

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

Kolegij: Ionizirajuća i neionizirajuća zračenja

Voditelj: doc.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: 2020/2021.

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.

Kognitivna domena - znanje

- definirati mehanizme međudjelovanja energetskog elektromagnetskog zračenja s materijom
- prepoznati fotoefekt i Comptonov efekt i njihovu razliku
- raspraviti dualizam svjetlosti
- opisati Planckov zakon i kvantizaciju energije
- iskazati građu jezgre
- zaključiti zakon radioaktivnog raspada
- izdvojiti beta i alfa raspade i njihove spektre
- objasniti gama zračenje i njegova svojstva
- klasificirati dozimetrijske veličine
- sažeti princip rada lasera.

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
- izabrati tip lasera za željeno međudjelovanje s tkivom.

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

Razumjeti 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. Mehanički valovi
- 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 međuispite na sljedeći način:

Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno do 50 bodova):

- a) aktivnost (do 5 bodova)
- b) prvi međuispit (do 18 bodova)
- c) drugi međuispit (do 18 bodova)
- d) ocjene iz vježbi (do 9 bodova)

Student može izostati s 30% nastave isključivo **zbog zdravstvenih razloga** što opravdava liječničkom ispričnicom. Prisustvo na vježbama je obavezno. Nadoknada 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 5 bodova)

broj riješenih zadataka	bodovi
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

b) prvi međuispit (do 18 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 18 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 9 bodova)

Tijekom nastave studenti su obavezni izvesti 3 praktikumske vježbi. Studenti su dužni pripremiti se za vježbe, odraditi vježbu u praktikumu i obraditi podatke. Na kraju svake vježbe ocjenjuje se njihov rad i obrada vježbe bodovima. Pozitivno ocijenjene i priznate vježbe uvjet su za izlazak na završni ispit. Maksimalno je moguće skupiti 9 bodova na temelju ocjena iz praktičnih vježbi.

Završni ispit (maksimalno 50 bodova)

Završni ispit je usmeni i sastoji se od najmanje tri 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 2020./2021. godinu)

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
29.3.2021. Ponedjeljak	P1,2 (8:00-10:00) Predavaona MF P6		V1(11:00-13:00)G1 V1(13:00-15:00)G2 Predavaona MF P9	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
30.3.2021. Utorak			V2 (11:00-13:00)G2 V2 (13:00-15:00)G1 Predavaona MF P9	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
2.4.2021. petak	P3,4 (8:00-10:00) Predavaona MF P5		V3 (11:00-13:00)G1 V3 (13:00-15:00)G1 Predavaona MF P5	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
6.4.2021. utorak			V4 (13:00-15:00) Predavaona MF P9	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
9.4.2021. petak	P5,6 (8:00-10:00) Predavaona MF P6		V5 (10:00-12:00)G1 I G2 Predavaona MF P9 V6(12:00-14:00)G1 I G2 Predavaona MF P9	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
12.4.2021. ponedjeljak	P7,8 (8:00-10:00) Predavaona MF P4		V(kolokvij)(11:00-12:00) Predavaona MF P9 V7 (12:00-14:00)G1 V7 (14:00-16:00)G2 Predavaona MF P9	doc.dr.sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
16.4.2021. petak	P9,10 (8:00-10:00) Predavaona MF P4		V8 (11:00-13:00) G1,G2 Predavaona MF P7 V9 (13:00-15:00)G1,G2 Predavaona MF P8	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
19.4.2021. ponedjeljak	P11,12 (8:00-10:00) Predavaona MF P7		V10 (11:00-13:00)G1 V10 (13:00-15:00)G2	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić

			Predavaona P9	
23.4.2021. petak			V11 (10:00-12:00)G2 V11 (12:00-14:00)G1 Predavaona MF P7	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
26.4.2021. ponedjeljak	P13,14 (8:00-10:00) Predavaona MF P9		V12/1 (11:00-13:00)G1	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić

			Odjel za fiziku 0-162 V12/1 (13:00-15:00)G2 Odjel za fiziku 0-162	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
30.4.2021. petak			V12/2 (12:00-14:00)G1 Odjel za fiziku 0-162 V12/2 (14:00-16:00)G2 Odjel za fiziku 0-162	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
3.5.2021. ponedjeljak	P15 (8:00-9:00) Predavaona MF P6		V12/3 (11:00-13:00)G1 Odjel za fiziku 0-162 V12/3 (13:00-15:00)G2 Odjel za fiziku 0-162	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Đeni Smilović Radojčić dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
5.5.2021. srijeda			V12/4 (10:00-12:00)G1 V12/4 (12:00-14:00)G2 Odjel za fiziku 0-162	dr.sc. Đeni Smilović Radojčić
7.5.2021. petak			Kolokvij II (12,00-13,00) Predavaona MF P2	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	Građa 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	
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	Mehanički valovi	2	Odjel za fiziku
2V12	Valovi svjetlosti	2	Odjel za fiziku
3V12	Detekcija ionizirajućeg zračenja	2	Odjel za fiziku
4V12	Nadoknade praktičnih vježbi	2	Odjel za fiziku
	Ukupan broj sati vježbi	30	

	ISPITNI TERMINI (završni ispit)
1.	17.5.2021.
2.	28.6.2021.
3.	12.7.2021.
4.	13.9.2021.

	TERMINI POPRAVAKA MEĐUISPITA (kolokviji)
1.	21.5.2021.
2.	4.6.2021.