici koji utječu na izlazni snop rendgenskog zračenja	1	Z1
P20	Rendgenski uređaji	2	Z5
P21	Primjena rendgenskog zračenja u medicini	2	Z1
P22	Interakcija fotonskog zračenja i tvari	2	Z2
P23	Atomske jezgre i nuklearni procesi	2	Z4
P24	Radioaktivnost	2	Z2
P25	Medicinska primjena radionuklida	2	Z1
P26	Interakcija čestičnog zračenja i tvari	2	Z2
P27	Dozimetrija ionizirajućeg zračenja (fizikalne veličine i jedinice)	2	Z1
P28	Uređaji za detekciju i mjerenje ionizirajućeg zračenja	2	Z1
P29 / P30	Zaštita od ionizirajućeg zračenja I	4	Z1
	<b>Ukupan broj sati predavanja</b>	<b>60</b>	

S	SEMINARI (tema seminara)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
S1	Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI). Pretvorba mjernih jedinica	2	INF. UČ.
S2	Opća fizika, unutarnja energija, temperatura, toplina (zadaci)	2	Z7
S3	Elektrostatika (zadaci)	2	Z6
S4	Električna struja I (zadaci)	2	Z1
S5	Električna struja II (zadaci)	2	Z2
S6	Elektromagnetizam (zadaci).	2	INF. UČ.
S7	Elektromagnetska indukcija Izmjenične struje (zadaci)	2	INF. UČ.
S8	Elektromagnetsko zračenje (zadaci) Fizikalni temelji infracrvenog zračenja i primjena u medicini	2	Z7
S9	Fizikalni temelji ultrazvuka i primjena u medicini	2	INFЕКТОЛОГИЈА
S10	Fizikalni temelji fluoroskopije i primjena u medicinskoj dijagnostici. Međudjelovanje fotonskog zračenja i tvari I (zadaci)	2	Z1
S11	Fizikalni temelji rada linearnog akceleratora i primjena u radioterapiji. Međudjelovanje fotonskog zračenja i tvari (zadaci)	2	Z1
S12A/S12B	Atomske jezgre i nuklearni procesi, radioaktivnost (zadaci).	4	Z1
S13A/13B	Osobna dozimetrija ionizirajućeg zračenja (zadaci). Biološki učinci i izloženost populacije ionizirajućem zračenju iz različitih izvora.	4	Z1
<b>Ukupan broj sati seminara</b>		<b>30</b>	

ISPITNI TERMINI (završni ispit)	
1.	12.2.2025.
2.	27.2.2025.
3.	12.6.2025.
4.	27.6.2025.