Faculty of Medicine in Rijeka

**Curriculum**
**2022/2023**

For course

# Medicinska fizika i biofizika

| | |
|---|---|
| Study program: | **Medicina (R)**<br>University integrated undergraduate and graduate study |
| Department: | **Department of Medical Physics and Biophysics** |
| Course coordinator: | **prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije** |
| Year of study: | **1** |
| ECTS: | **6** |
| Incentive ECTS: | **0 (0.00%)** |
| Foreign language: | **Possibility of teaching in a foreign language** |

## Course information:

Kolegij **Medicinska fizika i biofizika** je obvezni predmet na 1. godini Integriranog preddiplomskog i diplomskog sveučilišnog studija Medicina koji se održava u zimskom semestru, a sastoji se od 30 sati predavanja, 20 sati seminara i 25 sati vježbi, ukupno 75 sati (6 ECTS).

Cilj kolegija je poticati kod studenata analitički, kvantitativni pristup u izučavanju funkcija ljudskog tijela. Nastava kolegija koncipirana je tako da student tijekom predavanja bude upoznat sa temeljnim znanjima iz fizike potrebnim za razumijevanje bioloških funkcija, kao što su disanje (ventilacija i izmjena plinova), rad srca, strujanje krvi i ostalih tjelesnih tekućina, kretanje, gledanje, slušanje, govor, akcijski potencijal (njegov postanak i širenje), transport kroz membrane,... Na predavanjima se objašnjavaju i fizikalni principi koji se koriste u nekim dijagnostikama, kao i fizikalni postupci u nekim terapijama.

**ISHODI UČENJA ZA PREDMET:**
**I. KOGNITIVNA DOMENA – ZNANJE**
1. Opisati i objasniti fizikalne osnove bioloških procesa
2. Razlikovati i znati objasniti različite načine prijenosa energije i tvari unutar organizma i u njegovoj interakciji s okolinom
3. Razlikovati osnovne vrste poluga u ljudskom tijelu, te znati primijeniti zakon poluge na objašnjenje rada poluga u ljudskom tijelu
4. Objasniti nastanak slike u oku i korekcije optičkih pogrešaka oka pomoću naočala
5. Primijeniti osnovne fizikalne zakone hidrodinamike na objašnjenje protoka krvi kroz krvotok
6. Objasniti vezu akustičkih parametara i fizioloških osjeta zvučnih valova
7. Razlikovati intenzitet, akustičku impedanciju, nivo intenziteta i glasnoću zvuka
8. Opisati i objasniti ponašanje tkiva u stalnom i promjenjivom električnom i magnetskom polju te učinke koje može izazvati prolazak struje kroz organizam
9. Opisati i objasniti mehanizme međudjelovanja ionizirajućeg zračenja i tvari, te učinke koje ionizirajuće zračenje može izazvati kod čovjeka

I**I.PSIHOMOTORIČKA DOMENA – VJEŠTINE**
1. Preračunavati mjerne jedinice
2. Grafički prikazati rezultate mjerenja i očitavanje grafova
3. Izračunavati jednostavne pogreške i procjenu točnosti rezultata mjerenja
4. Rukovati jednostavnim mjernim instrumentima
5. Prepoznati i izdvojiti grube od slučajnih pogrešaka tijekom mjerenja

**Izvođenje nastave:**

Kolegij se izvodi u predavaonicama Medicinskog fakulteta, te na Fakultetu za Fiziku Sveučilišta u Rijeci. Predavanja se održavaju na Fakultetu za fiziku u predavaonici O-029 koja se nalazi u prizemlju zgrade Sveučilišnih odjela na Kampusu u ulici Radmile Matejčić 2. Sve vježbe iz kolegija Medicinska fizika i biofizika održavat će se u praktikumu iz medicinske fizike (O-162) koji se nalazi na prvom katu u zgradi Sveučilišnih odjela. Seminari koji se odvijaju ponedjeljkom održavat će se u predavaonicama Medicinskog fakulteta, a ostalim danima u tjednu u prostorijama Fakulteta za Fiziku Sveučilišta u Rijeci koji se nalazi na Kampusu na Trsatu.

Studenti su obvezni prisustvovati predavanjima kako je propisano Bolonjskom konvencijom. Na seminarima, čije je pohađanje obvezno, studenti u manjim grupama primjenjuju teorijska znanja stečena na predavanjima na konkretne probleme poput krvotoka, disanja, kretanja, slušanja, vida - izradom modela i računanjem problemskih zadataka. Seminari imaju za cilj poticati analitički, kvantitativni pristup u proučavanju funkcija ljudskog tijela. Studenti su dužni pripremiti se za seminare, ponavljanjem teorije, i na seminaru aktivno sudjelovati. Tijekom izvođenja nastave polažu se dva parcijalna ispita iz seminara, čije je polaganje uvjet za pristupanje završnom ispitu. Na 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 uvjet su za dobivanje potpisa i izlazak na završni ispit.

**Nastavnik ocjenjuje sudjelovanje studenta u radu seminara (pokazano znanje, razumijevanje, sposobnost postavljanja problema, zaključivanje, itd.). Također se ocjenjuju i druge aktivnosti studenta.**

## List of assigned reading:

1. Franjo Šolić, Gordana Žauhar: Fizika za medicinare, Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Rijeka 2013.
2. Dresto-Alač, B.; Bojić, D.; Cvejanović, S.; Lekić, A.; Mandić, M.; Žauhar, G: Praktikum fizikalnih mjerenja, Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Rijeka 2010.

**List of optional 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. J. Brnjas-Kraljević, D. Krilov: Fizika za studente medicine, Medicinska naklada, Zagreb, 2012.
3. J. Brnjas-Kraljević: Fizika 1, Struktura tvari i dijagnostičke metode, Medicinska naklada, Zagreb, 2001.
4. Davor Eterović: “Biofizički temelji fiziologije”, Katedra za medicinsku fiziku i biofiziku, Medicinski fakultet, Sveučilište u Splitu.
5. Paul Davidovits: Physics in Biology and Medicine, Elsevier, 2008.
6. R. K. Hobbie, B.J. Roth: Intermediate Physics for Medicine and Biology, Springer, New York, 2007.

## Curriculum:

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

#### P1 Uvod u kolegij. Zašto fizika u medicini? Fizičke veličine i mjerne jedinice.

*Ishodi učenja:*
Upoznati se s ciljem kolegija.
Dati studentima informacije o tome gdje se i u kojem obliku organizira nastava, koji je potreban pribor, upute o pohađanju i pripremi za nastavu, te obvezama studenata.
Razlikovati skupine mjernih jedinica.
Znati koristiti predmetke u pretvorbi jedinica.

#### P2 Optika u medicini

*Ishodi učenja:*
Znati primijeniti osnovne zakone geometrijske optike
Znati objasniti totalnu refleksiju i njenu primjenu u svjetlovodima
Znati osnovne karakteristike sfernih zrcala i leća
Analizirati nastanak slike kod sfernih zrcala i leća
Definirati jakost leće
Znati nabrojiti i objasniti pogreške leća

#### P3 Ljudsko oko kao optički sustav

*Ishodi učenja:*
Razumjeti i znati objasniti nastanak slike u oku.
Definirati karakteristične točke oka.
Razlikovati akomodaciju i adaptaciju oka.
Definirati moć razlučivanja oka.

#### P4 Pogreške oka

*Ishodi učenja:*
Razlikovati pogreške oka.
Objasniti korekcije optičkih pogrešaka oka.
Objasniti interferenciju valova
Razlikovati difrakciju i disperziju svjetlosti
Znati objasniti polarizaciju svjetlosti

#### P5 Optički instrumenti

I*shodi učenja:*
Objasniti nastanak slike kod optičkog mikroskopa.
Definirati povećanje mikroskopa.
Argumentirati o čemu ovisi moć razlučivanja optičkog mikroskopa.
Znati navesti neke specijalne optičke mikroskope.
Opisati elektronski mikroskop.

#### P6 Gibanje, brzina i akceleracija (linearna i kružna). Sile i njihovo djelovanje.

*Ishodi učenja:*
Razlikovati pravocrtna od krivocrtnih gibanja
Razlikovati vektore od skalara
Znati osnovne vrste sila i objasniti razlike

#### P7 Mehanika pokreta ljudskog tijela

*Ishodi učenja:*
Znati definirati moment sile.
Razumjeti zakon poluge i znati ga primijeniti na jednostavne poluge u ljudskom tijelu.
Razlikovati translacijsku i rotacijsku ravnotežu.
Znati osnovne vrste poluga u ljudskom tijelu.
Opisati  hodanje i skakanje uz pomoć fizikalnih zakona

**P8 Mehanička svojstva tkiva**

*Ishodi učenja:*
Objasniti krivulju deformacije čvrstog tijela.
Definirati Hookov zakon.
Razlikovati plastične i elastične deformacije.
Znati opisati viskoelastična svojstva.
Objasniti deformacije ljudskog tkiva.
Opisati najjednostavnije modele za različita biološka tkiva.

**P9 Tekućina u mirovanju**

*Ishodi učenja:*
Definirati  površinsku napetost
Objasniti kapilarne pojave
Definirati i razlikovati jedinice koje se koriste za tlak
Definirati hidrostatički tlak
Znati objasniti pojavu  zračnog embolusa kao smetnje protoku krvi

**P10 Osnovni zakoni hidrodinamike**

*Ishodi učenja:*
Opisati model idealne tekućine
Znati primijeniti Bernoullijevu jednadžbu.
Opisati realne tekućine.
Definirati viskoznost
Definirati Poiseuilleov zakon

**P11 Primjena osnovnih zakona hidrodinamike na krvotok**

*Ishodi učenja:*
Znati primijeniti osnovne fizikalne zakone hidrostatike i hidrodinamike na objašnjenje protoka krvi kroz krvotok
Znati objasniti vibracije tlaka pri aterosklerozi
Razlikovati laminarno i turbulentno gibanje tekućina
Definirati Reynoldsov broj
Razlikovati njutnovske i nenjutnovske tekućine
Definirati hidraulički otpor
Opisati reološka svojstva krvi

**P12 Svojstva sustava u plinovitom stanju**

*Ishodi učenja:*
Razlikovati izobarne, izotermne i izohorne procese
Objasniti osnovne plinske zakone.
Razlikovati plinove i pare
Definirati  Daltonov zakon
Objasniti apsorpciju plinova u tekućinama

**P13 Fizika disanja**

*Ishodi učenja:*
Znati primijeniti osnovne plinske zakone na objašnjenje fizike disanja.
Analizirati disanje u uvjetima povećanog tlaka (ronjenje)
Analizirati disanje u uvjetima smanjenog tlaka

**P14 Osnovni pojmovi iz termodinamike**

*Ishodi učenja:*
Definirati prvi i drugi zakon termodinamike
Razumjeti termodinamičke promjene stanja sustava.
Znati objasniti dijagram stanja neke tvari i fazne prijelaze.
Opisati promjene agregacijskog stanja kod zatvorenog i otvorenog sustava

**P15 Organizam kao termodinamički sustav**

*Ishodi učenja:*
Opisati osnovne načine prijenosa energije unutar organizma te u njegovoj interakciji s okolinom
Usporediti prijenos topline kondukcijom, konvekcijom, zračenjem i isparavanje.
Objasniti regulaciju tjelesne temperature organizma

**P16 Prijenos tvari kroz staničnu membranu**

*Ishodi učenja:*
Objasniti procese difuzije i osmoze.
Objasniti nastanak membranskog potencijala
Opisati prolaz iona kroz staničnu membranu.
Opisati nastanak i širenje akcijskog potencijala
Znati primijeniti Nernstovu jednadžbu

**P17 Mjerenje potencijala na površini tijela**

*Ishodi učenja:*
Objasniti fizikalne osnove elektrodijagnostike (EKG, EEG, EMG,..)
Opisati ponašanje tkiva u strujnom krugu.
Objasniti model ekvivalentnog strujnog kruga za tkivo.

**P18 Titranje i valovi**

*Ishodi učenja:*
Definirati jednadžbu vala.
Razlikovati transverzalne i longitudinalne valove.
Objasniti prenošenje titranja i pojavu rezonancije
Objasniti refleksiju i transmisiju valova
Objasniti Dopplerov učinak

**P19 Valovi zvuka**

*Ishodi učenja:*
Definirati i nabrojiti osobine zvučnog vala
Razlikovati čujni zvuk od infrazvuka i ultrazvuka
Usporediti karakteristike tona, muzikalnog zvuka i šuma
Definirati i objasniti intenzitet, akustičku impedanciju, nivo intenziteta i glasnoću zvuka
Objasniti vezu akustičkih parametara i fizioloških osjeta
Razlikovati nivo intenziteta i apsolutni intenzitet zvuka
Razumjeti fiziku slušanja.
Upoznati fizikalne principe na kojima se temelji audiometrija.
Objasniti izofonske krivulje

**P20 Ultrazvuk i njegova primjena u medicini**

*Ishodi učenja:*
Objasniti fizikalne principe na kojima se temelji primjena ultrazvuka u dijagnostici
Razlikovati i znati objasniti piezoelektrični i obrnuti piezoelektrični efekt
Opisati osnovne načine ultrazvučnih prikaza

Objasniti primjenu Dopplerovog učinka u dijagnostici.

**P21 Struktura tvari**

*Ishodi učenja:*
Definirati i objasniti pojmove: atom, kemijski element, izotop
Razlikovati i usporediti svojstva elementarnih čestica (elektron, proton, neutron)
Opisati Bohrov model atoma
Primijeniti Paulijev princip isključivosti

**P22 Elektromagnetski valovi**

*Ishodi učenja:*
Razlikovati elektromagnetne valove prema valnoj duljini, frekvenciji i energiji fotona
Dovesti u svezu valnu i čestičnu (korpuskularnu) prirodu elektromagnetnog zračenja
Navesti načine postanka različitih vrsta elektromagnetnih valova
Razlikovati ionizirajuće od neionizirajućih valova u spektru elektromagnetskih valova
Definirati pojmove: ionizacija, ekscitacija, ionizirajuće i neionizirajuće zračenje
Objasniti nastanak spektra neke tvari
Objasniti fizikalne osnove primjene spektroskopije u određivanju sastava tvari

**P23 Rendgenske zrake i njihova primjena u medicini**

*Ishodi učenja:*
Opisati nastanak i navesti svojstva rendgenskog zračenja
Objasniti nastanak linijskog i kontinuiranog spektra rendgenskih zraka
Navesti dijagnostičku i terapijsku upotrebu rendgenskog zračenja

**P24 Prolaz elektromagnetskog zračenja kroz tvari**

*Ishodi učenja:*
Objasniti zbog čega dolazi do atenuacije elektromagnetskog zračenja prilikom prolaza kroz tvar
Definirati debljinu poluapsorpcije
Objasniti fotoelektrični učinak
Opisati Comptonovo raspršenje

**P25 Građa atomske jezgre**

*Ishodi učenja:*
Opisati građu jezgre.
Definirati što su to izotopi.
Definirati energiju vezanja i defekt mase neke jezgre

**P26 Radioaktivnost i primjena u medicini. Detekcija ionizirajućeg zračenja.**

*Ishodi učenja:*
Objasniti zakon radioaktivnog raspada.
Definirati jedinicu za aktivnost radioaktivnog izvora
Definirati vrijeme poluraspada
Opisati i znati objasniti osnovne vrste radioaktivnih raspada
Navesti primjere upotrebe radioaktivnih izotopa u dijagnostici
Navesti primjere upotrebe radioaktivnog zračenja u terapiji
Znati osnovna načela zaštite od ionizirajućih zračenja
Usporediti prodornost različitih vrsta ionizirajućeg zračenja
Definirati osnovne fizikalne veličine i jedinice u dozimetriji ionizirajućih zračenja
Objasniti učinke zračenja na čovjeka

**P27 Osnovni pojmovi iz elektrostatike i elektrodinamike**

*Ishodi učenja:*

Opisati i objasniti svojstva  električnog polja.
Definirati potencijal i napon.
Objasniti djelovanje električnog polja na naboje u vodiču i  izolatoru.
Objasniti djelovanje Lorentzove sile

**P28 Tkiva u električnom polju.**

*Ishodi učenja:*
Objasniti ponašanje tkiva u stalnom i promjenjivom električnom polju.
Opisati ponašanje tekućine u električnom polju.
Definirati  elektrolite i objasniti o čemu ovisi njihova vodljivost.
Objasniti prolaz struje kroz organizam.

**P29 Magnetska svojstva tvari. Tvar u magnetskom polju.**

*Ishodi učenja:*
Opisati magnetska svojstva nekih tvari.
Opisati magnetsko polje oko vodiča kojim teče struja.
Objasniti kako se ponašaju tvari u magnetskom polju.
Razlikovati dijamagnetske, paramagnetske i feromagnetske tvari.
Objasniti elektromagnetsku indukciju.
Objasniti mehanizme zagrijavanja tkiva u promjenjivom električnom i promjenjivom magnetskom polju

**P30 Završno predavanje i priprema za ispit**

Priprema za ispit

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

**Na seminarima se rješavaju problemski i numerički zadaci vezani za problematiku obrađenu na predavanjima.**

.

**S1 Račun pogrešaka i analiza rezultata mjerenja**

*Ishodi učenja:*
Steći vještinu obrade rezultata mjerenja te izračunavanja jednostavnih pogrešaka mjerenja.
Znati preračunavati  mjerne jedinice i koristiti predmetke u pretvorbi jedinica.
Upoznati se s grafičkim načinima prikazivanja rezultata mjerenja.

**S2 Optika**

*Ishodi učenja:*
Primijeniti zakone geometrijske optike na rješavanje numeričkih zadataka
Znati konstruirati slike kod sfernih zrcala i leća
Znati izračunati jakost leće potrebne za korekciju kratkovidnosti ili dalekovidnosti

**S3 Vektori, funkcije i grafovi funkcija. Diferencijalni račun**

*Ishodi učenja:*
Razlikovati vektore od skalara
Znati napraviti grafički prikaz rezultata mjerenja i očitati podatke sa grafa.
Razumjeti svojstva eksponencijalne i logaritamske funkcije te trigonometrijskih funkcija
Znati izračunati vektorski i skalarni produkt
Znati primijeniti osnovna pravila diferencijalnog računa

**S4 Poluge u organizmu**

*Ishodi učenja:*
Razlikovati različite tipove poluga i primijeniti ih na ljudsko tijelo
Primijeniti uvjete ravnoteže poluga na numeričkim primjerima kod čovjeka

**S5 Hidromehanika**

*Ishodi učenja:*
Primijeniti osnovne fizikalne zakone hidrostatike i hidrodinamike na numeričkim primjerima vezanim uz krvotok čovjeka
Znati izračunati hidraulički otpor u krvotoku

**S6 Fizika disanja**

*Ishodi učenja:*
Znati primijeniti osnovne plinske zakone u rješavanju numeričkih primjera vezanih uz fiziku disanja, Diskutirati o problemima disanja u uvjetima povećanog vanjskog tlaka (kod ronjenja)
Diskutirati o problemima disanja u uvjetima smanjenog vanjskog tlaka (penjanje na velike nadmorske visine)

**S7 Difuzija i osmoza. Bioelektrična svojstva membrana.**

*Ishodi učenja:*
Diskutirati o membranskom potencijalu
Znati primijeniti Fickov zakon i Nernstovu jednadžbu u konkretnim primjerima
Diskutirati o prolasku neutralnih i električki nabijenih čestica kroz staničnu membranu

**S8 Zvuk**

*Ishodi učenja:*
Znati koristiti izofonske krivulje.
Rješavati numeričke primjere vezane uz nivo intenziteta i glasnoću zvuka.
Znati koristiti decibelsku skalu.

**S9 Rendgensko zračenje i njegova primjena u dijagnostici i terapiji**

*Ishodi učenja:*
Na numeričkim primjerima uočiti kako promjena anodnog napona i struje grijanja katode utječu na karakteristike spektra rendgenskog zračenja.
Znati rješavati numeričke primjere vezane uz slabljenje rendgenskog zračenja prolazom kroz tvar.

**S10 Radioaktivni izotopi i njihova primjena u medicine**

*Ishodi učenja:*
Na primjerima uočiti razlike među radioaktivnim raspadima.
Znati primijeniti zakon radioaktivnog raspada u numeričkim primjerima.
Razlikovati i znati izračunati efektivno, biološko i fizikalno vrijeme poluraspada radioaktivnog izotopa.

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

**V0 Uvod. Priprema za izvođenje vježbi**

*Ishodi učenja:*
Upoznati studente sa načinom izvođenja vježbi, sa potrebnim priborom, te dati upute o pohađanju i izradi pripreme za svaku vježbu.

**V1 Mehanički valovi**

*Ishodi učenja:*

Upoznati različite vrste mehaničkih valova
Analizirati zvučne valove katodnim osciloskopom
Analizirati pojavu interferencije kod valova i to osobito slučaj kad kao rezultat interferencije nastaje stojni val
Odrediti vlastitu frekvenciju titranja glazbene viljuške na temelju Meldeovih pokusa
Izračunati valnu duljinu i brzinu širenja zvuka Quinckeovom pištaljkom

**V2 Audiometrija**

*Ishodi učenja:*
Definirati i objasniti intenzitet, nivo intenziteta i glasnoću zvuka
Razlikovati karakteristike tona, muzikalnog zvuka i šuma
Objasniti vezu akustičkih parametara i fizioloških osjeta
Upoznati fizikalne principe na kojima se temelji audiometrija.

**V3 Napetost površine i viskoznost**

*Ishodi učenja:*
Definirati površinsku napetost
Odrediti površinsku napetost tekućine metodom otkidanja prstena
Odrediti površinsku napetost tekućine pomoću kapilarne elevacije
Definirati viskoznost i znati odrediti koeficijent viskoznosti tekućine Ostwaldovim viskozimetrom

**V4 Kalorimetrija**

*Ishodi učenja:*
Razlikovati toplinski kapacitet i specifični toplinski kapacitet neke tvari
Razumjeti i znati primijeniti Richmanovo pravilo prilikom određivanja specifičnog toplinskog kapaciteta tvari
Definirati specifičnu toplinu taljenja neke tvari
Odrediti specifičnu toplinu taljenja leda

**V5 Ocjena toplinskih uvjeta okoline**

*Ishodi učenja:*
Opisati osnovne načine prijenosa topline između organizma i okoline
Definirati vlažnost zraka i znati je odrediti
Odrediti brzinu strujanja zraka u prostoriji
Odrediti srednju temperaturu zračenja u prostoriji

**V6 Lom ili refrakcija svjetlosti**

*Ishodi učenja:*
Razumjeti zakon loma i znati ga primijeniti prilikom izračunavanja indeksa loma staklene planparalelne ploče i prizme
Upoznati se sa principom rada spektroskopa
Usporediti spektar živine lampe i obične žarulje te tako naučiti kako razlikovati linijski i kontinuirani spektar

**V7 Sferna zrcala i leće**

*Ishodi učenja:*
Analizirati kakve su karakteristike slike koje daju sferna zrcala i leće za razne udaljenosti predmeta
Znati primijeniti jednadžbu konjugacije za izračunavanje žarišne daljine sfernih zrcala i leća
Usvojiti vještinu konstruiranja slika za sferna zrcala i leće koja omogućuje da se predvidi gdje nastaje slika

**V8 Električni strujni krugovi**

*Ishodi učenja:*
Usvojiti vještinu rukovanja jednostavnim mjernim instrumentima
Analizirati različite strujne krugove te pokušati objasniti promjene u sjaju žaruljica u strujnom krugu ili izmjerene vrijednosti napona i struje koristeći osnovne zakone kao što su: Ohmov zakon, Kirchohoffova pravila, …

**V9 Mjerenje električnog otpora Wheatstoneovim mostom**

*Ishodi učenja:*
Znati definirati otpor, otpornost, vodljivost
Razumjeti princip rada Wheatstoneovog mosta te znati odrediti otpor uz pomoć njega
Definirati električnu provodnost elektrolita te na temelju eksperimenta utvrditi o čemu ona ovisi

**V10 Ionizirajuće zračenje**

*Ishodi učenja:*
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

**V11 Nadoknade**

Nadoknada.

**V12 Nadoknade**

Nadoknada.

## 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: pohađanje nastave, pripremanje za nastavu, aktivno sudjelovanje na nastavi.

**POHAĐANJE NASTAVE:**
Nastava je organizirana prema rasporedu objavljenom na sustavu za e-učenje Merlin i INP aplikaciji Medicinskog fakulteta u Rijeci (www.). Prisustvovanje predavanjima, seminarina, vježbama i međuispitima 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, seminare i predavanja, isključivo zbog zdravstvenih razloga, što se opravdava liječničkom ispričnicom (uključujući izostanke s međuispita). Ako student neopravdano izostane s više od 30 % nastave ne može nastaviti praćenje kolegija i gubi mogućnost izlaska na završni ispit (0 ECTS bodova, ocjena F).
(opisati mogućnosti nadoknada, zamjena grupa i druge važne informacije primjenjive za kolegij)

**POSEBNE ODREDBE ZA ONLINE NASTAVU:**
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.
(navesti dodatne informacije po potrebi)

**PRIPREMANJE ZA NASTAVU** (ako je primjenjivo za kolegij):
(opisati način pripreme za nastavu)

**AKTIVNO SUDJELOVANJE NA NASTAVI** (ako je primjenjivo za kolegij):
(opisati očekivane načine aktivnog sudjelovanja u nastavi)

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

**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 % ocjenskih bodova, a na završnom ispitu 50 % ocjenskih bodova. Ocjenjivanje studenata vrši se primjenom ECTS i brojčanog sustava (1-5).

Od maksimalnih 50 % ocjenskih bodova koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student mora sakupiti minimum od 25 % ocjenskih bodova da bi pristupio završnom ispitu. Studenti koji sakupe manje od 25 % ocjenskih bodova imat će priliku polagati popravne parcijalne ispite te, ako na popravnom parcijalnom ispitu zadovolje, moći će pristupiti završnom ispitu. Studenti koji sakupe 24,9 % i manje ocjenskih bodova (F ocjenska kategorija) moraju ponovno upisati kolegij.

Ocjenske bodove student stječe aktivnim sudjelovanjem u nastavi, izvršavanjem postavljenih zadataka i izlascima na parcijalne ispite na sljedeći način:

| | **Bodovanje** | **Maksimalan broj bodova** |
|---|---|---|
| **Parcijalni ispiti** | Prvi parcijalni ispit (14 pitanja) | 14 |
| | Drugi parcijalni ispit (14 pitanja) | 14 |
| | **ukupno** | **28** |
| **Vježbe** | ocjene iz vježbi<br>10 x 5 x 0,4 | 20 |
| | **ukupno** | **48** |
| **Aktivnost** | aktivnost na seminarima | **2** |
| **UKUPNO** | | **50** |
| | Usmeni ispit | 50 |
| | **ukupno** | **50** |
| **UKUPNO** | | **100** |

**I. Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno do 50 bodova):**

**a) prvi parcijalni ispit (do 14 bodova)**
Prvi parcijalni ispit ima 14 zadataka i obuhvaća gradivo sa prvih pet seminara (S1 – S5). Na parcijalnom ispitu student/studentica rješava zadatke višestrukog izbora. Svako pitanje (zadatak) ili tvrdnja ima pet ponuđenih odgovora, od kojih više njih može biti točnih. Samo zadatak čiji su odgovori u potpunosti točno riješeni se boduje. Svaki točno riješen zadatak nosi po jedan bod.

**b) drugi parcijalni ispit (do 14 bodova)**
Drugi parcijalni ispit ima također 14 pitanja (zadataka) i obuhvaća gradivo drugih pet seminara (S6 – S10). Na parcijalnim ispitima student/studentica rješava zadatke višestrukog izbora. Svako pitanje ili tvrdnja ima pet ponuđenih odgovora, od kojih više njih može biti točnih. Samo zadatak čiji su odgovori u potpunosti točno riješeni se boduje.

**c) ocjene iz vježbi (do 20 bodova)**
Tijekom nastave studenti su obvezni izvesti svih 10 vježbi. 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 vježbe uvjet su za izlazak na završni ispit. Ukupni broj bodova na vježbama dobiva se tako što se za svakog studenta na kraju vježbi zbroje ocjene svih vježbi i dobivena suma pomnoži sa faktorom 0,4 kako bi se dobio broj bodova koje student dobiva na vježbama. Maksimalno je moguće skupiti 20 bodova na temelju ocjena iz praktičnih vježbi.

**d) aktivnost na seminarima (do 2 boda)**
Seminari imaju za cilj poticati analitički, kvantitativni pristup u proučavanju funkcija ljudskog tijela. Studenti su dužni pripremiti se za seminare, ponavljanjem teorije, i na seminaru aktivno sudjelovati. Bodovanje aktivnosti na seminarima obavlja se na slijedeći način:

| broj javljanja na seminarima | ocjenski bodovi |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 1-3 | 1 |
| 4-10 | 2 |

**e) Popravcima međuispita mogu pristupiti studenti koji:**
Imaju pozitivno ocjenjene i priznate sve vježbe i koji tijekom cjelokupne nastave nisu neopravdano izostali više od 30%.

**II. Završni ispit (do 50 bodova)**
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.

Transformacijska skala iz ocjena na usmenom ispitu u bodove je slijedeća:

| **ocjena na usmenom** | **ocjenski bodovi** |
|---|---|
| dovoljan | 10-20 |
| dobar | 21-30 |
| vrlo dobar | 31-40 |
| izvrstan | 41-50 |

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 dat je u donjoj tablici.

**Tko može pristupiti završnom ispitu:**
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). Studenti su dužni položiti oba parcijalna ispita kako bi ostvarili uvjete za izlazak na završni ispit.
Tijekom nastave studenti su obvezni izvesti svih 10 praktičnih vježbi. Pozitivno ocjenjene i priznate vježbe također su uvjet su za izlazak na završni ispit.

**Tko ne može pristupiti završnom ispitu:**
Studenti koji su tijekom nastave ostvarili 0 do 24,9 bodova ili koji imaju 30% i više izostanaka s nastave. Završnom ispitu ne mogu pristupiti studenti koji nisu položili oba parcijalna ispita ili oni koji nemaju pozitivno ocjenjene i odrađene sve praktikumske vježbe. Takav student je neuspješan (1) F i ne može izaći na završni ispit, tj. mora predmet ponovno upisati naredne akademske godine.

**III. Konačna ocjena je zbroj ECTS ocjene ostvarene tijekom nastave i na završnom ispitu:**

| **Konačna ocjena** | |
|---|---|
| A (90-100%) | izvrstan (5) |
| B (75-89,9%) | vrlo dobar (4) |
| C (60-74,9%) | dobar (3) |
| D (50-59,9%) | dovoljan (2) |
| F (studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 30 bodova ili nisu položili završni ispit) | nedovoljan (1) |

**Termini održavanja testova tijekom nastave:**

**14.11.2022. – 1. parcijalni ispit** (predavaonice: P2, P3, P4, P5, P5, P8, P9)
**18.01.2023. – 2. parcijalni ispit** (predavaonice: P2, P3, P8, P9, P15)

08.02.2023. 1. ispitni rok
27.02.2023. 2. ispitni rok
10.07.2023. 3. ispitni rok
04.09.2023. 4. ispitni rok
18.09.2023. 5. ispitni rok

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

Nastavni sadržaji i sve obavijesti vezane uz kolegij nalaze se na portalu Merlin 2024. /2025.

**KONTAKTIRANJE S NASTAVNICIMA:**
Nastavnici su svakodnevno tijekom radnog vremena dostupni putem e-mail adresa za sva pitanja koja se tiču nastave.

Voditeljica kolegija prof. dr. sc. Gordana Žauhar gordana.zauhar@uniri.hr

izv. prof. dr. sc. Slaven Jurković slaven.jurkovic@uniri.hr

izv. prof. dr. sc. Ivna Kavre Piltaver ivna.kavre@uniri.hr

viša asistentica Marija Čargonja mcargonja@uniri.hr

viši asistent dr. sc. Boris Mifka boris.mifka@uniri.hr

asistentica Daria Jardas Babić daria.jardas@uniri.hr

asistent Karlo Mrakovčić karlo.mrakovcic@uniri.hr

Marijana Majetić, viša laborantica marijana.majetic@uniri.hr

Marija Musulin, laborantica marija.musulin@uniri.hr

Svi sadržaji vezani uz nastavu nalaze se na portalu Merlin 2024./2025.

**AKADEMSKA ČESTITOST:**
Očekuje se da će nastavnik poštivati Etički kodeks Sveučilišta u Rijeci, a studenti Etički kodeks za studente Sveučilišta u Rijeci.

## COURSE HOURS 2022/2023

Medicinska fizika i biofizika

| **Lectures**<br>(Place and time or group) | **Practicals**<br>(Place and time or group) | **Seminars**<br>(Place and time or group) |
|---|---|---|
| **04.10.2022** | | |
| P1 Uvod u kolegij. Zašto fizika u medicini? Fizičke veličine i mjerne jedinice.:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>  ○ MFB<br><br>P2 Optika u medicini:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>  ○ MFB<br><br>P3 Ljudsko oko kao optički sustav:<br>• Campus O-029 (15:00 - 16:00) [149]<br>  ○ MFB | | |
| prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **10.10.2022** | | |
| | | S1 Račun pogrešaka i analiza rezultata mjerenja:<br>• P03 - IT CLASSROOM (12:00 - 14:00) [337]<br>  ○ MFB S D<br>• v (14:00 - 16:00) [337]<br>  ○ MFB S E |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **11.10.2022** | | |
| | | S1 Račun pogrešaka i analiza rezultata mjerenja:<br>• Campus O-029 (16:00 - 18:00) [337]<br>  ○ MFB S A |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **12.10.2022** | | |
| | | S1 Račun pogrešaka i analiza rezultata mjerenja:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>  ○ MFB S C |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **13.10.2022** | | |
| | | S1 Račun pogrešaka i analiza rezultata mjerenja:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>  ○ MFB S B |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **17.10.2022** | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | S2 Optika:<br>• Department of Physiology - Exercise room (12:00 - 14:00) [337]<br>  ○ MFB S D<br>• Department of Physiology - Exercise room (14:00 - 16:00) [337]<br>  ○ MFB S E |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **18.10.2022** | | |
| P4 Pogreške oka:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>  ○ MFB<br><br>P5 Optički instrumenti:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>  ○ MFB<br><br>P6 Gibanje, brzina i akceleracija (linearna i kružna). Sile i njihovo djelovanje.:<br>• Campus O-029 (15:00 - 16:00) [149]<br>  ○ MFB | V0 Uvod. Priprema za izvođenje vježbi:<br>• Campus O-162 (16:00 - 17:00) [339]<br>  ○ MFB V D<br>• Campus O-162 (17:00 - 18:00) [339]<br>  ○ MFB V F | S2 Optika:<br>• Campus O-029 (16:00 - 18:00) [337]<br>  ○ MFB S A |
| Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **19.10.2022** | | |
| | | S2 Optika:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>  ○ MFB S C |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **20.10.2022** | | |
| | V0 Uvod. Priprema za izvođenje vježbi:<br>• Campus O-162 (10:00 - 11:00) [340]<br>  ○ MFB V E<br>• Campus O-162 (12:00 - 13:00) [1970]<br>  ○ MFB V B<br>• Campus O-162 (13:00 - 14:00) [343]<br>  ○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 15:00) [343]<br>  ○ MFB V A | S2 Optika:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>  ○ MFB S B |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] · doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **24.10.2022** | | |
| | | S3 Vektori, funkcije i grafovi funkcija. Diferencijalni račun:<br>• Campus O-152 (14:15 - 16:00) [337]<br>  ○ MFB S E<br>• Campus O-152 (16:00 - 18:00) [337]<br>  ○ MFB S D |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |

| **25.10.2022** | | |
|---|---|---|
| P7 Mehanika pokreta ljudskog tijela:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>◦ MFB<br><br>P8 Mehanička svojstva tkiva:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>◦ MFB | V1 Mehanički valovi:<br>• Campus O-162 (16:00 - 18:00) [339]<br>◦ MFB V D | S3 Vektori, funkcije i grafovi funkcija. Diferencijalni račun:<br>• Campus O-029 (16:00 - 18:00) [337]<br>◦ MFB S A |
| Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **26.10.2022** | | |
| | | S3 Vektori, funkcije i grafovi funkcija. Diferencijalni račun:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>◦ MFB S C |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **27.10.2022** | | |
| | V1 Mehanički valovi:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>◦ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>◦ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>◦ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>◦ MFB V A | S3 Vektori, funkcije i grafovi funkcija. Diferencijalni račun:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>◦ MFB S B |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] · doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **28.10.2022** | | |
| | V1 Mehanički valovi:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>◦ MFB V B | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **31.10.2022** | | |
| | | S4 Poluge u organizmu:<br>• ONLINE (12:00 - 14:00) [337]<br>◦ MFB S D<br>• ONLINE (14:00 - 16:00) [337]<br>◦ MFB S E |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **02.11.2022** | | |
| | | S4 Poluge u organizmu:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>◦ MFB S C |

| | | |
|---|---|---|
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **03.11.2022** | | |
| | V2 Audiometrija:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>○ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>○ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>○ MFB V A | S4 Poluge u organizmu:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>○ MFB S B |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] · doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **04.11.2022** | | |
| | V2 Audiometrija:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>○ MFB V B | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **07.11.2022** | | |
| | | S5 Hidromehanika:<br>• P06 (12:30 - 14:00) [337]<br>○ MFB S D<br>• P08 (14:00 - 16:00) [337]<br>○ MFB S E |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **08.11.2022** | | |
| P9 Tekućina u mirovanju:<br>• Campus O-029 (10:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB<br>P10 Osnovni zakoni hidrodinamike:<br>• Campus O-029 (10:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB<br>P11 Primjena osnovnih zakona hidrodinamike na krvotok:<br>• Campus O-029 (10:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB | V2 Audiometrija:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [339]<br>○ MFB V D<br>V3 Napetost površine i viskoznost:<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>○ MFB V D | S4 Poluge u organizmu:<br>• Campus O-152 (08:15 - 10:00) [337]<br>○ MFB S A<br>S5 Hidromehanika:<br>• Campus O-029 (13:00 - 15:00) [337]<br>○ MFB S A |
| Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **09.11.2022** | | |
| | | S5 Hidromehanika:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>○ MFB S C |
| doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **10.11.2022** | | |

| | | |
|---|---|---|
| | V3 Napetost površine i viskoznost:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>○ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>○ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>○ MFB V A | S5 Hidromehanika:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [337]<br>○ MFB S B |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] · doc.dr. sc. Čargonja Marija [337] | | |
| **11.11.2022** | | |
| | V3 Napetost površine i viskoznost:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>○ MFB V B | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **15.11.2022** | | |
| P12 Svojstva sustava u plinovitom stanju:<br>• Campus O-029 (10:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB<br>P13 Fizika disanja:<br>• Campus O-029 (10:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB<br>P14 Osnovni pojmovi iz termodinamike:<br>• Campus O-029 (10:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB | V4 Kalorimetrija:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>○ MFB V B<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>○ MFB V D | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **17.11.2022** | | |
| | V4 Kalorimetrija:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>○ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>○ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>○ MFB V A | |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] | | |
| **21.11.2022** | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | S6 Fizika disanja:<br>• P06 (12:30 - 14:00) [1970]<br>○ MFB S D<br>• P15 - TOWN HALL (15:00 - 16:30) [1970]<br>○ MFB S E |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **22.11.2022** | | |
| P15 Organizam kao termodinamički sustav:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB<br><br>P16 Prijenos tvari kroz staničnu membranu:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB | V5 Ocjena toplinskih uvjeta okoline:<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>○ MFB V D | S6 Fizika disanja:<br>• Campus O-029 (13:00 - 15:00) [1970]<br>○ MFB S A |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **23.11.2022** | | |
| | | S6 Fizika disanja:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [1970]<br>○ MFB S C |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **24.11.2022** | | |
| | V5 Ocjena toplinskih uvjeta okoline:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>○ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>○ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>○ MFB V A | S6 Fizika disanja:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [1970]<br>○ MFB S B |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] | | |
| **25.11.2022** | | |
| | V5 Ocjena toplinskih uvjeta okoline:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>○ MFB V B | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **28.11.2022** | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | S7 Difuzija i osmoza. Bioelektrična svojstva membrana.:<br>• P15 - TOWN HALL (12:30 - 14:00) [1970]<br>  ○ MFB S D<br>• P08 (14:00 - 16:00) [1970]<br>  ○ MFB S E |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **29.11.2022** | | |
| P17 Mjerenje potencijala na površini tijela:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>  ○ MFB<br><br>P18 Titranje i valovi:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>  ○ MFB | V6 Lom ili refrakcija svjetlosti:<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>  ○ MFB V D | S7 Difuzija i osmoza. Bioelektrična svojstva membrana.:<br>• Campus O-029 (13:00 - 15:00) [1970]<br>  ○ MFB S A |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **30.11.2022** | | |
| | | S7 Difuzija i osmoza. Bioelektrična svojstva membrana.:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [1970]<br>  ○ MFB S C |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **01.12.2022** | | |
| | V6 Lom ili refrakcija svjetlosti:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>  ○ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>  ○ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>  ○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>  ○ MFB V A | S7 Difuzija i osmoza. Bioelektrična svojstva membrana.:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [1970]<br>  ○ MFB S B |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] | | |
| **02.12.2022** | | |
| | V6 Lom ili refrakcija svjetlosti:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>  ○ MFB V B | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **05.12.2022** | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | S8 Zvuk:<br>• P03 - IT CLASSROOM (12:00 - 14:00) [149]<br>  ○ MFB S D<br>• P15 - TOWN HALL (14:00 - 16:00) [149]<br>  ○ MFB S E |
| prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **06.12.2022** | | |
| P19 Valovi zvuka:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>  ○ MFB<br><br>P20 Ultrazvuk i njegova primjena u medicini:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>  ○ MFB | V7 Sferna zrcala i leće:<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>  ○ MFB V D | S8 Zvuk:<br>• Campus 357 (13:00 - 15:00) [149]<br>  ○ MFB S A |
| Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **07.12.2022** | | |
| | | S8 Zvuk:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [149]<br>  ○ MFB S C |
| prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **08.12.2022** | | |
| | V7 Sferna zrcala i leće:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [343]<br>  ○ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>  ○ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>  ○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>  ○ MFB V A | S8 Zvuk:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [149]<br>  ○ MFB S B |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **09.12.2022** | | |
| | V7 Sferna zrcala i leće:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [339]<br>  ○ MFB V B | |
| Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] | | |
| **12.12.2022** | | |
| | | S9 Rendgensko zračenje i njegova primjena u dijagnostici i terapiji:<br>• P03 - IT CLASSROOM (12:00 - 14:00) [252]<br>  ○ MFB S D<br>• P08 (14:00 - 16:00) [252]<br>  ○ MFB S E |

| | | |
|---|---|---|
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] | | |
| **13.12.2022** | | |
| P21 Struktura tvari:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [252]<br>○ MFB<br><br>P22 Elektromagnetski valovi:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [252]<br>○ MFB | V8 Električni strujni krugovi:<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>○ MFB V D | S9 Rendgensko zračenje i njegova primjena u dijagnostici i terapiji:<br>• Campus O-029 (13:00 - 15:00) [252]<br>○ MFB S A |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] | | |
| **14.12.2022** | | |
| | | S9 Rendgensko zračenje i njegova primjena u dijagnostici i terapiji:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [252]<br>○ MFB S C |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] | | |
| **15.12.2022** | | |
| | V8 Električni strujni krugovi:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>○ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>○ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>○ MFB V A | S9 Rendgensko zračenje i njegova primjena u dijagnostici i terapiji:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [252]<br>○ MFB S B |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] | | |
| **16.12.2022** | | |
| | V8 Električni strujni krugovi:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>○ MFB V B | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **19.12.2022** | | |
| | | S10 Radioaktivni izotopi i njihova primjena u medicine:<br>• P03 - IT CLASSROOM (12:00 - 14:00) [252]<br>○ MFB S D<br>• P15 - TOWN HALL (14:00 - 16:00) [252]<br>○ MFB S E |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] | | |
| **20.12.2022** | | |

| | | |
|---|---|---|
| P23 Rendgenske zrake i njihova primjena u medicini:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [252]<br>  ◦ MFB<br><br>P24 Prolaz elektromagnetskog zračenja kroz tvari:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [252]<br>  ◦ MFB | V9 Mjerenje električnog otpora Wheatstoneovim mostom:<br>• Campus O-162 (09:00 - 11:00) [1970]<br>  ◦ MFB V B<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>  ◦ MFB V D | S10 Radioaktivni izotopi i njihova primjena u medicine:<br>• Campus O-029 (13:00 - 15:00) [252]<br>  ◦ MFB S A |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] | | |
| **21.12.2022** | | |
| | | S10 Radioaktivni izotopi i njihova primjena u medicine:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [252]<br>  ◦ MFB S C |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] | | |
| **22.12.2022** | | |
| | V9 Mjerenje električnog otpora Wheatstoneovim mostom:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>  ◦ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>  ◦ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>  ◦ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>  ◦ MFB V A | S10 Radioaktivni izotopi i njihova primjena u medicine:<br>• Campus O-029 (14:00 - 16:00) [252]<br>  ◦ MFB S B |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] | | |
| **10.01.2023** | | |
| P25 Građa atomske jezgre:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [252]<br>  ◦ MFB<br><br>P26 Radioaktivnost i primjena u medicini. Detekcija ionizirajućeg zračenja.:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [252]<br>  ◦ MFB | V10 Ionizirajuće zračenje:<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>  ◦ MFB V D | |
| prof. dr. sc. Jurković Slaven, spec. med. fiz. [252] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] | | |
| **12.01.2023** | | |

| | | |
|---|---|---|
| | V10 Ionizirajuće zračenje:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>○ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>○ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>○ MFB V A | |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] | | |
| **13.01.2023** | | |
| | V10 Ionizirajuće zračenje:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>○ MFB V B | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |
| **17.01.2023** | | |
| P27 Osnovni pojmovi iz elektrostatike i elektrodinamike:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB<br><br>P28 Tkiva u električnom polju.:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>○ MFB | V11 Nadoknade:<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>○ MFB V D | |
| Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **19.01.2023** | | |
| | V11 Nadoknade:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>○ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>○ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>○ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>○ MFB V A | |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] | | |
| **20.01.2023** | | |
| | V11 Nadoknade:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>○ MFB V B | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |

| **24.01.2023** | | |
|---|---|---|
| P29 Magnetska svojstva tvari. Tvar u magnetskom polju.:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>◦ MFB<br><br>P30 Završno predavanje i priprema za ispit:<br>• Campus O-029 (11:15 - 13:00) [149]<br>◦ MFB | V12 Nadoknade:<br>• Campus O-162 (13:00 - 15:00) [339]<br>◦ MFB V D | |
| Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · prof. dr. sc. Žauhar Gordana, prof. fizike i kemije [149] | | |
| **26.01.2023** | | |
| | V12 Nadoknade:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [340]<br>◦ MFB V E<br>• Campus O-162 (10:00 - 12:00) [339]<br>◦ MFB V F<br>• Campus O-162 (12:00 - 14:00) [343]<br>◦ MFB V C<br>• Campus O-162 (14:00 - 16:00) [343]<br>◦ MFB V A | |
| Jardas Babić Daria, mag. phys. et matech. [343] · Lončarić Klaudija, mag. educ. [339] · dr.sc. Mifka Boris, dipl. ing. fizike [340] | | |
| **27.01.2023** | | |
| | V12 Nadoknade:<br>• Campus O-162 (08:00 - 10:00) [1970]<br>◦ MFB V B | |
| doc. dr. sc. Kavre Piltaver Ivna [1970] | | |

## List of lectures, seminars and practicals:

| LECTURES (TOPIC) | Number of hours | Location |
|---|---|---|
| P1 Uvod u kolegij. Zašto fizika u medicini? Fizičke veličine i mjerne jedinice. | 1 | Campus O-029 |
| P2 Optika u medicini | 1 | Campus O-029 |
| P3 Ljudsko oko kao optički sustav | 1 | Campus O-029 |
| P4 Pogreške oka | 1 | Campus O-029 |
| P5 Optički instrumenti | 1 | Campus O-029 |
| P6 Gibanje, brzina i akceleracija (linearna i kružna). Sile i njihovo djelovanje. | 1 | Campus O-029 |
| P7 Mehanika pokreta ljudskog tijela | 1 | Campus O-029 |
| P8 Mehanička svojstva tkiva | 1 | Campus O-029 |
| P9 Tekućina u mirovanju | 1 | Campus O-029 |
| P10 Osnovni zakoni hidrodinamike | 1 | Campus O-029 |
| P11 Primjena osnovnih zakona hidrodinamike na krvotok | 1 | Campus O-029 |
| P12 Svojstva sustava u plinovitom stanju | 1 | Campus O-029 |

| | | |
|---|---|---|
| P13 Fizika disanja | 1 | Campus O-029 |
| P14 Osnovni pojmovi iz termodinamike | 1 | Campus O-029 |
| P15 Organizam kao termodinamički sustav | 1 | Campus O-029 |
| P16 Prijenos tvari kroz staničnu membranu | 1 | Campus O-029 |
| P17 Mjerenje potencijala na površini tijela | 1 | Campus O-029 |
| P18 Titranje i valovi | 1 | Campus O-029 |
| P19 Valovi zvuka | 1 | Campus O-029 |
| P20 Ultrazvuk i njegova primjena u medicini | 1 | Campus O-029 |
| P21 Struktura tvari | 1 | Campus O-029 |
| P22 Elektromagnetski valovi | 1 | Campus O-029 |
| P23 Rendgenske zrake i njihova primjena u medicini | 1 | Campus O-029 |
| P24 Prolaz elektromagnetskog zračenja kroz tvari | 1 | Campus O-029 |
| P25 Građa atomske jezgre | 1 | Campus O-029 |
| P26 Radioaktivnost i primjena u medicini. Detekcija ionizirajućeg zračenja. | 1 | Campus O-029 |
| P27 Osnovni pojmovi iz elektrostatike i elektrodinamike | 1 | Campus O-029 |
| P28 Tkiva u električnom polju. | 1 | Campus O-029 |
| P29 Magnetska svojstva tvari. Tvar u magnetskom polju. | 1 | Campus O-029 |
| P30 Završno predavanje i priprema za ispit | 1 | Campus O-029 |

| PRACTICALS (TOPIC) | Number of hours | Location |
|---|---|---|
| V0 Uvod. Priprema za izvođenje vježbi | 1 | Campus O-162 |
| V1 Mehanički valovi | 2 | Campus O-162 |
| V2 Audiometrija | 2 | Campus O-162 |
| V3 Napetost površine i viskoznost | 2 | Campus O-162 |
| V4 Kalorimetrija | 2 | Campus O-162 |
| V5 Ocjena toplinskih uvjeta okoline | 2 | Campus O-162 |
| V6 Lom ili refrakcija svjetlosti | 2 | Campus O-162 |
| V7 Sferna zrcala i leće | 2 | Campus O-162 |
| V8 Električni strujni krugovi | 2 | Campus O-162 |
| V9 Mjerenje električnog otpora Wheatstoneovim mostom | 2 | Campus O-162 |
| V10 Ionizirajuće zračenje | 2 | Campus O-162 |
| V11 Nadoknade | 2 | Campus O-162 |
| V12 Nadoknade | 2 | Campus O-162 |

| SEMINARS (TOPIC) | Number of hours | Location |
|---|---|---|
| Na seminarima se rješavaju problemski i numerički zadaci vezani za problematiku obrađenu na predavanjima. | 1 | |
| S1 Račun pogrešaka i analiza rezultata mjerenja | 2 | Campus O-029<br>P03 - IT CLASSROOM<br>v |

| | | |
|---|---|---|
| S2 Optika | 2 | Campus O-029<br>Department of Physiology - Exercise room |
| S3 Vektori, funkcije i grafovi funkcija. Diferencijalni račun | 2 | Campus O-029<br>Campus O-152 |
| S4 Poluge u organizmu | 2 | Campus O-029<br>Campus O-152<br>ONLINE |
| S5 Hidromehanika | 2 | Campus O-029<br>P06<br>P08 |
| S6 Fizika disanja | 2 | Campus O-029<br>P06<br>P15 - TOWN HALL |
| S7 Difuzija i osmoza. Bioelektrična svojstva membrana. | 2 | Campus O-029<br>P08<br>P15 - TOWN HALL |
| S8 Zvuk | 2 | Campus 357<br>Campus O-029<br>P03 - IT CLASSROOM<br>P15 - TOWN HALL |
| S9 Rendgensko zračenje i njegova primjena u dijagnostici i terapiji | 2 | Campus O-029<br>P03 - IT CLASSROOM<br>P08 |
| S10 Radioaktivni izotopi i njihova primjena u medicine | 2 | Campus O-029<br>P03 - IT CLASSROOM<br>P15 - TOWN HALL |

**EXAM DATES (final exam):**

| | |
|---|---|
| 1. | 08.02.2023. |
| 2. | 27.02.2023. |
| 3. | 10.07.2023. |
| 4. | 04.09.2023. |
| 5. | 18.09.2023. |