

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

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

Akadska godina: 2021/2022.

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, obaveze studenata i sl.):

Kolegij Ionizirajuća i neionizirajuća zračenja održava se tijekom ljetnog semestra Preddiplomskog sveučilišnog studija sanitarnog inženjerstva kroz 15 sati predavanja i 30 sati vježbi.

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

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.

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 vježbama studenti dio vremena rade praktične laboratorijske vježbe, a tijekom numeričkih vježbi bi trebali praktično primijeniti znanja stečena na predavanjima. Predavanja su obavezna i prisutnost na istima se provjerava. Vježbe su također obavezne i njihovo pohađanje je uvjet za drugi potpis. Pripremljenost studenata za rad na vježbama redovito se provjerava. Uspješnost završavanja svih praktičnih zadataka na vježbama dokazuje se na kolokvijima.

Popis obavezne 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.

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>

Nastavni plan:

Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

P 1 Uvod. Toplinsko zračenje.

Ishodi učenja:

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

P 2 Zračenje crnog tijela.

Ishodi učenja:

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

P 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 tijela

Usvojiti osnovne pojmove vezane za fotoelektrični i Comptonov efekt

Definirati eksperimentalne uvjete za svaki od njih te osnovne rezultate

P 5 Elektromagnetsko zračenje

Ishodi učenja:

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

P 6 Struktura atoma

Ishodi učenja:

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

P 7-8 Građa jezgre i radioaktivnost

Ishodi učenja:

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 razumjeti njihovo značenje
Ponoviti činjenice vezane za otkriće radioaktivnosti
Razumjet će 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

P 9-10 Rendgenske zrake i njihova primjena

Ishodi učenja:

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

P 11-12 Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom

Ishodi učenja:

Ponoviti vrste i svojstva elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja
Definirati vrste indirektno ionizirajućeg zračenja i njihove karakteristike
Razumjeti razliku između X i γ 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

P 13 Detektori ionizirajućeg zračenja

Ishodi učenja:

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

P 14 Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja

Ishodi učenja:

Definirati i razlikovati apsorbiranu, efektivnu i ekvivalentnu dozu
Usvojiti parametre na temelju kojih se određuju efektivna i ekvivalentna doza
Definirati osnovne principe zaštite od zračenja i njihovu primjenu
Definirati biološke učinke ionizirajućeg zračenje
Naučiti osnovna načela zaštite od zračenja

P 15 Fizikalne osnove nuklearne magnetske rezonancije

Ishodi učenja:

Proširiti znanja o magnetskim svojstvima jezgara i njihovom ponašanju u vanjskom magnetskom polju
Usvojiti osnove fizikalnih procesa vezane za primjenu nuklearne magnetske rezonancije

Definirati osnovne parametre za oslikavanje magnetskom rezonancijom

Popis vježbi:

- V1. Toplinsko zračenje
- V2. Zakoni zračenja crnog tijela
- V3. Fotoelektrični efekt. Comptonovo raspršenje
- V4. Elektromagnetski spektar
- V5. Struktura atoma.
- V6. Emisija i apsorpcija fotona
- V7. Struktura atomske jezgre
- V8. Radioaktivnost. Nuklearni raspad
- V9. Rendgensko zračenje
- V10. Slabljenje snopa fotona
- V11. Dozimetrijske veličine
- 1V12. Struja u vakuumu
- 2V12. Valovi svjetlosti
- 3V12. Detekcija ionizirajućeg zračenja
- 4V12. Nadoknade praktičnih vježbi

Na numeričkim vježbama (V1-11), čije je pohađanje obavezno, studenti primjenjuju teorijska znanja stečena na predavanjima računanjem konkretnih situacija. Studenti su dužni pripremiti se za vježbe, ponavljanjem teorije, i na vježbama aktivno sudjelovati. Po završetku prve polovine i druge polovine vježbi polaže se kolokvij u obliku pismenog ispita. Praktične vježbe (V12) imaju zadaću da se studenti izvođenjem mjerenja pobliže upoznaju s fizikalnim mjerenjima. Ocjenjuje se pripremljenost studenta za vježbe i obrada rezultata izvršenih mjerenja. Studenti su obavezni izvesti sve vježbe.

Obaveze studenata:

Studenti su obavezni redovito pohađati i aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave.

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

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja:

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci, te prema Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci (usvojenom na Fakultetskom vijeću Medicinskog fakulteta u Rijeci).

Rad studenata vrednovat će se i ocjenjivati tijekom izvođenja nastave, te na završnom ispitu. Od ukupno 100 bodova, tijekom nastave student može ostvariti 50 bodova, a na završnom ispitu 50 bodova. Ocjenjivanje studenata vrši se primjenom ECTS (A-E) i brojčanog sustava (1-5). Ocjenjivanje u ECTS sustavu izvodi se **apsolutnom raspodjelom**, te prema **prediplomskim kriterijima ocjenjivanja**.

Od maksimalnih 50 bodova koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student mora sakupiti najmanje 26 bodova da bi pristupio završnom ispitu. Studenti koji sakupe 25.9 i manje bodova (E kategorija) moraju

ponovno upisati kolegij.

Bodove student stječe aktivnim sudjelovanjem u nastavi, izvršavanjem postavljenih zadataka i izlascima na međuispitu na sljedeći način:

Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno do 70 bodova):

- a) aktivnost (do 4 bodova)
- b) prvi međuispit (do 20 bodova)
- c) drugi međuispit (do 20 bodova)
- d) ocjene iz vježbi (do 6 bodova)

Student može izostati s 30% nastave isključivo **zbog zdravstvenih razloga** što opravdava liječničkom ispričnicom. Prisustvo na praktičnim vježbama je obavezno. Nadoknada praktičnih vježbi je moguća jedino u terminima predviđenim za nadoknade vježbi.

Ako student opravdano ili neopravdano izostane s **više od 30% nastave** ne može nastaviti praćenje kolegija te gubi mogućnost izlaska na završni ispit. Time je prikupio 0 ECTS bodova i ocijenjen je ocjenom F.

a) aktivnost (do 4 bodova)

broj riješenih zadataka	bodovi
0	0
1	2
2	4

b) prvi međuispit (do 20 bodova)

Prvi međuispit obuhvaća gradivo prvih šest vježbi (V1-6). Na međuispitu se rješavaju numerički zadatci poput onih koji se rade na vježbama.

c) drugi međuispit (do 20 bodova)

Drugi međuispit obuhvaća gradivo drugih pet vježbi (V7 – V11). Na međuispitu se rješavaju numerički zadatci poput onih koji se rade na vježbama.

d) ocjene iz praktičnih vježbi (do 6 bodova)

Tijekom nastave studenti su obavezni izvesti 3 praktične vježbe. Studenti su dužni pripremiti se za vježbe, vrše obradu vježbi na samim vježbama te se na kraju svake vježbe ocjenjuje njihov rad i obrada vježbe bodovima. Pozitivno ocijenjene i priznate vježbe uvjet su za izlazak na završni ispit. Maksimalno je moguće skupiti 6 bodova na temelju ocjena iz praktičnih vježbi.

Završni ispit (maksimalno 50 bodova)

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 bodova:

Konačna ocjena je zbroj bodova (postotaka) ostvarenih tijekom nastave i na završnom ispitu, a formira se u skladu s Pravilnikom o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci. Sukladno Pravilniku, sustav ocjenjivanja dan je u donjoj tablici.

Postotak usvojenog znanja	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
0-49,9	1 (nedovoljan)	E

Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:

--

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

--

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2021./2022. godinu)

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
28.3.2022. ponedjeljak	P1,2 (8:00-10:00) Predavaona MF		V1(10:00-12:00) Predavaona MF	izv.prof.dr.sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
29.3.2022. utorak	P3,4 (13:00-15:00) Predavaona MF			dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
1.4.2022. petak	P5,6 (8:00-10:00) Predavaona MF		V2 (10:00-12:00) Predavaona MF	izv.prof.dr.sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
4.4.2022. ponedjeljak	P7,8 (8:00-10:00) Predavaona MF		V3(10:00-12:00) Predavaona MF V4(12:00-14:00) Predavaona MF	izv.prof.dr.sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
5.4.2022. utorak			V5(13:00-15:00) Predavaona MF	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
8.4.2022. petak	P9,10 (8:00-10:00) Predavaona MF		V6(12:00-14:00) Predavaona MF V7(12:00-14:00) Predavaona MF	izv.prof.dr.sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
11.4.2022. ponedjeljak	P11,12 (8:00-10:00) Predavaona MF		V(kolokvij)(11:00-12:00) Predavaona MF V8(12:00-14:00) Predavaona MF	izv.prof.dr.sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
15.4.2022. petak			V9 (11:00-13:00) Predavaona MF V10 (11:00-13:00)	izv.prof.dr.sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić

			Predavaona MF	
19.4.2022. ponedjeljak			Uskršnji ponedjeljak	
22.4.2022. petak			V11 (13:00-15:00) Predavaona MF	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
25.4.2022. ponedjeljak	P13,14 (8:00-10:00) Predavaona MF		V12/1 (11:00-13:00) Odjel za fiziku 0-162 V12/1 (13:00-15:00) Odjel za fiziku 0-162	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
29.4.2022. petak			V12/2 (12:00-14:00) Odjel za fiziku 0-162 V12/2 (14:00-16:00) Odjel za fiziku 0-162	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
2.5.2022. ponedjeljak	P15 (8:00-9:00) Predavaona MF		V12/3 (11:00-13:00) Odjel za fiziku 0-162 V12/3 (13:00-15:00) Odjel za fiziku 0-162	izv.prof.dr.sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
4.5.2022. srijeda			V12/4 (12:00-14:00) Odjel za fiziku 0-162	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
6.5.2022. petak			Kolokvij II (12,00-13,00) Predavaona MF	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić

Popis predavanja, seminara i vježbi:

	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
P1	Uvod. Toplinsko zračenje.	1	Predavaona MF
P2	Zračenje crnog tijela.	1	Predavaona MF
P3,4	Kvantna priroda materije	2	Predavaona MF
P5	Elektromagnetsko zračenje	1	Predavaona MF
P6	Struktura atoma	1	Predavaona MF
P7,8	Grada jezgre i radioaktivnost	2	Predavaona MF
P9,10	Rendgenske zrake i njihova primjena	2	Predavaona MF
P11,12	Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom	2	Predavaona MF
P13	Detektori ionizirajućeg zračenja	1	Predavaona MF
P14	Dozimetrijske veličine i principi zaštite od ionizirajućeg zračenja	1	Predavaona MF

P15	Fizikalne osnove nuklearne magnetske rezonancije	1	Predavaona MF
	Ukupan broj sati predavanja	15	

	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
V1	Toplinsko zračenje	2	Predavaona MF
V2	Zakoni zračenja crnog tijela	2	Predavaona MF
V3	Fotoelektrični efekt. Comptonovo raspršenje	2	Predavaona MF
V4	Elektromagnetski spektar	2	Predavaona MF
V5	Struktura atoma.	2	Predavaona MF
V6	Emisija i apsorpcija fotona	2	Predavaona MF
V7	Struktura atomske jezgre	2	Predavaona MF
V8	Radioaktivnost. Nuklearni raspadi	2	Predavaona MF
V9	Rendgensko zračenje	2	Predavaona MF
V10	Slabljenje snopa fotona	2	Predavaona MF
V11	Dozimetrijske veličine	2	Predavaona MF
1V12	Struja u vakuumu	2	Odjel za fiziku
2V12	Valovi svjetlosti	2	Odjel za fiziku
3V12	Detekcija ionizirajućeg zračenja	2	Odjel za fiziku
4V12	Nadoknada praktičnih vježbi	2	Odjel za fiziku
	Ukupan broj sati vježbi	30	

	ISPITNI TERMINI (završni ispit)
1.	16.5.2022.
2.	27.6.2022.
3.	11.7.2022.
4.	12.9.2022.

	TERMINI POPRAVAKA MEĐUISPITA (kolokviji)
1.	22.4.2022.
2.	20.5.2022.