



Sveučilište u Rijeci

Fakultet dentalne medicine

**Kolegij:** Fizika u dentalnoj medicini

**Voditelj:** izv. prof. dr. sc. Diana Mance

**Katedra:** Sveučilište u Rijeci, Fakultet za fiziku

**Studij:** Sveučilišni integrirani prijediplomski i diplomski studij Dentalna medicina

**Godina studija:** 2

**Akadska godina:** 2024/2025

## IZVEDBENI 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, obveze studenata i sl.):**

Kolegij Fizika u dentalnoj medicini izvodi se tijekom ljetnog semestra druge godine Sveučilišnog studija dentalne medicine i sastoji se od 24 sata predavanja i 12 sati vježbi (2 ECTS).

Kolegij se održava u predavaonicama Fakulteta za fiziku (FIZRI) Sveučilišta u Rijeci (Kampus Trsat, Ulica Radmile Matejčić 2). Predavanja se održavaju na prvom katu zgrade Sveučilišnih odjela u predavaonici O-161, dok se vježbe održavaju u učionici O-162.

Cilj kolegija je da studenti steknu znanja iz fizike sa specifičnom primjenom u stomatologiji i slikovnoj dijagnostici.

Predavanja pokrivaju teme relevantne za svojstva dentalnih materijala, dinamiku žvačnog sustava čovjeka, snagu zagriža, ultrazvuk te osnove lasera, fizike plazme i ionizirajućeg zračenja.

Na praktičnim vježbama studenti primjenjuju teorijska znanja stečena na predavanjima. Pripreme za vježbe kao i obrada rezultata mjerenja će se ocjenjivati. Tijekom vježbi obavezna je zaštitna odjeća (laboratorijski ogrtač).

Svi aspekti kolegija su obvezni i moraju u biti pozitivno ocijenjeni kako bi student pristupio završnom ispitu.

**Voditeljica predmeta:**

izv. prof. dr. sc. Diana Mance, prof.

**Suradnik:**

dr.sc. Boris Mifka, dipl. Ing.



**Popis obvezne ispitne literature:**

Dresto-Alač, B.; Bojić, D.; Cvejanović, S.; Lekić, A.; Mandić, M.; Žauhar, G.: Praktikum fizikalnih mjerenja, Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Rijeka 2010.  
Herman, I. P.: Physics of the Human Body, Springer, 2016

**Popis dopunske literature:**

Šantić, A.: Biomedicinska elektronika, Školska knjiga, 1995  
Herbert H. Frommer; Jeanine J. Stabulas-Savage: Radiology for the Dental Professional, Elsevier, 2018.

**Nastavni plan:**

**Popis predavanja s naslovima i pojašnjenjem:**

**P1 Uvodno predavanje. Fizika u stomatologiji.**

*Ishodi učenja*

Razumjeti cilj i način održavanja kolegija.  
Razumjeti pravila kolegija: sakupljanje bodova i način polaganja ispita.  
Dati opći pregled uloge fizike u stomatologiji.

**P2 Mehanička svojstva stomatoloških materijala.**

*Ishodi učenja*

Objasniti krivulju deformacije čvrstog tijela.  
Definirajte Hookeov zakon.  
Razlikovati plastične i elastične deformacije.  
Navesti osnovne fizikalne principe loma i nekarijesnih oštećenja strukture zuba (abrazija, abfrakcija, atricija).  
Navesti mehanička svojstva mandibule.

**P3 Biomehanika čeljusti i zuba.**

*Ishodi učenja*

Primijeniti načela statike za objašnjenje biomehanike čeljusti i zuba.  
Navesti osnovne fizičke principe mehanike zagriža.  
Navesti osnovne fizičke principe zubnih mostova.  
Opisati osnovne fizičke principe ekstrakcije zuba.  
Opisati osnovne fizičke principe zubarskih pinceta i raznih poluga koje se koriste za ekstrakciju zuba.

**P4 Mehanika fluida u stomatologiji.**

*Ishodi učenja*

Opisati fizičke principe barodontalgije.  
Primijeniti principe mehanike fluida za opisivanje irigacije korijenskog kanala.  
Opisati površinske pojave (pojave na granici faza).  
Navesti značenje Navier-Stokesovih jednačbi za dinamiku fluida.  
Navesti osnovne principe dinamike fluida i ulogu zuba u govoru.

**P5 Toplinska svojstva stomatoloških materijala.**

*Ishodi učenja*

Primijeniti principe termodinamike za opisivanje toplinskih svojstava stomatoloških materijala.  
Definirati koeficijent toplinskog rastezanja.  
Objasniti toplinsko rastezanje materijala.  
Opisati djelovanje naglih promjena temperature na zube i stomatološke materijale.



### **P6 Električna svojstva stomatoloških materijala.**

#### *Ishodi učenja*

Primijeniti znanja iz elektrostatike za određivanje električnih svojstava dentalnih materijala.

Opisati električnu vodljivost materijala.

Raspravljati o električnom otporu zdravog i karijesnog tkiva.

Definirati bioimpedanciju.

Opisati metodu impedancije za određivanje duljine korijenskog kanala.

### **P7 Optička svojstva stomatoloških materijala.**

#### *Ishodi učenja*

Opisati elektromagnetski spektar.

Opisati svjetlost kao elektromagnetski val.

Navesti temeljne zakone geometrijske optike.

Razlikovati optička svojstva zdravih i bolesnih zuba.

Objasniti Beer-Lambertov zakon.

Naučiti o Kubelka-Munk teoriji.

### **P8 Ultrazvuk i njegova primjena u stomatologiji.**

#### *Ishodi učenja*

Izreći valnu jednadžbu.

Objasniti pojam titranja i pojavu rezonancije.

Objasniti refleksiju i prijenos valova.

Objasniti Dopplerov efekt.

Objasniti fizikalne principe na kojima se temelji primjena ultrazvuka u dijagnostici.

Razlikovati piezoelektrični efekt i obrnuti piezoelektrični efekt.

Navesti primjere primjene ultrazvuka u stomatologiji.

### **P9 Struktura tvari**

#### *Ishodi učenja*

Objasniti pojmove: atom, kemijski element, ion i izotop.

Razlikovati i usporediti svojstva elementarnih čestica (elektrona, protona i neutrona).

Opisati Bohrov model atoma.

### **P10 Laser i njegova primjena u stomatologiji.**

#### *Ishodi učenja*

Opisati fizičke principe rada lasera.

Opisati različite vrste lasera.

Objasniti interakciju laserskog svjetla i tkiva.

Opisati različite primjene lasera u stomatologiji.

Raspravljati o sigurnosnim aspektima korištenja lasera.

### **P11 Plazma i primjena plazme u stomatologiji.**

#### *Ishodi učenja*

Definirati fizičku plazmu.

Razlikovati visokotemperaturnu i niskotemperaturnu plazmu.

Razlikovati načine stvaranja niskotemperaturne atmosferske plazme.

Opisati različite primjere primjene niskotemperaturne atmosferske plazme u medicini i stomatologiji.



### **P12 Ionizirajuće zračenje.**

#### *Ishodi učenja*

Navesti i opisati mehanizme interakcije ionizirajućeg zračenja s materijom.

Opisati nastanak i svojstva X-zraka.

Objasniti nastanak diskretnog i kontinuiranog spektra X-zraka.

Navesti primjere dijagnostičke i terapijske primjene X-zraka.

Objasniti zakon radioaktivnog raspada.

Definirati jedinicu aktivnosti za radioaktivni izvor.

Definirati vrijeme poluraspada.

Nabrojati i objasniti osnovne vrste radioaktivnog raspada.

Navesti primjere primjene radioaktivnih izotopa u dijagnostici.

### **P13 Načela dozimetrije i zaštite od ionizirajućeg zračenja.**

#### *Ishodi učenja*

Definirati osnovne dozimetrijske veličine.

Navesti osnovne metode zaštite od zračenja.

Primijeniti principe dozimetrije u zaštiti od ionizirajućeg zračenja.

### **P14 Slikovna dijagnostika u stomatologiji.**

#### *Ishodi učenja*

Navesti i opisati dijagnostičku i terapijsku primjenu ionizirajućeg zračenja.

Odabrati odgovarajuću dijagnostičku metodu.

### **P15 Završno predavanje.**

#### *Ishodi učenja*

Usustaviti gradivo izloženo na prethodnim predavanjima.

### **Popis vježbi s pojašnjenjem:**

#### **V1 Poluge u stomatologiji**

##### *Ishodi učenja*

Primijeniti zakon poluge na primjere iz stomatologije.

#### **V2 Kapacitivni i ohmski otpor. Impedancija. Električna vodljivost.**

##### *Ishodi učenja*

Izmjeriti kapacitivni i omski otpor.

Odrediti vrijednost impedancije.

Definirati električnu vodljivost elektrolita i pomoću pokusa odrediti o čemu ona ovisi.

#### **V3 Mehanički valovi**

##### *Ishodi učenja*

Razlikovati vrste mehaničkih valova.

Analizirati zvučne valove pomoću katodnog osciloskopa.

Analizirati pojavu interferencije.

Odrediti prirodnu frekvenciju titranja glazbene vilice na temelju Meldeovih pokusa.

Izračunati valnu duljinu i brzinu širenja zvuka Quinckeovom zviždajkom.

#### **V4 Ionizirajuće zračenje**

##### *Ishodi učenja*



Razlikovati vrste ionizirajućeg zračenja.  
Definirati osnovne jedinice koje se koriste u dozimetriji ionizirajućeg zračenja.  
Definirati doseg zračenja i debljinu poluapsorpcije.  
Odrediti doseg beta zračenja u aluminiju.

#### V5 Laser

*Ishodi učenja*

Opisati osnove rada lasera.  
Objasniti fenomen ogiba svjetlosti na pukotini i niti.

#### V6 Nadoknada

#### Obveze studenata:

Studenti/ce su obvezni redovito pohađati nastavu i aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave. Da bi ostvarili pravo izlaska na završni ispit, studenti su obavezni položiti oba kolokvija i imati pozitivno ocijenjene sve vježbe na praktikumu.

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

Provjera ishoda učenja provodi se kontinuiranom provjerom znanja kroz:

- a) parcijalni ispit koji uključuje rješavanje numeričkih zadataka vezanih uz gradivo predavanja; te
- b) ocjenom vježbi koja uključuje ocjenu pripremljenosti studenta za vježbe, ocjenu za izvođenje vježbe te ocjenu obrade i interpretacije rezultata izvršenih mjerenja.

Završnim ispitom se propituje usvojenost teorijskog znanja izloženog na predavanjima.

Student/ica može izostati s 30% nastave isključivo zbog zdravstvenih razloga što opravdava liječničkom ispričnicom. Prisutnost na predavanjima, seminarima i vježbama je obvezna. Nadoknada vježbi je moguća jedino u terminima predviđenim za nadoknade vježbi.

Ako student/ica 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.

Od ukupno 100 bodova, tijekom nastave student/ica može ostvariti 30 bodova, a na završnom ispitu 70 bodova. Ocjenjivanje studenata obavlja se primjenom ECTS (A-E) i brojčanog sustava (1-5).

Od maksimalnih 30 ocjenskih bodova koje je moguće ostvariti tijekom nastave, student/ica mora sakupiti minimum od 15 ocjenskih bodova da bi pristupio/ila završnom ispitu. Studenti/ce koji sakupe 14,9 i manje ocjenskih bodova (F ocjenska kategorija) moraju ponovno upisati kolegij.

Ocjenske bodove studenti/ce stječu izvršavanjem postavljenih zadataka i izlascima na parcijalne ispite na sljedeći način:

	Bodovanje	Maksimalan broj
--	-----------	-----------------



		<b>bodova</b>
<b>Parcijalni ispiti</b>	10 pitanja x 2 boda	20
<b>Vježbe</b>	ocjene iz vježbi 4 x 5 x 0,5	10
	<b>ukupno</b>	<b>30</b>
<b>ZAVRŠNI ISPIT</b>	30 pitanja	70
	<b>ukupno</b>	<b>70</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>100</b>

#### **Parcijalni ispit (do 20 bodova)**

Ispit se sastoji od 10 zadataka i pokriva teme primjene zakona poluge na primjere iz stomatologije, svojstava stomatoloških materijala, ionizirajućeg zračenja i dozimetrije. Na ispitu studenti/ce rješavaju pitanja višestrukog izbora. Za svako pitanje postoji pet mogućih odgovora, od kojih više od jednog može biti točno. Ocjenjuju se samo zadaci s potpuno točnim odgovorima. Za svaki točno riješen zadatak dobivaju se dva boda.

#### **Vježbe (do 10 bodova)**

Studenti/ce moraju odraditi sve praktične vježbe. Studenti/ce pišu ulazni kolokvij. Samo studenti/ce koji polože ulazni kolokvij mogu pristupiti izvođenju vježbi. Studenti/ce će rezultate mjerenja obrađivati na vježbama, a njihov rad i obrada na kraju svake vježbe ocjenjivat će se ocjenama od 1 do 5. Sve vježbe s pozitivnom ocjenom (> 2) obavezne su za pristup završnom ispitu. Ukupni rezultat vježbi izračunava se zbrajanjem bodova svih vježbi i množenjem rezultata s 0,5. Na temelju rezultata praktične vježbe može se ostvariti najviše 10 bodova.

#### **Završni ispit (do 70 bodova)**

Studenti/ce pristupaju završnom ispitu na kraju kolegija, pod uvjetom da su tijekom nastave ostvarili/le najmanje 15 bodova i da su im sve vježbe pozitivno ocijenjene.

Ispit se sastoji od 30 pitanja s višestrukim izborom. Na svako pitanje, ili tvrdnju, ponuđeno je pet odgovora, od kojih više od jednog može biti točno. Ocjenjuju se samo zadaci s potpuno točnim odgovorima. Pisani ispit smatra se uspješnim ako je dano najmanje 15 točnih odgovora.

Studenti/ce dobivaju bodove za točne odgovore prema tablici pretvorbe:

<b>Broj točno odgovorenih pitanja</b>	<b>Bodovi</b>
15	35
16	36
17	37
18	38
19	40
20	42
21	45
22	48
23	51
24	54
25	57
26	60



27	64
28	66
29	68
30	70

Konačna ocjena je zbroj bodova (postotaka) ostvarenih tijekom nastave i na završnom ispitu. Sustav ocjenjivanja prikazan 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

**Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:**

/
---

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

Svaka upotreba tuđeg teksta ili drugog oblika autorskog djela, kao i upotreba ChatGPT ili bilo kojeg drugog alata čija se funkcionalnost temelji na tehnologiji umjetne inteligencije, bez jasnog i nedvosmislenog navođenja izvora, smatra se povredom tuđeg autorskog prava i načela akademske čestitosti te predstavlja tešku povredu studentskih obveza što za sobom povlači stegovnu odgovornost i stegovne mjere sukladno Pravilniku o stegovnoj odgovornosti studenata.  
Vrijeme konzultacija: ponedjeljkom 12:00-13:00

**SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2023./2025. godinu)**

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
26.2.2025.	P1-2 (14:00 – 16:00) FIZRI O-152			
28.2.2025.	P2-3 (9:00 – 12:00) FIZRI O-029			izv. prof. dr. sc. Diana Mance
			V1 (12:00 - 14:00) FIZRI O-029	dr.sc. Boris Mifka
5.3.2025.	P4 (14:00 – 16:00) FIZRI O-152			izv. prof. dr. sc. Diana Mance
12.3.2025.	P5,6 (14:00 - 16:00) FIZRI O-152			izv. prof. dr. sc. Diana Mance
14.3.2025.	P7,8 (9:00 – 12:00) FIZRI O-029			izv. prof. dr. sc. Diana Mance
19.3.2025.	P9,10 (14:00 – 17:00)			izv. prof. dr. sc. Diana



	FIZRI O-152			Mance
26.3.2025.	P11,12 (14:00 – 16:00) FIZRI O-152			izv. prof. dr. sc. Diana Mance
28.3.2025.	P12,13 (10:00 – 12:00) FIZRI O-029			izv. prof. dr. sc. Diana Mance
2.4.2025.	P13-15 (14:00 – 17:00) FIZRI O-152			izv. prof. dr. sc. Diana Mance
9.4.2025.		Parcijalni ispit (14:00 - 16:00) FIZRI O-161		izv. prof. dr. sc. Diana Mance
11.4.2025.			V2A (8:00-10:00) FIZRI O-162 V2B (10:00-12:00) FIZRI O-162	dr.sc. Boris Mifka
25.4.2025.			V3A (10:00-12:00) FIZRI O-162 V3B (12:00-14:00) FIZRI O-162	dr.sc. Boris Mifka
9.5.2025.			V4A (10:00-12:00) FIZRI O-162 V4B (12:00-14:00) FIZRI O-162	dr.sc. Boris Mifka
23.5.2025.			V5A (10:00-12:00) FIZRI O-162 V5B (12:00-14:00) FIZRI O-162	dr.sc. Boris Mifka
6.6.2025.			V6A (10:00-12:00) FIZRI O-162 V6B (12:00-14:00) FIZRI O-162	dr.sc. Boris Mifka

**Popis predavanja, seminara i vježbi:**

	<b>PREDAVANJA (tema predavanja)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
P1	Uvodno predavanje. Fizika u stomatologiji.	1	FIZRI O-029
P2	Mehanička svojstva stomatoloških materijala.	2	FIZRI O-029
P3	Biomehanika čeljusti i zuba.	2	FIZRI O-029
P4	Mehanika fluida u stomatologiji.	2	FIZRI O-029
P5	Toplinska svojstva stomatoloških materijala.	1	FIZRI O-029
P6	Električna svojstva stomatoloških materijala.	1	FIZRI O-029
P7	Optička svojstva stomatoloških materijala.	1	FIZRI O-029
P8	Ultrazvuk i njegova primjena u stomatologiji.	2	FIZRI O-029
P9	Struktura tvari.	1	FIZRI O-029
P10	Laser i njegova primjena u stomatologiji.	2	FIZRI O-029
P11	Plazma i primjena plazme u stomatologiji.	2	FIZRI O-029
P12	Ionizirajuće zračenje.	3	FIZRI O-029





P13	Načela dozimetrije i zaštite od ionizirajućeg zračenja.	2	FIZRI O-029
P14	likovna dijagnostika u stomatologiji.	1	FIZRI O-029
P15	Završno predavanje	1	FIZRI O-029
	<b>Ukupan broj sati predavanja</b>	<b>24</b>	

	<b>VJEŽBE (tema vježbe)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
V1	Poluge u stomatologiji	2	FIZRI O-029
V2	Kapacitivni i ohmski otpor. Impedancija. Električna vodljivost.	2	FIZRI O-162
V3	Mehanički valovi	2	FIZRI O-162
V4	Ionizirajuće zračenje	2	FIZRI O-162
V5	Laser	2	FIZRI O-162
V6	Nadoknade	2	FIZRI O-162
	<b>Ukupan broj sati vježbi</b>	<b>12</b>	

<b>ISPITNI TERMINI (završni ispit)</b>	
1.	9.6.2025.
2.	23.6.2025.
3.	1.9.2025.
4.	15.9.2025.

Predmet	Fizika			
Oblik nastave	Predavanja	Seminari	Vježbe	Ukupno
Ukupni broj sati	24		22	46
Broj sati on line	-	-	-	-
Postotak				