Faculty of Medicine in Rijeka

**Curriculum**
**2026/2027**

For course

# Ionizirajuća i neionizirajuća zračenja

| | |
|---|---|
| Study program: | **Sanitarno inženjerstvo (R)**<br>University undergraduate study |
| Department: | **Department of Medical Physics and Biophysics** |
| Course coordinator: | **prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz.** |
| Year of study: | **2** |
| ECTS: | **4** |
| Incentive ECTS: | **0 (0.00%)** |
| Foreign language: | **No** |

## Course information:

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

## [Ishodi učenja]:

**A. KOGNITIVNA DOMENA – ZNANJE**
Objasniti osobitosti Planckova zakona zračenja crnog tijela
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 svojstva X-zraka, način njihove proizvodnje i razumjeti njihovu primjenu u medicini
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

## List of assigned reading:

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.

## List of optional reading:

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

## Method of examination.:

**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, i/ili
• nisu pozitivno ocjenjeni iz sve tri laboratorijske vježbe
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 prisustvuju mu 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) |

**Ispitni termini:**

1. rok 11.06.2027.
2. rok 25.06.2027.
3. rok 15.07.2027.

## Curriculum:

### Lectures list (with titles and explanation):

#### 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 tijelo 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 g 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 dosegu

**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 zračenje
- 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

**Practicals list (with titles and explanation):**

**V0 Uvodne vježbe**

**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**

**Seminars list (with titles and explanation):**

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

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

Objasniti spektar zračenja užarenog tijela

**S2 Valna priroda čestica**

- Razumjeti i primjeniti pojam kvanta energije
- Objasniti dvojnu 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 radioaktivnimraspadom
- 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 energetsku 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

## Student obligations:

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 ili kratkim ulaznim kolokvijem.

**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 jedan kolokvij u obliku pismenog ispita. Pozitivno ocijenjen kolokvij uvjet je 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, provedba mjerenja 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 ocjenjene sve vježbe uvjet su za izlazak na završni ispit.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pohađanje nastave | 0,25 | Aktivnost u nastavi | 0,25 | Seminarski rad | - | Eksperimentalni 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 brojčanog 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 i putem kolokvija. Na kolokviju je moguće sakupiti maksimalno 40 ocjenskih bodova.
Tijekom nastave studenti su obvezni izvesti sve tri laboratorijske 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 maksimalno 10 ocjenskih bodova. Pozitivno ocjenjene i priznate sve tri vježbe uvjet su za izlazak na završni ispit.
Maksimalno je moguće skupiti 50 ocjenskih bodova tijekom nastave.
Popravci/nadoknade
Popravak kolokvija moguć je jedanput. Nadoknada ili popravak jedne laboratorijske vježbe moguć je samo jednom u terminu

predviđenom za nadoknadu. Kod popravka (ponovnog izvođenja laboratorijske vježbe) ukupna ocjena za tu vježbu može biti samo dovoljan.

## Exam (exam taking, description of the written/oral/practical part of the exam, point distribution, grading criteria):

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).

## Other notes (related to the course) important for students:

**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
doc. dr. sc. Đeni Smilović Radojčić djenisr@uniri.hr
Vedran Vujnović, asistent vedran.vujnovic@uniri.hr
Marijana Majetić , viša laborantica marijana.majetic@uniri.hr - administrator
Marija Musulin, viša laborantica marija.musulin@uniri.hr

Svi sadržaji vezani uz nastavu nalaze se na portalu Merlin 2026./2027.

## COURSE HOURS 2026/2027

Ionizirajuća i neionizirajuća zračenja

| **Lectures**<br>(Place and time or group) | **Practicals**<br>(Place and time or group) | **Seminars**<br>(Place and time or group) |
|---|---|---|
| **30.03.2027** | | |
| P1 Uvod. Toplinsko zračenje.:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (14:00 - 16:00) [252]<br>○ INZ<br><br>P2 Zračenje crnog tijela:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (14:00 - 16:00) [252]<br>○ INZ | | |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] | | |
| **02.04.2027** | | |
| P3 - P4 Kvantna priroda materije:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (08:00 - 10:00) [252]<br>○ INZ | | S1 Toplinsko zračenje. Zakoni zračenja crnog tijela.:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (10:00 - 12:00) [196]<br>○ INZ |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |
| **05.04.2027** | | |
| P5 Struktura atoma:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (08:00 - 10:00) [252]<br>○ INZ<br><br>P6 Elektromagnetsko zračenje:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (08:00 - 10:00) [252]<br>○ INZ | | |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] | | |
| **06.04.2027** | | |
| | | S2 Valna priroda čestica:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (12:00 - 14:00) [196]<br>○ INZ |
| doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |
| **07.04.2027** | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | S3 Fotoelektrični učinak. Comptonovo raspršenje.:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (12:00 - 14:00) [196]<br>◦ INZ |
| doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |
| **08.04.2027** | | |
| | | S4 Struktura atoma.:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (13:00 - 15:00) [196]<br>◦ INZ |
| doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |
| **09.04.2027** | | |
| P7 - P8 X- zrake i njihova primjena:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (08:00 - 10:00) [252]<br>◦ INZ | | S5 Spektar elektromagnetskog zračenja:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (10:00 - 12:00) [196]<br>◦ INZ |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |
| **12.04.2027** | | |
| P9 - P10 Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (08:00 - 10:00) [252]<br>◦ INZ | | S6 X-zrake:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (10:00 - 14:00) [196]<br>◦ INZ<br><br>S7 Struktura atomske jezgre. Radioaktivnost:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (10:00 - 14:00) [196]<br>◦ INZ |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |
| **16.04.2027** | | |
| P13 Detektori ionizirajućeg zračenja:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (10:00 - 12:00) [196]<br>◦ INZ<br><br>P15 Laseri:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (10:00 - 12:00) [196]<br>◦ INZ | | |
| doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |
| **19.04.2027** | | |

| | | |
|---|---|---|
| P11 - P12 Građa jezgre i radioaktivnost:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (08:00 - 10:00) [252]<br>◦ INZ | | |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] | | |
| **23.04.2027** | | |
| | V0 Uvodne vježbe:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (12:00 - 14:00) [342]<br>◦ INZ A<br>◦ INZ B<br>◦ INZ C | |
| Vujnović Vedran [342] | | |
| **26.04.2027** | | |
| | V1 Struja u vakuumu:<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [342]<br>◦ INZ A<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [342]<br>◦ INZ B<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [342]<br>◦ INZ C | |
| Vujnović Vedran [342] | | |
| **30.04.2027** | | |
| | | S8 Radioaktivni raspadi:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (10:00 - 12:00) [196]<br>◦ INZ |
| doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |
| **03.05.2027** | | |
| | V2 Laser:<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [342]<br>◦ INZ A<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [342]<br>◦ INZ B<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [342]<br>◦ INZ C | |
| Vujnović Vedran [342] | | |
| **05.05.2027** | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | S9 Nuklearne reakcije:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (09:00 - 13:00) [196]<br>  ◦ INZ<br><br>S10 Slabljenje snopa fotona:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (09:00 - 13:00) [196]<br>  ◦ INZ |
| doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |
| **10.05.2027** | | |
| | V3 Ionizirajuće zračenje:<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [342]<br>  ◦ INZ A<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [342]<br>  ◦ INZ B<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [342]<br>  ◦ INZ C | |
| Vujnović Vedran [342] | | |
| **12.05.2027** | | |
| P14 Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (08:00 - 09:00) [252]<br>  ◦ INZ | | |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] | | |
| **14.05.2027** | | |
| | V4 Nadoknada:<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [342]<br>  ◦ INZ A<br>  ◦ INZ B<br>  ◦ INZ C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [342]<br>  ◦ INZ B<br>  ◦ INZ A<br>  ◦ INZ C | |
| Vujnović Vedran [342] | | |
| **18.05.2027** | | |
| | | S11 Dozimetrijske veličine:<br>• P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) (13:00 - 15:00) [196]<br>  ◦ INZ |
| doc.dr. sc. Smilović-Radojčić Đeni, med. fiz. [196] | | |

### List of lectures, seminars and practicals:

| LECTURES (TOPIC) | Number of hours | Location |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| P1 Uvod. Toplinsko zračenje. | 1 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P2 Zračenje crnog tijela | 1 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P3 - P4 Kvantna priroda materije | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P5 Struktura atoma | 1 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P6 Elektromagnetsko zračenje | 1 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P7 - P8 X- zrake i njihova primjena | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P9 - P10 Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P11 - P12 Građa jezgre i radioaktivnost | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P13 Detektori ionizirajućeg zračenja | 1 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P14 Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja | 1 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| P15 Laseri | 1 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |

| PRACTICALS (TOPIC) | Number of hours | Location |
|---|---|---|
| V0 Uvodne vježbe | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| V1 Struja u vakuumu | 2 | Campus O-162 |
| V2 Laser | 2 | Campus O-162 |
| V3 Ionizirajuće zračenje | 2 | Campus O-162 |
| V4 Nadoknada | 2 | Campus O-162 |

| SEMINARS (TOPIC) | Number of hours | Location |
|---|---|---|
| S1 Toplinsko zračenje. Zakoni zračenja crnog tijela. | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| S2 Valna priroda čestica | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| S3 Fotoelektrični učinak. Comptonovo raspršenje. | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| S4 Struktura atoma. | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| S5 Spektar elektromagnetskog zračenja | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| S6 X-zrake | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| S7 Struktura atomske jezgre. Radioaktivnost | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |

| | | |
|---|---|---|
| S8 Radioaktivni raspadi | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| S9 Nuklearne reakcije | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| S10 Slabljenje snopa fotona | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |
| S11 Dozimetrijske veličine | 2 | P401-Department of Maxillofacial Surgery (lecture room, 4th floor) |

**EXAM DATES (final exam):**

| | |
|---|---|
| 1. | 11.06.2027. |
| 2. | 25.06.2027. |
| 3. | 12.07.2027. |