

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: 2017/2018.

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):

P1,2 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

P3 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

P4 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

P5 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

P6 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

P7,8 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

P9 X-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

P10,11 Ultrazvuk

Ishodi učenja:

Objasniti fizikalne principe na kojima se temelji primjena ultrazvuka
Objasniti širenje i refleksiju ultrazvuka u različitim sredstvima
Razlikovati i znati objasniti piezoelektrični i obrnuti piezoelektrični efekt
Objasniti Dopplerov učinak i njegovu primjenu u medicini

P12 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

P13 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

P14 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

P15 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. Uvodne ideje kvantne mehanike. Valovi materije**
- V2. Zakoni toplinskog zračenja užarenih tijela**
- V3. Fotoelektrični efekt. Comptonovo raspršenje**
- V4. Kvantnomehanički model atoma. Emisija i apsorpcija fotona**
- V5. Rendgensko zračenje**
- V6. Struktura atomske jezgre**
- 1V7. Mehanički valovi**
- 2V7. Valovi svjetlosti**
- 3V7. Detekcija ionizirajućeg zračenja**
- 4V7. Nadoknade praktičnih vježbi**
- V8. Radioaktivnost**
- V9. Nuklearni raspadi**
- V10. Nuklearne reakcije**
- V11. Atenuacija i apsorpcija zračenja u tvarima**
- V12. Dozimetrija ionizirajućih zračenja**

Na numeričkim vježbama, 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 imaju zadaću da se studenti izvođenjem mjerenja približe 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 70 bodova, a na završnom ispitu 30 bodova. Ocjenjivanje studenata vrši se primjenom ECTS (A-F) i brojčanog sustava (1-5). Ocjenjivanje u ECTS sustavu izvodi se **apsolutnom raspodjelom**, te prema **preddiplomskim kriterijima ocjenjivanja**.

Od maksimalnih 70 bodova koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student mora sakupiti najmanje 40 bodova da bi pristupio završnom ispitu. Studenti koji sakupe između 30 i 39,9 bodova imaju pravo izaći na završni ispit, koji se tada smatra popravnim ispitom i ne boduje se, te u tom slučaju završna ocjena može biti jedino dovoljan, 2E. Studenti koji sakupe 29,9 i manje bodova (F kategorija) moraju ponovno upisati kolegij.

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

Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno do 70 bodova):

- a) aktivnost (do 5 bodova)
- b) prvi međuispit (do 25 bodova)
- c) drugi međuispit (do 25 bodova)
- d) ocjene iz vježbi (do 15 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 previđenim za nadoknade vježbi.

Ukoliko 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 javljanja	bodovi
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

b) prvi međuispit (do 25 bodova)

Prvi međuispit ima 5 zadataka i obuhvaća gradivo sa prvih šest vježbi (V1 – V6). Na međuispitu se rješavaju numerički zadatci poput onih koji se rade na vježbama. Svaki točno riješen zadatak nosi po pet bodova.

c) drugi međuispit (do 25 bodova)

Drugi međuispit ima također 5 pitanja (zadataka) i obuhvaća gradivo drugih pet vježbi (V8 – V12). Na međuispitu se rješavaju numerički zadatci poput onih koji se rade na vježbama. Svaki točno riješen zadatak nosi po pet bodova.

d) ocjene iz vježbi (do 15 bodova)

Tijekom nastave studenti su obavezni izvesti 3 praktikumske vježbi. 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 od 1 do 5. Pozitivno ocjenjene i priznate vježbe uvjet su za izlazak na završni ispit. Maksimalno je moguće skupiti 15 bodova na temelju ocjena iz praktičnih vježbi.

Završni ispit (maksimalno 30 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 30 bodova:

ocjena	bodovi
5 (A)	30
4 (B)	24
3 (C)	18
2 (D)	12
2 (E)	6

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
80 - 100%	5 (izvrstan)	A
70 - 79,9%	4 (vrlo dobar)	B
60 - 69,9%	3 (dobar)	C
50 - 59,9%	2 (dovoljan)	D
40 - 49,9%	2 (dovoljan)	E

Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2017./2018. godinu)

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
26.3.2018.	P1,2 (8:00-10:00) Predavaona 7		V1(11:00-13:00) Odjel za fiziku 0-152	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Diana Mance
27.3.2018.			V2 (13:00-15:00) Odjel za fiziku 0-152	dr.sc. Diana Mance
30.3.2018.	P3,4 (8:00-10:00) Predavaona 5		V3 (11:00-13:00) Odjel za fiziku 0-152	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Diana Mance
2.4.2018.	P5,6 (8:00-10:00) Predavaona		V4,5 (11:00-15:00) Odjel za fiziku 0-152	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Diana Mance
3.4.2018.			V6 (13:00-15:00) Odjel za fiziku 0-152	dr.sc. Diana Mance
6.4.2018.	P7,8 (8:00-10:00) Predavaona 5		V7/1A(11:00-13:00) Odjel za fiziku 0-162 V7/1B(13:00-15:00) Odjel za fiziku 0-162	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Diana Mance dr.sc. Diana Mance
9.4.2018.	P9,10 (8:00-10:00) Predavaona 7		Kolokvij I (12,00-13,00) V7/2A (13:00-15:00) Odjel za fiziku 0-162 V7/2B (15:00-17:00) Odjel za fiziku 0-162	prof.dr.sc. Gordana Žauhar dr.sc. Diana Mance dr.sc. Diana Mance
13.4.2018.	P11,12 (8:00-10:00) Predavaona 5		V7/3A (11:00-13:00) Odjel za fiziku 0-162 V7/3B (13:00-15:00) Odjel za fiziku 0-162	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Diana Mance dr.sc. Diana Mance
16.4.2018.			V7/4A (11:00-13:00) Odjel za fiziku 0-162 V7/4B (13:00-15:00) Odjel za fiziku 0-162	dr.sc. Diana Mance dr.sc. Diana Mance

20.04.2018.			V8 (11:00-15:00) Odjel za fiziku 0-152	dr.sc. Diana Mance
23.4.2018.	P13,14 (8:00-10:00) Predavaona 7		V9,10 (11:00-15:00) Odjel za fiziku	doc. dr. sc. Slaven Jurković dr.sc. Diana Mance
27.4.2018.			V11,12 (11:00-15:00) Odjel za fiziku	dr.sc. Diana Mance
30.4.2017	P15 (8:00-9:00) Predavaona 7			
4.5.2018.			Kolokvij II (12,00-13,00)	

Popis predavanja, seminara i vježbi:

	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
P1	Uvod u predmet	1	Predavaona 8
P2	Toplinsko zračenje	1	
P3	Zračenje crnog tijela	1	
P4	Kvantna struktura materije	1	Predavaona 8
P5	Elektromagnetsko zračenje	1	Predavaona 8
P6	Struktura atoma	1	
P7,8	Građa jezgre i radioaktivnost	2	Predavaona 4
P9,10	Fizikalne osnove ultrazvuka	1	Predavaona 8
P11	X-zrake i njihova primjena	2	Predavaona 4
P12	Međudjelovanje elektromagnetskog ionizirajućeg zračenja s materijom	1	
P13	Detektori ionizirajućeg zračenja	1	Predavaona 8
P14	Dozimetrijske veličine i principi zaštite od zračenja	1	
P15	Fizikalni osnove nuklearne magnetske rezonancije	1	Predavaona 7
	Ukupan broj sati predavanja	15	

	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
V1	Uvodne ideje kvantne mehanike. Valovi materije	2	Odjel za fiziku
V2	Zakoni toplinskog zračenja užarenih tijela	2	Odjel za fiziku
V3	Fotoelektrični učinak. Comptonovo raspršenje	2	Odjel za fiziku
V4	Kvantnomehanički model atoma. Emisija i apsorpcija fotona	2	Odjel za fiziku
V5	Rendgensko zračenje	2	Odjel za fiziku
V6	Struktura atomske jezgre	2	Odjel za fiziku
1V7	Mehanički valovi	2	Odjel za fiziku
2V7	Valovi svjetlosti	2	Odjel za fiziku
3V7	Detekcija ionizirajućeg zračenja	2	Odjel za fiziku

4V7	Nadoknade praktičnih vježbi	2	Odjel za fiziku
V8	Radioaktivnost	2	Odjel za fiziku
V9	Nuklearni raspad	2	Odjel za fiziku
V10	Nuklearne reakcije	2	Odjel za fiziku
V11	Atenuacija i apsorpcija zračenja u tvarima	2	Odjel za fiziku
V12	Dozimetrija ionizirajućih zračenja	2	Odjel za fiziku
	Ukupan broj sati vježbi	30	

ISPITNI TERMINI (završni ispit)	
1.	10.05.2018.
2.	29.06.2018.
3.	12.07.2018.
4.	14.09.2018.

TERMINI POPRAVAKA MEĐUISPITA (kolokviji)	
1.	17.05. ili 03.07.2018..
2.	14.09.2018.