

Medicinski fakultet u Rijeci

## IZVEDBENI NASTAVNI PLAN 2024/2025

Za kolegij

# Ionizirajuća i neionizirajuća zračenja

Studij:	<b>Sanitarno inženjerstvo (R)</b> Sveučilišni prijediplomski studij
Katedra:	<b>Katedra za medicinsku fiziku i biofiziku</b>
Nositelj kolegija:	<b>izv. prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz.</b>
Godina studija:	<b>2</b>
ECTS:	<b>4</b>
Stimulativni ECTS:	<b>0 (0.00%)</b>
Strani jezik:	<b>Ne</b>

## Podaci o kolegiju:

Kolegij Ionizirajuća i neionizirajuća zračenja je obvezni predmet na drugoj godini sveučilišnog prijediplomskog studija sanitarnog inženjerstva koji se održava u drugom semestru, a sastoji se od 15 sati predavanja, i 22 sati seminara, i 8 sati laboratorijskih vježbi, ukupno 45 sati (4 ECTS).

Ciljevi kolegija su:

- upoznavanje s osnovama fizikalnih fenomena koji se manifestiraju u obliku ionizirajućeg ili neionizirajućeg zračenja
- definiranje parametara važnih za razumijevanje pojedine vrste zračenja
- upoznavanje s metodama detekcije ionizirajućeg zračenja i tipovima detektora
- upoznavanje s osnovama zaštite od ionizirajućeg zračenja

### A. KOGNITIVNA DOMENA - ZNANJE

Objasniti osobitosti Planckova zakona zračenja crnog

Razlikovati fotoelektrični i Comptonov efekt

Raspraviti dualizam svjetlosti

Opisati Planckov zakon i kvantizaciju energije

Zaključiti zakon radioaktivnog raspada

Razlikovati beta i alfa raspade i njihove spektre

Objasniti gama zračenje i njegova svojstva

Objasniti princip rada lasera.

Objasniti razliku između ionizirajućeg i neionizirajućeg zračenja

Opisati i objasniti mehanizme međudjelovanja ionizirajućeg zračenja i tvari

Razumjeti strukturu atoma i građu jezgre

Klasificirati dozimetrijske veličine

### B. PSIHOMOTORIČKA DOMENA - VJEŠTINE

Povezati masu i energiju

Uočiti defekt mase i njegovo značenje

Primijeniti slabljenje zračenja prolaskom kroz materiju

Povezati principe detekcije zračenja s vrstama detektora

## Popis obvezne ispitne literature:

1. Jurković S., Smilović Radojčić Đ., Dundara Debeljuh D. Ionizirajuće i neionizirajuće zračenje. Fizikalne osnove za nefizičare. Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2023.
2. Praktikum fizikalnih mjerenja, Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2006.

## Popis dopunske literature:

1. Brnjas-Kraljević: Fizika za studente medicine, I dio Struktura materije i dijagnostičke metode, Medicinska naklada, Zagreb, 2001.

## **Nastavni plan:**

### **Vježbe popis (s naslovima i pojašnjenjem):**

#### **V1 Struja u vakuumu**

- Grafički prikazati strujno-naponsku karakteristiku diode
- Grafički prikazati strujno-naponsku karakteristiku triode
- Izmjeriti istosmjerne i izmjenične napone

#### **V2 Laser**

- Objasniti razliku između spontane i stimulirane emisije
- Odrediti valnu duljinu laserske svjetlosti pomoću ogiba na pukotini
- Odrediti debljinu niti pomoću ogiba

#### **V3 Ionizirajuće zračenje**

- Upoznati osnovne vrste ionizirajućeg zračenja
- Upoznati osnovne jedinice koje se koriste u dozimetriji ionizirajućeg zračenja
- Definirati doseg zračenja i debljinu poluapsorpcije
- Odrediti doseg beta zračenja u aluminiju

#### **V4 Nadoknada**

#### **Nadoknada**

### **Predavanja popis (s naslovima i pojašnjenjem):**

#### **P1 Uvod. Toplinsko zračenje.**

- Upoznati studente s ciljevima kolegija, njegovim sadržajem, načinom odvijanja kolegija te sakupljanjem bodova i načinom polaganja ispita. Ponavljanje osnovnih fizikalnih pojmova važnih za daljnje praćenje kolegija.
- Usvojiti pojmove vezane za prijenos topline s naglaskom na prijenos zračenjem
- Definirati tok, intenzitet i spektralnu gustoću toplinskog zračenja
- Razlikovati koeficijente koji se vežu za toplinsko zračenje i shvatiti podjelu na bijela, siva i crna tijela

#### **P2 Zračenje crnog tijela**

- Definirati savršeno crno tijelo i njegove karakteristike
- Definirati empirijske zakone crnog tijela i spoznati osobitosti svakog od njih
- Definirati ograničenja klasične fizike te razloge za kvantnu hipotezu
- Usvojiti osobitosti Planckova zakona zračenja crnog tijela

#### **P3 - P4 Kvantna priroda materije**

- Spoznati i usvojiti ograničenja klasične fizike te definirati pojave koje klasična fizika ne može objasniti Definirati kvantnu hipotezu i redefinirati zakon crnog tijela
- Usvojiti osnovne pojmove vezane za fotoelektrični i Comptonov efekt
- Definirati eksperimentalne uvjete za svaki od njih te osnovne rezultate

#### **P5 Struktura atoma**

- Definirati osnovne pojmove vezano za sastav atoma
- Razumjeti osobitosti različitih modele atoma opisanih zakonima klasične fizike i spoznati njihova ograničenja te razloge za uvođenje kvantno-mehaničkog modela atoma
- Definirati način nastanka i osobitosti linijskih spektara
- Definirati Bohrove postulate, razumjeti osobitosti Bohrova modela atoma i prikazati posljedice
- Povezati strukturu atoma i kvantnu mehaniku
- Definirati osnovne principe kvantne mehanike i reperkusije njihove primjene na strukturu atoma

#### **P6 Elektromagnetsko zračenje**

Ponoviti osnovne pojmove vezane za elektromagnetsko zračenje

- Definirati spektar elektromagnetskog zračenja i spoznati osobitosti njegovih pojedinih dijelova
- Usvojiti vezu između energije i valne duljine, odnosno frekvencije elektromagnetskog zračenja
- Usvojiti pojam dualizma val-čestica i povezati s kvantnom prirodom
- Razložiti spektar elektromagnetskog zračenja na sastavne dijelove i spoznati karakteristike pojedinih dijelova
- Definirati osnovne principe spektroskopije i razlikovati različite vrste

#### **P7 - P8 X- zrake i njihova primjena**

- Definirati svojstva X-zraka
- Razlikovati vrste X-zraka i njihove spektre
- Objasniti način proizvodnje X-zraka i prikazati njihovu primjenu u medicini

#### **P9 - P10 Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom**

- Ponoviti vrste i svojstva elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja
- Definirati vrste indirektno ionizirajućeg zračenja i njihove karakteristike
- Razumjeti razliku između X i  $\gamma$  zračenja
- Definirati parametre koji utječu na slabljenje snopova fotona visokih energija
- Naučiti osnovne mehanizme međudjelovanja snopova fotona visokih energija s materijom i kako se to primjenjuje u medicini

#### **P11 - P12 Građa jezgre i radioaktivnost**

- Definirati osnovne pojmove vezano za sastav jezgre atoma
- Ponoviti činjenice vezane za formiranje periodnog sustava elemenata
- Ponoviti pojmove izotopa i atomske jedinice mase
- Usvojiti pojam defekta mase i energije vezanja nukleona u jezgri te razumijeti njihovo značenje
- Ponoviti činjenice vezane za otkriće radioaktivnosti
- Razumjeti razloge nestabilnosti jezgara
- Definirati pojam radioaktivnost i vrste radioaktivnog raspada
- Razlikovati vrste ionizirajućeg zračenja
- Definirati zakon radioaktivnog raspada i aktivnost te jedinice koje je opisuju
- Razlikovati različite vrste ionizirajućeg zračenja prema doseg

#### **P13 Detektori ionizirajućeg zračenja**

- Definirati princip rada detektora ionizirajućeg zračenja
- Razlikovati vrste detektora i spoznati njihove karakteristike
- Naučiti principe rada različitih detektora i način detekcije učinka ionizirajućeg zračenja
- Usvojiti principe rada detektora koji se koriste za osobnu dozimetriju i njihove karakteristike

#### **P14 Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja**

- Definirati i razlikovati apsorbiranu, efektivnu i ekvivalentnu dozu
- Usvojiti koncept određivanja apsorbirane doze
- Definirati osnovne principe zaštite od zračenja i njihovu primjenu
- Definirati biološke učinke ionizirajućeg zračenja
- Naučiti osnovna načela zaštite od zračenja

#### **P15 Laseri**

- Definirati pojmove vezano za spontanu i stimuliranu emisiju
- Razumjeti razliku između laserske svjetlosti i „obične“ svjetlosti
- Definirati pojam inverzne naseljenosti
- Objasniti princip rada laser

#### **Seminari popis (s naslovima i pojašnjenjem):**

#### **S1 Toplinsko zračenje. Zakoni zračenja crnog tijela.**

- Primjeniti karakteristike savršenog crnog tijela na realno tijelo
- Upotrijebiti zakone toplinskog zračenja užarenog tijela u rješavanju numeričkih problema
- Objasniti spektar zračenja užarenog tijela

## **S2 Valna priroda čestica**

- Razumjeti i primjeniti pojam kvanta energije
- Objasniti dvojni prirodu elektromagnetskog zračenja
- Primjeniti valnu prirodu čestice u izrazu kojim je opisana ekvivalentnost energije i mase

## **S3 Fotoelektrični učinak. Comptonovo raspršenje.**

- Razlikovati fotoelektrični efekt i Comptonovo raspršenje
- Povezati fotoelektrični efekt i izlazni rad (energiju vezanja elektrona)
- Povezati energiju upadnog i raspršenog fotona kod Comptonovog raspršenja
- Rješavanje numeričkih problema

## **S4 Struktura atoma.**

- Razumjeti razvoj ideje modela atoma kroz povijest
- Primjeniti Bohrov modela atoma, izračunati radijuse putanja, brzinu, energiju elektrona u energetskim stanjima
- Primjeniti Bohrove postulate i objasniti apsorpciju i emisiju kvanta energije

## **S5 Spektar elektromagnetskog zračenja**

- Razumijeti ovisnost energije i valne duljine elektromagnetskog zračenja
- Razložiti spektar elektromagnetskog zračenja na sastavne dijelove i spoznati karakteristike pojedinih dijelova

## **S6 X-zrake**

- Objasniti nastanak X-zraka u rendgenskoj cijevi
- Rješavanje numeričkih problema (Izračun brzine elektrona, valne duljine X-zraka...)
- Objasniti razliku između karakterističnog i zakočnog zračenja

## **S7 Struktura atomske jezgre. Radioaktivnost**

- Koristiti zakon radioaktivnog raspada u rješavanju numeričkih problema
- Izračunati vrijeme poluživota radioaktivnog elementa
- Povezati brzinu raspada radioaktivnog uzorka i aktivnost uzorka
- Razumjeti liniju stabilnosti radioaktivnih elemenata
- Koristiti izraz za energiju vezanja nukleona u jezgri za izračun mase pojedinog uzorka

## **S8 Radioaktivni raspadi**

- Razlikovati vrste radioaktivnih raspada
- Odrediti vrstu energetskog spektra čestice koja nastaje radioaktivnim raspadom
- Odrediti kemijski element koji nastane kao posljedica radioaktivnog raspada
- Objasniti razliku između gama zračenja i čestičnih zračenja

## **S9 Nuklearne reakcije**

- Razlikovati radioaktivne raspade i nuklearne reakcije
- Primjeniti zakone očuvanja energije, mase, količine gibanja i naboja pri nuklearnim reakcijama
- Izračunati energetska vrijednost nuklearne reakcije

## **S10 Slabljenje snopa fotona**

- Izvesti izraz za debljinu poluapsorpcije koristeći izraz za slabljenje intenziteta snopa fotona
- Izračunati debljinu absorbera za određeni snop fotona
- Povezati slabljenje intenziteta snopa s kemijskim elementom absorbera (štita)

## **S11 Dozimetrijske veličine**

- Razlikovati apsorbiranu, ekvivalentnu i efektivnu dozu
- Određivanje apsorbirane doze
- Primjena dozimetrijskih veličina u zaštiti od zračenja

## Obveze studenata:

Sve obavijesti o provođenju kolegija, kao i nastavni materijali bit će dostupni na sustavu za e-učenje Merlin. Studenti trebaju redovito posjećivati navedene sustave kako bi bili na vrijeme informirani o svim činjenicama ili promjenama koje se tiču kolegija.

Nadalje, studenti trebaju redovito izvršavati obveze koje se odnose na redovito pohađanje nastave i aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave

### POHAĐANJE NASTAVE:

Nastava je organizirana prema rasporedu objavljenom na sustavu za e-učenje Merlin. Prisustvovanje predavanjima, seminarima i vježbama je obavezno te se za svaki od navedenih oblika nastave zasebno vodi evidencija za svakog studenta.. Student može opravdano izostati do 30 % sati predviđenih zasebno za predavanja, seminare i vježbe, isključivo zbog zdravstvenih razloga, što se opravdava liječničkom ispričnicom. Ako student neopravdano izostane s više od 30 % nastave po pojedinom obliku nastave (4 sati predavanja, 6 sati seminara, 2 sata vježbi), ne može nastaviti praćenje kolegija i gubi mogućnost izlaska na završni ispit (0 ECTS bodova, ocjena F).

### POSEBNE ODREDBE ZA ONLINE NASTAVU

Sukladno trenutno važećim "Preporukama za primjereno ponašanje u virtualnim sustavima za provođenje online nastave i ostalim oblicima rada u virtualnom okruženju" Sveučilišta u Rijeci (3.3.2021.), određeni oblici nastave mogu biti održani u online okruženju u realnom vremenu prema objavljenom rasporedu.

### PRIPREMANJE ZA NASTAVU

Studenti trebaju biti pripremljeni za svaki sat seminara i za izvođenje svake laboratorijske vježbe. Pripremljenost za laboratorijske vježbe provjerava se usmenim ispitivanjem.

### AKTIVNO SUDJELOVANJE NA NASTAVI

Na seminarima (S1-11) studenti praktično primjenjuju teorijska znanja usvojena na predavanjima rješavanjem numeričkih problema. Studenti su dužni biti pripremljeni za izvođenje seminara i aktivno sudjelovati. Kroz semestar studenti polažu dva kolokvija u obliku pismenog ispita. Pozitivno ocijenjeni kolokviji uvjet su za izlazak na završni ispit.

Laboratorijske vježbe (V1-3) imaju zadaću da se studenti izvođenjem mjerenja pobliže upoznaju s fizikalnim mjerenjima. Ocjenjuje se pripremljenost studenta za vježbe i obrada rezultata izvršenih mjerenja. Studenti vrše obradu vježbi na samim vježbama te se na kraju svake vježbe ocjenjuje njihov rad i obrada vježbe ocjenom od 1 do 5. Pozitivno ocijenjene sve vježbe uvjet su za izlazak na završni ispit.

Pohađanje nastave	0,25	Aktivnost u nastavi	0,25	Seminarski rad	-	Ekperimentalni rad	0,25
Pismeni ispit	-	Usmeni ispit	2	Esej	-	Istraživanje	-
Projekt	-	Kontinuirana provjera znanja	1,25	Referat	-	Praktični rad	-
Portfolio							

### Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci, te prema Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci. Ocjenjivanje se provodi primjenom ECTS bodova (% / A-F) i brojanog sustava (1-5).

Rad studenata vrednovat će se i ocjenjivati tijekom nastave te na završnom ispitu. Od ukupno 100 ocjenskih bodova, tijekom nastave student može ostvariti najviše 50 ocjenskih bodova (50 %) od ocjena putem kolokvija i iz odrađenih i obrađenih vježbi, te na završnom ispitu, najviše 50 ocjenskih bodova (50 %).

### TIJEKOM NASTAVE (UKUPNO NAJVIŠE 50 BODOVA):

Tijekom trajanja nastave procjenjivat će se aktivno sudjelovanje u nastavi, izvršavanje postavljenih zadataka na seminarima i laboratorijskim vježbama na način da se usmeno ispituje pripremljenost za izradu vježbe. Za izvršavanje zadataka na seminarima studenti mogu sakupiti 4 ocjenska boda. Tijekom dva kolokvija moguće je sakupiti maksimalno 40 ocjenskih bodova. Za izlazak na završni ispit potrebno je na svakom kolokviju sakupiti više od 50% bodova. Tijekom nastave studenti su obvezni izvesti sve tri vježbe. Studenti vrše obradu vježbi na samim vježbama te se na kraju svake vježbe ocjenjuje njihov rad i obrada vježbe. Na laboratorijskim vježbama moguće je sakupiti do 6 ocjenskih bodova. Pozitivno ocijenjene i priznate vježbe uvjet su za izlazak na završni ispit.

Maksimalno je moguće skupiti 50 ocjenskih bodova tijekom nastave.

Popravci/nadoknade

Popravak je moguć za svaki kolokvij jedanput. Svaki student može nadoknaditi samo jednu laboratorijsku vježbu u terminu

predviđenim za nadoknadu.

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

Položen ispit iz kolegija Fizika i biofizika sa prve godine studija.

### **ZAVRŠNI ISPIT (UKUPNO NAJVIŠE 50 BODOVA):**

Završnom ispitu ne mogu pristupiti studenti koji:

- konačno ostvaruju manje od 25 ocjenskih bodova, i/ili
- imaju 30 % i više neopravdanih izostanaka s nastave

Takav student ocjenjuje se ocjenom F (nedovoljan), ne može steći ECTS bodove niti izaći na završni ispit, odnosno mora predmet ponovno upisati naredne akademske godine.

Završnom ispitu student/studentica pristupa po završetku nastave i pod uvjetom da je ostvario/la najmanje 25 bodova (50% ocjenskih bodova koje je bilo moguće steći tijekom nastave).

Završni ispit je usmeni i sastoji se od najmanje dva pitanja.

Usmeni ispit je javan i obavezni su mu prisustvovati svi studenti koji su ispunili uvjete za njegovu prijavu na tom roku.

Na završnom ispitu student može ostvariti najviše 50 ocjenskih bodova.

### **KONAČNA OCJENA:**

Konačna ocjena je zbroj ocjenskih bodova prikupljenih tijekom nastave i na završnom ispitu. Ocjenjivanje unutar ECTS sustava provodi se prema ostvarenom konačnom uspjehu na sljedeći način:

Postotak ostvarenih ocjenskih bodova	ECTS ocjena	Brojčana ocjena
90-100	A	izvrstan (5)
75-89,9	B	vrlo dobar (4)
60-74,9	C	dobar (3)
50-59,9	D	dovoljan (2)
0-49,9 (student koji su tijekom nastave ostvarili manje od 25 bodova ili nisu položili završni ispit)	F	nedovoljan (1)

Termini održavanja testova tijekom nastave:

### **Parcijalni ispiti:**

- Prvi kolokvij: 18.04.2025.
- Drugi kolokvij: 09.05.2025.

### **Ispitni termini:**

- 1. rok 16.06.2025.
- 2. rok 30.06.2025.
- 3. rok 15.07.2025.

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

### **Dodatne napomene**

Nastavnici i suradnici su svakodnevno tijekom radnog vremena dostupni putem e-mail adresa za sva pitanja koja se tiču nastave.

izv. prof. dr. sc. Slaven Jurković [slaven.jurkovic@uniri.hr](mailto:slaven.jurkovic@uniri.hr)

doc. dr. sc. Đeni Smilović Radojčić [djenisr@uniri.hr](mailto:djenisr@uniri.hr)

Marijana Majetić, viša laborantica [marijana.majetic@uniri.hr](mailto:marijana.majetic@uniri.hr) - administrator

Marija Musulin, laborantica [marija.musulin@uniri.hr](mailto:marija.musulin@uniri.hr)

Svi sadržaji vezani uz nastavu nalaze se na portalu Merlin 2024./2025.

## SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE 2024/2025

Ionizirajuća i neionizirajuća zračenja

<b>Predavanja</b> (mjesto i vrijeme / grupa)	<b>Vježbe</b> (mjesto i vrijeme / grupa)	<b>Seminari</b> (mjesto i vrijeme / grupa)
<b>01.04.2025</b>		
P1 Uvod. Toplinsko zračenje: <ul style="list-style-type: none"><li>• P01 (13:00 - 15:00) [252]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul> P2 Zračenje crnog tijela: <ul style="list-style-type: none"><li>• P01 (13:00 - 15:00) [252]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul>		
izv. prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252]		
<b>04.04.2025</b>		
P3 - P4 Kvantna priroda materije: <ul style="list-style-type: none"><li>• P02 (08:00 - 10:00) [252]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul>		S1 Toplinsko zračenje. Zakoni zračenja crnog tijela.: <ul style="list-style-type: none"><li>• P02 (10:00 - 11:00) [196]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li><li>• P08 (11:00 - 12:00) [196]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul>
izv. prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196]		
<b>07.04.2025</b>		
P5 Struktura atoma: <ul style="list-style-type: none"><li>• P07 (08:00 - 10:00) [252]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul> P6 Elektromagnetsko zračenje: <ul style="list-style-type: none"><li>• P07 (08:00 - 10:00) [252]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul>		S2 Valna priroda čestica: <ul style="list-style-type: none"><li>• P01 (13:00 - 15:00) [196]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul>
izv. prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196]		
<b>08.04.2025</b>		
		S3 Fotoelektrični učinak. Comptonovo raspršenje.: <ul style="list-style-type: none"><li>• P04 (13:00 - 15:00) [196]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul>
doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196]		
<b>11.04.2025</b>		
P7 - P8 X- zrake i njihova primjena: <ul style="list-style-type: none"><li>• P15 - VIJEČNICA (08:00 - 10:00) [252]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul>		S4 Struktura atoma.: <ul style="list-style-type: none"><li>• P15 - VIJEČNICA (10:00 - 12:00) [196]<ul style="list-style-type: none"><li>◦ INZ</li></ul></li></ul>
izv. prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196]		
<b>14.04.2025</b>		



<p>P9 - P10 Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P08 (08:00 - 10:00) <sup>[252]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>		<p>S5 Spektar elektromagnetskog zračenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P08 (10:00 - 12:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul> <p>S6 X-zrake:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P08 (12:00 - 14:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>
<p>izv. prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. <sup>[252]</sup> · doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup></p>		
<p><b>18.04.2025</b></p>		
<p>P11 - P12 Građa jezgre i radioaktivnost:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P08 (08:00 - 10:00) <sup>[252]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>		<p>S7 Struktura atomske jezgre. Radioaktivnost:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P08 (12:00 - 14:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>
<p>izv. prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. <sup>[252]</sup> · doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup></p>		
<p><b>25.04.2025</b></p>		
		<p>S8 Radioaktivni raspadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P01 (12:00 - 14:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>
<p>doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup></p>		
<p><b>28.04.2025</b></p>		
<p>P13 Detektori ionizirajućeg zračenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P05 (08:00 - 10:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul> <p>P14 Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P05 (08:00 - 10:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>	<p>V1 Struja u vakuumu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kampus O-162 (12:00 - 14:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ A</li> </ul> </li> <li>• Kampus O-162 (14:00 - 16:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ B</li> </ul> </li> </ul>	
<p>doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup></p>		
<p><b>02.05.2025</b></p>		
		<p>S9 Nuklearne reakcije:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P02 (12:00 - 14:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>
<p>doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup></p>		
<p><b>05.05.2025</b></p>		
<p>P15 Laseri:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P06 (09:00 - 10:00) <sup>[252]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>	<p>V2 Laser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kampus O-162 (11:00 - 13:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ A</li> </ul> </li> <li>• Kampus O-162 (13:00 - 15:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ B</li> </ul> </li> </ul>	
<p>izv. prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. <sup>[252]</sup> · doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup></p>		
<p><b>07.05.2025</b></p>		

		<p>S10 Slabljenje snopa fotona:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P15 - VIJEĆNICA (09:00 - 11:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul> <p>S11 Dozimetrijske veličine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P15 - VIJEĆNICA (11:00 - 13:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>
doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup>		
<b>09.05.2025</b>		
		<p>S11 Dozimetrijske veličine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P08 (11:00 - 12:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ</li> </ul> </li> </ul>
doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup>		
<b>12.05.2025</b>		
	<p>V3 Ionizirajuće zračenje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kampus O-162 (12:00 - 14:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ A</li> </ul> </li> <li>• Kampus O-162 (14:00 - 16:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ B</li> </ul> </li> </ul>	
doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup>		
<b>16.05.2025</b>		
	<p>V4 Nadoknada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kampus O-162 (12:00 - 14:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ A</li> </ul> </li> <li>• Kampus O-162 (14:00 - 16:00) <sup>[196]</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ INZ B</li> </ul> </li> </ul>	
doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. <sup>[196]</sup>		

### Popis predavanja, seminara i vježbi:

PREDAVANJA (TEMA)	Broj sati	Mjesto održavanja
P1 Uvod. Toplinsko zračenje.	1	P01
P2 Zračenje crnog tijela	1	P01
P3 - P4 Kvantna priroda materije	2	P02
P5 Struktura atoma	1	P07
P6 Elektromagnetsko zračenje	1	P07
P7 - P8 X- zrake i njihova primjena	2	P15 - VIJEĆNICA
P9 - P10 Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom	2	P08
P11 - P12 Građa jezgre i radioaktivnost	2	P08
P13 Detektori ionizirajućeg zračenja	1	P05
P14 Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja	1	P05
P15 Laseri	1	P06

<b>VJEŽBE (TEMA)</b>	<b>Broj sati</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
V1 Struja u vakuumu	2	Kampus O-162
V2 Laser	2	Kampus O-162
V3 Ionizirajuće zračenje	2	Kampus O-162
V4 Nadoknada	2	Kampus O-162

<b>SEMINARI (TEMA)</b>	<b>Broj sati</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
S1 Toplinsko zračenje. Zakoni zračenja crnog tijela.	2	P02 P08
S2 Valna priroda čestica	2	P01
S3 Fotoelektrični učinak. Comptonovo raspršenje.	2	P04
S4 Struktura atoma.	2	P15 - VIJEĆNICA
S5 Spektar elektromagnetskog zračenja	2	P08
S6 X-zrake	2	P08
S7 Struktura atomske jezgre. Radioaktivnost	2	P08
S8 Radioaktivni raspadi	2	P01
S9 Nuklearne reakcije	2	P02
S10 Slabljenje snopa fotona	2	P15 - VIJEĆNICA
S11 Dozimetrijske veličine	2	P08 P15 - VIJEĆNICA

**ISPITNI TERMINI (završni ispit):**

1.	16.06.2025.
2.	30.06.2025.
3.	15.07.2025.