|  |  |
| --- | --- |
| **Kolegij:**  | **Ionizirajuća i neionizirajuća zračenja** |
| **Voditelj:** | **izv. prof. dr. sc. Slaven Jurković** |
| **Katedra:** | **Katedra za medicinsku fiziku i biofiziku** |
| **Studij:** | **Preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Sanitarnog inženjerstva** |
| **Godina studija:** | **2. godina** |
| **Akademska godina:** | **2022./2023.** |

**PROGRAM I IZVEDBENI NASTAVNI PLAN KOLEGIJA**

**I. 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 Ionizirajuća i neionizirajuća zračenja je obvezni predmet na drugoj godini Preddiplomskog sveučilišnog studija sanitarnog inženjerstva koji se održava u drugom semestru, a sastoji se od 15 sati predavanja, i 24 sati seminara,i 6 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 ZA KOLEGIJ:***Nakon položenog ispita, student će biti osposobljen:* **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 Razumijeti 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 zračenjaOpisati i objasniti mehanizme međudjelovanja ionizirajućeg zračenja i tvariRazumjeti strukturu atoma i građu jezgreKlasificirati 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 **C. AFEKTIVNA DOMENA – VRIJEDNOSTI I STAVOVI** (ako je primjenjivo za kolegij)**SADRŽAJ KOLEGIJA:**Kolegij se nastavlja na sadržaje koje su studenti bili dužni savladati u sklopu kolegija Fizika i biofizika te predstavlja nadogradnju iz dijelova fizike (posebno iz atomske i nuklearne fizike) koji su potencijalno važni za struku. **Uvod. Toplinsko zračenje.****Zračenje crnog tijela.****Kvantna priroda materije****Elektromagnetsko zračenje****Struktura atoma****Laseri****Građa jezgre i radioaktivnost****Rendgenske zrake i njihova primjena****Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom****Detektori ionizirajućeg zračenja****Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja****OBLICI NASTAVE I METODE UČENJA:**Predavanja se zbog složenosti građe i nemogućnosti prikaza eksperimenta izvodi klasično, ex katedra. Ipak, osnovni pokusi vezani za građu jezgre, radioaktivnost i vrste ionizirajućeg zračenja bit će rastumačeni tijekom predavanja. Osnovni detektori ionizirajućeg zračenja i postupci detekcije ionizirajućeg zračenja te mjerenja apsorbirane doze bit će prikazani u obliku video zapisa. Na seminarima bi studenti trebali praktično primijeniti znanja stečena na predavanjima, a laboratorijske vježbe se odvijaju se u fizikalnom praktikumu. Predavanja su obavezna i prisutnost na istima se provjerava. Seminari i vježbe su također obavezni i njihovo pohađanje je uvjet za izlazak na završni ispit. Pripremljenost studenata za rad na seminarima i vježbama redovito se provjerava. Uspješnost završavanja svih praktičnih zadataka na seminarima dokazuje se na kolokvijima. Tijekom predavanja i seminara obavlja se kontinuirana provjera stečenih znanja i ocjenjivanje pojedinih oblika aktivnosti, te se kod studenata potiče analitički i kvantitativni pristup u rješavanju fizikalnih problema.Na laboratorijskim vježbama se studenti upoznaju sa osnovnim pravilima procjene točnosti rezultata kao i načinom izražavanja rezultata mjerenja. Studenti su obvezni izvesti sve vježbe.Pozitivno ocjenjene i priznate vježbe, te pozitivno ocijenjeni kolokviji uvjet su za dobivanje potpisa i izlazak na završni ispit. |

**II. Popis obvezne ispitne literature:**

|  |
| --- |
| 1. Brnjas-Kraljević: Fizika za studente medicine, I dio Struktura materije i dijagnostičke metode, Medicinska naklada, Zagreb, 2001.
2. Paić V., Paić G.: Osnove radijacione dozimetrije i zaštita od zračenja, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1983.
3. Praktikum fizikalnih mjerenja, Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2006.
4. Jakobović Z.: Ionizirajuće zračenje i čovjek, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
 |

**III. Popis dopunske literature:**

|  |
| --- |
| 1. D.R.Dance, S.Cristofides; A.D.A.Maidment, I.D.McLean, K.H.Ng: Diagnostic Radiology Physics-A Handbook for Teachers and Students, <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1564webNew-74666420.pdf>
2. D.L. Bailey, J.L. Humm, A. Todd-Pokropek, A. van Aswegen: Nuclear Medicine Physics-A Handbook for Teachers and Students, <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1617web-1294055.pdf>
 |

**IV. Opis nastavnih jedinica (s naslovima i ishodima učenja):**

|  |
| --- |
| **PREDAVANJA:****Predavanje 1. Uvod. Toplinsko zračenje.***Ishodi učenja:*Upoznati studente s ciljevima kolegija, njegovim sadržajem, načinom odvijanja kolegija te sakupljanjem bodova i načinom polaganjaispita. Ponavljanje osnovnih fizikalnih pojmova važnih za daljnje praćenje kolegija. Usvojiti pojmove vezane za prijenos topline s naglaskom na prijenos zračenjemDefinirati tok, intenzitet i spektralnu gustoću toplinskog zračenjaRazlikovati koeficijente koji se vežu za toplinsko zračenje i shvatiti podjelu na bijela, siva i crna tijela**Predavanje 2. Zračenje crnog tijela.***Ishodi učenja:*Definirati savršeno crno tijelo i njegove karakteristikeDefinirati empirijske zakone crnog tijelo i spoznati osobitosti svakog od njihDefinirati ograničenja klasične fizike te razloge za kvantnu hipotezuUsvojiti osobitosti Planckova zakona zračenja crnog tijela **Predavanje 3, 4. Kvantna priroda materije***Ishodi učenja:*Spoznati i usvojiti ograničenja klasične fizike te definirati pojave koje klasična fizika ne može objasniti Definirati kvantnu hipotezu i redefinirati zakon crnog tijelaUsvojiti osnovne pojmove vezane za fotoelektrični i Comptonov efektDefinirati eksperimentalne uvjete za svaki od njih te osnovne rezultate**Predavanje 5. Elektromagnetsko zračenje***Ishodi učenja:*Ponoviti osnovne pojmove vezane za elektromagnetsko zračenjeDefinirati spektar elektromagnetskog zračenja i spoznati osobitosti njegovih pojedinih dijelovaUsvojiti vezu između energije i valne duljine, odnosno frekvencije elektromagnetskog zračenjaUsvojiti pojam dualizma val-čestica i povezati s kvantnom prirodomRazložiti spektar elektromagnetskog zračenja na sastavne dijelove i spoznati karakteristike pojedinih dijelovaDefinirati osnovne principe spektroskopije i razlikovati različite vrste**Predavanje 6. Struktura atoma***Ishodi učenja:*Definirati osnovne pojmove vezano za sastav atomaRazumjeti osobitosti različitih modele atoma opisanih zakonima klasične fizike i spoznati njihova ograničenja te razloge za uvođenje kvantno-mehaničkog modela atomaDefinirati način nastanka i osobitosti linijskih spektaraDefinirati Bohrove postulate, razumjeti osobitosti Bohrova modela atoma i prikazati posljedicePovezati strukturu atoma i kvantnu mehanikuDefinirati osnovne principe kvantne mehanike i reperkusije njihove primjene na strukturu atoma **Predavanje 7. Laseri***Ishodi učenja:*Definirati pojmove vezano za spontanu i stimuliranu emisijuRazumjeti razliku između laserske svjetlosti i „obične“ svjetlosti Definirati pojam inverzne naseljenostiObjasniti princip rada laser**Predavanje 8, 9. Građa jezgre i radioaktivnost***Ishodi učenja:*Definirati osnovne pojmove vezano za sastav jezgre atomaPonoviti činjenice vezane za formiranje periodnog sustava elemenataPonoviti pojmove izotopa i atomske jedinice mase Usvojiti pojam defekta mase i energije vezanja nukleona u jezgri te razumjeti njihovo značenjePonoviti činjenice vezane za otkriće radioaktivnostiRazumjeti razloge nestabilnosti jezgaraDefinirati pojam radioaktivnost i vrste radioaktivnog raspadaRazlikovati vrste ionizirajućeg zračenjaDefinirati zakon radioaktivnog raspada i aktivnost te jedinice koje je opisujuRazlikovati različite vrste ionizirajućeg zračenja prema dosegu**Predavanje 10,11. Rendgenske zrake i njihova primjena***Ishodi učenja:*Definirati svojstva rendgenskog zračenjaRazlikovati vrste rendgenskog zračenja i njihove spektreObjasniti način proizvodnje X-zraka i prikazati njihovu primjenu u medicini**Predavanje 12, 13. Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom***Ishodi učenja:*Ponoviti vrste i svojstva elektromagnetskog ionizirajućeg zračenjaDefinirati vrste indirektno ionizirajućeg zračenja i njihove karakteristikeRazumjeti razliku između X i  zračenjaDefinirati parametre koji utječu na slabljenje snopova fotona visokih energijaNaučiti osnovne mehanizme međudjelovanja snopova fotona visokih energija s materijom i kako se to primjenjuje u medicini**Predavanje 14. Detektori ionizirajućeg zračenja***Ishodi učenja:*Definirati princip rada detektora ionizirajućeg zračenjaRazlikovati vrste detektora i spoznati njihove karakteristikeNaučiti principe rada različitih detektora i način detekcije učinka ionizirajućeg zračenjaUsvojiti principe rada detektora koji se koriste za osobnu dozimetriju i njihove karakteristike  **Predavanje 15. Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja***Ishodi učenja:*Definirati i razlikovati apsorbiranu, efektivnu i ekvivalentnu dozuUsvojiti parametre na temelju kojih se određuju efektivna i ekvivalentna dozaDefinirati osnovne principe zaštite od zračenja i njihovu primjenuDefinirati biološke učinke ionizirajućeg zračenjeNaučiti osnovna načela zaštite od zračenja |

|  |
| --- |
| **SEMINARI:****Seminar 1. Toplinsko zračenje. Zakoni zračenja crnog tijela.****Ishodi učenja:**Primjeniti karakteristike savršeno crnog tijela na realno tijeloUpotrijebiti zakone toplinskog zračenja užarenog tijela u riješavanju numeričkih problemaObjasniti spektar zračenja užarenog tijelaPrimjeniti Planckovu kvantifizaciju energije**Seminar 2. Valna priroda čestica.****Ishodi učenja:**Razumjeti i primjeniti pojam kvanta energijeObjasniti dualnu prirodu elektromagnetskog zračenjaPrimjeniti valnu prirodu čestice u izrazu ekvivalencije mase I energije**Seminar 3. Fotoelektrični učinak. Comptonovo raspršenje.****Ishodi učenja:**Razlikovati efekt i Comptonovo raspršenjaPovezati fotoelektrični efekt i izlazni radPovezati energiju upadnog i raspršenog fotona kod Comptonovog raspršenjaRješavanje numeričkih problema**Seminar 4. Struktura atoma.** **Ishodi učenja:**Razumjeti razvoj ideje modela atoma kroz povijestPrimjeniti Bohrov modela toma na vodikov atom, izračunati radijuse putanje, brzinu, energiju elektrona u energetskim stanjimaPrimjeniti Bohrove postúlate i objasniti emisiju i apsorpciju**Seminar 5. Elektromagnetski spektar.****Ishodi učenja:**Primjeniti vezu između energije i valne duljine, odnosno frekvencije elektromagnetskog zračenjaRazložiti spektar elektromagnetskog zračenja na sastavne dijelove i spoznati karakteristike pojedinih dijelova**Seminar 6. Rentgensko zračenje.****Ishodi učenja:**Objasniti nastanak X zračenja u Rentgenskoj cijeviRješavanje numeričkih problema (Izračun brzine elektrona, valne duljina X zraka…)Objasniti razliku između karakterističnog i zakočnog zračenja**Seminar 7. Struktura atomske jezgre. Radioaktivnost.****Ishodi učenja:**Koristiti zakon radioaktivnog raspada u rješavanju numeričkih problemaIzračunati vrijeme poluživota radioaktivnog elementaPovezati brzinu raspada radioaktivnog uzorka i aktivnost uzorkaRazumjeti liniju stabilnosti elemenata izperiodnog sustavaKoristiti izra za energiju vezanja nukleona u jezgri za izračun mase pojedinog uzorka**Seminar 8. Nuklearni raspadi.****Ishodi učenja:**Razlikovati vrste nuklearnih raspadaOdrediti vrstu energetskog spektra čestice koja nastane nuklearnim raspadomOdrediti kemijski element koji nastane kao produkt radioaktivnog raspadaObjasniti razliku između gama zračenja i čestičnih zračenja**Seminar 9. Nuklearne reakcije.****Ishodi učenja:**Razlikovati uklearne raspade i nuklearne reakcijePrimjeniti zakone očuvanja energije, mase, količine gibanja i naboja pri nuklearnim reakcijamaIzračunati energetsku vrijednost nuklearne reakcije**Seminar 10. Slabljenje snopa fotona.****Ishodi učenja:**Izvesti izraz za poludebljine apsorpcije koristeći izraz za slabljenje snopa fotonaIzračunati debljinu absorberá za određeni snop fotona u ovisnosti o slabljenju snopaPovezati slabljenje snopa s kemijskim elementom absorberá (štita)**Seminar 11. Dozimetrijske veličine.****Ishodi učenja:**Razlikovati dozimetrijske veličinePrepačunavanje dozimetrijskih veličinePrimjena dozimetrijskih veličina na zaštitu od zračenja |

|  |
| --- |
| VJEŽBE:**V1 Struja u vakuumu***Ishodi učenja:* Grafički prikazati strujno-naponsku karakteristiku diodeGrafički prikazati strujno-naponsku karakteristiku triodeIzmjeriti istosmjerne i izmjenične napone**V2 Laser***Ishodi učenja:* Objasniti razliku između spontane i stimulirane emisijeOdrediti valnu duljinu laserske svjetlosti pomoću ogiba na pukotiniOdrediti debljinu niti pomoću ogiba**V3 Ionizirajuće zračenje***Ishodi učenja:* Upoznati osnovne vrste ionizirajućeg zračenjaUpoznati osnovne jedinice koje se koriste u dozimetriji ionizirajućeg zračenjaDefinirati doseg zračenja i debljinu poluapsorpcijeOdrediti doseg beta zračenja u aluminiju**V4 Nadoknada** |

**V. 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 sudjelovanje u svim oblicima nastave**POHAĐANJE NASTAVE:**Nastava je organizirana prema rasporedu objavljenom na sustavu za e-učenje Merlin. Prisustvovanje predavanjima, vježbama je obavezno te se za svaki od navedenih oblika nastave zasebno vodi evidencija za svakog studenta. Svi navedeni oblici nastave započinju u točno naznačeno vrijeme prema navedenom rasporedu te će kašnjenje biti tretirano kao izostanak. Ulasci/izlasci tijekom održavanja nastave se ne uvažavaju. Student može opravdano izostati do 30 % sati predviđenih zasebno za vježbe i predavanja, 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 (ako je primjenjivo za kolegij):**Shodno 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 će biti održani u online okruženju u realnom vremenu prema objavljenom rasporedu. Predavanja, seminari i vježbe će se održavati na platformi MS Teams, a studenti trebaju imati uključenu kameru čitavo vrijeme trajanja nastave, te mikrofon u trenutku interakcije. Ponovljena nemogućnost uključivanja kamere i/ili mikrofona bit će tretirana kao izostanak.**PRIPREMANJE ZA NASTAVU (ako je primjenjivo za kolegij):**Studenti se trebaju pripremiti za svaki sat seminara i za izvođenje svake laboratorijske vježbe. Pripremljenost za laboratorjske vježbe provjerava se usmenim ispitivanjem.**AKTIVNO SUDJELOVANJE NA NASTAVI (ako je primjenjivo za kolegij):**Na seminarima (S1-11), čije je pohađanje obavezno, studenti primjenjuju teorijska znanja stečena na predavanjima rješavanjem numeričkih problema. Studenti su dužni pripremiti se za seminare, ponavljanjem teorije, i aktivno sudjelovati. Kroz semestar studenti polažu dva kolokvija u obliku pismenog ispita. Pozitivno ocijenjeni kolokviji uvijet 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 ocjenjene i priznate sve vježbe uvjet su za izlazak na završni ispit. |

**VI. Vrednovanje i ocjenjivanje rada studenata (vrste i opisi provjera znanja/vještina/stavova, način i kriteriji vrednovanja):**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. 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 vise 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 ocjenjene 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.**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 (neuspješan), 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 (25 ocjenskih bodova je uvjet za uspješno položen usmeni dio ispita). **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) |

 |

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

|  |
| --- |
| **KONTAKTIRANJE S NASTAVNICIMA:**Nastavnici su svakodnevno tijekom radnog vremena dostupni putem e-mail adresa (dostupnim na internetskim stranicama Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci) za sva pitanja koja se tiču nastave.**AKADEMSKA ČESTITOST:**Očekuje se da će nastavnik poštivati Etički kodeks Sveučilišta u Rijeci, a studenti Etički kodeks za studente Sveučilišta u Rijeci. |

**Satnica izvođenja nastave (za akademsku 2022./2023. godinu)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Datum** | **Predavanja** | **Seminari** | **Vježbe** | **Nastavnik** |
| **(vrijeme i mjesto)** |  |
| 3.4.2023. ponedjeljak | P1,2 (8:00-10:00)Predavaona P6 | S1(10:00-12:00)Predavaona P6 |  | izv.prof.dr.sc. Slaven Jurkovićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 4.4.2023. Utorak |  | S2 (13:00-15:00)Predavaona P7 |  | dr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 7.4.2023. Petak | P3,4 (8:00-10:00)Predavaona P5 | S3 (10:00-12:00)Predavaona P5 |  | izv.prof.dr.sc. Slaven Jurkovićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić  |
| 11.4.2023. Utorak |  | S4 (13:00-15:00)Predavaona P8 |  | dr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 14.4.2023. petak | P5,6 (8:00-10:00)Predavaona P6 | S5(10:00-12:00)Predavaona P6S6(12:00-14:00)Predavaona P6 |  | izv.prof.dr.sc. Slaven Jurkovićdr.sc. Đeni Smilović Radojčićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 17.4.2023. ponedjeljak | P7,8 (8:00-10:00)Predavaona P6 | Kolokvij(11:00-12:00)Predavaona P6S7 (12:00-14:00)Predavaona P8 |  | izv.prof.dr.sc. Slaven Jurkovićdr.sc. Đeni Smilović Radojčićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 21.4.2023. Petak | P9,10 (8:00-10:00)Predavaona P4 | S8 (10:00-12:00)Predavaona P4S9(12:00-14:00)Predavaona P4 |  | izv.prof.dr.sc. Slaven Jurkovićdr.sc. Đeni Smilović Radojčićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 24.4.2023. ponedjeljak | P11,12(8:00-10:00)Predavaona P5 | S10(10:00-12:00)Predavaona P5 |  | izv.prof.dr.sc. Slaven Jurkovićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 28.4.2023.Petak |  | S11 (12:00-14:00)Predavaona P4 |  | dr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 5.5.2023.Petak |  |  | V12/1- A grupa(12:00-14:00)Fakultet za fiziku0-162V12/1-B grupa(14:00-16:00)Fakultet za fiziku0-162 | dr.sc. Đeni Smilović Radojčićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 8.5.2023.ponedjeljak | P13,14(8:00-10:00)Predavaona P6 |  | V12/2 –A grupa(11:00-13:00)Fakultet za fiziku0-162V12/2- B-grupa(13:00-15:00)Fakultet za fiziku0-162 | izv.prof.dr.sc. Slaven Jurkovićdr.sc. Đeni Smilović Radojčićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 10.5.2023. srijeda | P15 (8:00-9:00)Predavaona P6 |  | V12/3 A grupa(10:00-12:00)Fakultet za fiziku0-162V12/3 B grupa(12:00-14:00)Fakultet za fiziku0-162 | izv.prof.dr.sc. Slaven Jurkovićdr.sc. Đeni Smilović Radojčićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić |
| 12.5.2023. srijeda |  | Kolokvij II(11,00-12,00)Predavaona P2 | V12/4 A i B grupa nadoknada(12:00-14:00)Fakultet za fiziku0-162 | dr.sc. Đeni Smilović Radojčićdr.sc. Đeni Smilović Radojčić |

**Popis predavanja, seminara i vježbi:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **NASLOV PREDAVANJA** | **Broj sati nastave** |
| P1 | **Uvod. Toplinsko zračenje.** | 1 |
| P2 | **Zračenje crnog tijela.** | 1 |
| P3,4 | **Kvantna priroda materije** | 2 |
| P5 | **Elektromagnetsko zračenje** | 1 |
| P6 | **Struktura atoma** | 1 |
| P7 | **Laseri** | 1 |
| P8,9 | **Građa jezgre i radioaktivnost** | 2 |
| P10,11 | **Rendgenske zrake i njihova primjena** | 2 |
| P11,13 | **Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom** | 2 |
| P14 | **Detektori ionizirajućeg zračenja** | 1 |
| P15 | **Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja** | 1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **SEMINARI (tema seminara)** | **Broj sati nastave** |
| S1 | **Toplinsko zračenje. Zakoni zračenja crnog tijela.** | 2 |
| S2 | **Valna priroda čestica.** | 2 |
| S3 | **Fotoelektrični učinak. Comptonovo raspršenje.** | 2 |
| S4 | **Struktura atoma.**  | 2 |
| S5 | **Elektromagnetski spektar.** | 2 |
| S6 | **Rentgensko zračenje.** | 2 |
|  | 1. **kolokvij**
 | 1 |
| S7 | **Struktura atomske jezgre. Radioaktivnost.** | 2 |
| S8 | **Nuklearni raspadi.** | 2 |
| S9 | **Nuklearne reakcije.** | 2 |
| S10 | **Slabljenje snopa fotona.** | 2 |
| S11 | **Dozimetrijske veličine.** | 2 |
|  | 1. **kolokvij**
 | 1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **VJEŽBE (tema vježbe)** | **Broj sati nastave** |
| V1 | **Struja u vakuumu** | 2 |
| V2 | **Laseri** | 2 |
| V3 | **Ionizirajuće zračenje** | 2 |
| V4 | **Nadoknada** | 2 |

**Termini završnih ispita:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **ISPITNI TERMINI (završni ispit)** |
| 1. | 22.05.2023 |
| 2. | 27.06.2023. |
| 3. | 11.07.2023. |
| 4. | 12.09.2023. |
|  |  |
|  | **TERMINI POPRAVAKA KOLOKVIJA** |
| 1. kolokvij | 28.4.2023. |
| 2. kolokvij | 19.05.2023. |