

# **Preddiplomski sveučilišni studij geofizike**

**Izvedbeni plan i program**

**za**

**ak. god. 2019./2020.**

I. GODINA*		Zimski semestar		Ljetni semestar	
Obvezni predmeti	ISVU šifra	P+V+S	ECTS	P+V+S	ECTS
Opća fizika 1	199922	4+2+1	10		
Matematička analiza 1	199923	3+3+0	8		
Linearna algebra 1	199924	2+2+0	7		
Računarstvo i praktikum	199925	1+3+0	5		
Tjelesna i zdravstvena kultura 1**	38079	0+2+0			
Opća fizika 2	199926			4+2+1	10
Matematička analiza 2	199927			3+3+0	8
Linearna algebra 2	199928			2+2+0	7
Statistika i osnovna mjerenja	199929			2+3+0	5
Tjelesna i zdravstvena kultura 2**	38080			0+2+0	
<b>UKUPNO:</b>		<b>21</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>30</b>

P = broj sati predavanja tjedno, V = broj sati vježbi (praktikuma) tjedno, S = broj sati seminara tjedno.

\* U akad. god. 2019./2020. nastava prve godine preddiplomskog studija geofizike će se odvijati prema novom (izmijenjenom) programu studija, a druge i treće godine prema starom studijskom programu.

\*\* U skladu sa Statutom Sveučilišta u Zagrebu, nastava Tjelesne i zdravstvene kulture obavezna je za studente I. i II. godine preddiplomskog i integriranog preddiplomskog i diplomskog studija, ali ne ulazi u satnicu niti joj se pripisuju ECTS bodovi.

II. GODINA*		Zimski semestar		Ljetni semestar	
Obvezni predmeti	ISVU šifra	P+V+S	ECTS	P+V+S	ECTS
Opća fizika 3	150447	4+2+1	10		
Početni fizički praktikum 1	150448	0+4+0	3		
Matematičke metode fizike 1	150445	3+3+0	8		
Klasična mehanika 1	150443	3+3+0	7		
Simboličko programiranje	150449	1+2+0	2		
Tjelesna i zdravstvena kultura 3**	40849	0+2+0			
Opća fizika 4	150452			4+2+1	10
Uvod u kvantnu fiziku	150454			2+2+0	2
Matematičke metode fizike 2	150451			3+3+0	8
Klasična mehanika 2	150450			3+2+0	7
Početni fizički praktikum 2	150453			0+4+0	3
Tjelesna i zdravstvena kultura 4**	40850			0+2+0	
<b>UKUPNO:</b>		<b>26</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>30</b>

P = broj sati predavanja tjedno, V = broj sati vježbi tjedno, S = broj sati seminara tjedno.

\* U akad. god. 2019./2020. nastava prve godine preddiplomskog studija geofizike će se odvijati prema novom (izmijenjenom) programu studija, a druge i treće godine prema starom studijskom programu.

\*\* U skladu sa Statutom Sveučilišta u Zagrebu, nastava Tjelesne i zdravstvene kulture obavezna je za studente I. i II. godine preddiplomskog i integriranog preddiplomskog i diplomskog studija, ali ne ulazi u satnicu niti joj se pripisuju ECTS bodovi.

III. GODINA*		Zimski semestar		Ljetni semestar	
Obvezni predmeti	ISVU šifra	P+V+S	ECTS	P+V+S	ECTS
Teorija elastičnosti s primjenom u geofizici	45282, 66858	2+1+0	4	2+1+0	4
Fizička oceanografija I	44422	2+1+0	5		
Seizmologija I	144883	2+2+0	4		
Dinamička meteorologija I	144743	2+1+0	4		
Uvod u geofizičku dinamiku fluida	66356	2+1+0	4		
Uvod u spektralnu analizu	66357	2+1+0	3		
Računarstvo i numerička matematika	63385	2+1+0	3		
Napredni fizički praktikum I	45284	0+4+0	3		
Fizička oceanografija II	44423			2+1+0	5
Seizmologija II	44426			2+2+0	5
Dinamička meteorologija II	144771			2+1+0	4
Seizmometrija	144884			2+1+0	3
Statističke metode u geofizici	44428			2+1+0	3
Meteorološka mjerenja	44430			2+1+0	2
Terenska nastava 1 (10 sati/god.)	191774				1
Napredni fizički praktikum II	45285			0+4+0	3
<b>UKUPNO:</b>		<b>26</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>30</b>

**P** = broj sati predavanja tjedno, **V** = broj sati vježbi tjedno, **S** = broj sati seminara tjedno.

\* U akad. god. 2019./2020. nastava prve godine preddiplomskog studija geofizike će se odvijati prema novom (izmijenjenom) programu studija, a druge i treće godine prema starom studijskom programu.

**PREDUVJETI ZA UPISIVANJE POJEDINIH KOLEGIJA SU SLJEDEĆI:**

**Uvjeti za upis pojedinih predmeta**

Predmet	Uvjeti za upis	STATUS	Uvjeti za polaganje	STATUS
199926 Opća fizika 2	Opća fizika 1	odslušan	Opća fizika 1	položen
199927 Matematička analiza 2	Matematička analiza 1	odslušan	Matematička analiza 1	položen
199928 Linearna algebra 2	Linearna algebra 1	odslušan	Linearna algebra 1	položen
150447 Opća fizika 3	Opća fizika 2, Matematička analiza 2	položeni		
150448 Početni fizički praktikum 1	Opća fizika 2, Statistika i osnovna mjerenja	položeni		
150445 Matematičke metode fizike 1	Matematička analiza 2	položen		
150443 Klasična mehanika 1	Opća fizika 2, Matematička analiza 2, Linearna algebra 2	položeni		
150452 Opća fizika 4	Opća fizika 3	odslušan	Opća fizika 3	položen
150454 Uvod u kvantnu fiziku	Opća fizika 3, Klasična mehanika 1	odslušan		
150451 Matematičke metode fizike 2	Matematičke metode fizike 1	odslušan	Matematičke metode fizike 1	položen
150450 Klasična mehanika 2	Klasična mehanika 1	odslušan	Klasična mehanika 1	položen
150453 Početni fizički praktikum 2	Početni fizički praktikum 1	položen		
	Opća fizika 3	odslušan		
150449 Simboličko programiranje	Računarstvo i praktikum	položen		

45282 Teorija elastičnosti s primjenom u geofizici	Opća fizika 1-3, Klasična mehanika 1	položeni		
	Opća fizika 4, Klasična mehanika 2	odslušani		
66858 Teorija elastičnosti s primjenom u geofizici	Klasična mehanika 2	položen		
66356 Uvod u geofizičku dinamiku fluida	Opća fizika 1-3, Matematička analiza 1 i 2, Linearna algebra 1 i 2	položeni	Opća fizika 4	položen
	Opća fizika 4	odslušan		
144771 Dinamička meteorologija II	Uvod u geofizičku dinamiku fluida	odslušan	Dinamička meteorologija I	položen
44422 Fizička oceanografija I	Opća fizika 1-3, Matematička analiza 1 i 2, Računarstvo i praktikum	položeni	Opća fizika 4	položen
	Opća fizika 4	odslušan		
44423 Fizička oceanografija II	Fizička oceanografija I	odslušan	Fizička oceanografija I	položen
144883 Seizmologija I	Opća fizika 1-3, Matematička analiza 1 i 2, Linearna algebra 1 i 2	položeni	Opća fizika 4	položen
	Opća fizika 4	odslušan		
44426 Seizmologija II	Uvod u spektralnu analizu	odslušan	Seizmologija I	položen
45284, 45285 Napredni fizički praktikum I, II	Opća fizika 1-4, Početni fizički praktikum 1 i 2	položeni		

66357 Uvod u spektralnu analizu	Matematička analiza 1 i 2, Matematičke metode fizike 1	položeni	Matematičke metode fizike 2	položen
	Matematičke metode fizike 2	odslušan		
44428 Statističke metode u geofizici	Matematička analiza 1 i 2, Linearna algebra 1 i 2, Statistika i osnovna mjerenja	položeni		
144884 Seizmometrija	Opća fizika 1-4, Početni fizički praktikum 1 i 2, Klasična mehanika 1 i 2, Matematičke metode fizike 1 i 2	položeni	Uvod u spektralnu analizu	položen
	Uvod u spektralnu analizu	odslušan		
44430 Meteorološka mjerenja	Opća fizika 1-4, Matematička analiza 1 i 2, Početni fizički praktikum 2	položeni		
66385 Računarstvo i numerička matematika	Matematička analiza 1 i 2, Linearna algebra 1 i 2, Matematičke metode fizike 1	položeni	Matematičke metode fizike 2	položen
	Matematičke metode fizike 2	odslušan		
191774 Terenska nastava 1	Fizička oceanografija I	odslušan		

Po završetku studija, student će biti sposoban:

### **ZNANJE I RAZUMJEVANJE**

- demonstrirati poznavanje i razumijevanje prirodnih znanosti (fizika, matematika) na kojima se temelji studij geofizike
- demonstrirati poznavanje i razumijevanje osnova glavnih geofizičkih disciplina (meteorologije, seizmologije i fizičke oceanografije)
- demonstrirati poznavanje terminologije i nomenklature te upotreba bibliografije u području geoznanosti
- demonstrirati razumijevanje vremenskih i prostornih dimenzija fizikalnih procesa na Zemlji
- demonstrirati poznavanje i razumijevanje kompleksne prirode interakcije unutar geosfere

### **PRIMJENA ZNANJA I RAZUMJEVANJA**

- razviti način razmišljanja koji omogućava postavljanje osnovnih modela ili prepoznavanje i primjenu postojećih modela u traženju rješenja za konkretne geofizičke probleme
- primijeniti standardne metode matematičke fizike, posebno matematičke analize i linearne algebre te odgovarajuće numeričke metode kod rješavanja geofizičkih problema
- samostalno provoditi relevantne numeričke proračune na osobnom računaru uključujući razvoj jednostavnih programa
- sposobnost uporabe kvantitativnih metoda i njihove primjene na geofizičke probleme
- osnovna sposobnost kombiniranja teorije i prakse
- osnovno znanje o primjeni informacijskih tehnologija u geofizici

### **STVARANJE PROSUDBI**

- razviti sposobnost odabira i upotrebe odgovarajućih analitičkih metoda
- razviti sposobnost izvođenja odgovarajućih eksperimenata te analiziranja i interpretacije podataka, kao i izvođenje zaključaka

### **KOMUNIKACIJSKE SPOSOBNOSTI**

- sposobnost rada kao pojedinac i unutar tima
- steći vještinu prezentiranja, kako vlastitih, tako i tuđih rezultata
- koristiti engleski jezik kao jezik struke pri komunikaciji, korištenju literature i pisanju stručnih radova
- osnovna saznanja o upravljanju u poslovnoj praksi te razumijevanje svojih ograničenja

## **SPOSOBNOST UČENJA**

- samostalno koristiti stručnu literaturu i ostale relevantne izvore informacija što podrazumijeva dobro poznavanje engleskog kao jezika struke
- sposobnost primanja i usvajanja informacija iz različitih izvora (npr. tekstualno, numerički, verbalno, grafički)
- prepoznavanje potrebe za cijeloživotnim obrazovanjem

## **Izvedbeni program kolegija**



NAZIV KOLEGIJA: <b>Opća fizika 1</b>		
GODINA STUDIJA: I.		
SEMESTAR STUDIJA: 1.		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	prof. dr. sc. M. Požek	4
vježbe		2
seminar		1
ECTS BODOVI: <b>10</b>		
<p>CILJ KOLEGIJA:</p> <p><b>Stjecanje teorijskog i eksperimentalnog znanja iz osnova mehanike i fizike fluida, stjecanje operativnog znanja iz metoda rješavanja numeričkih zadataka iz mehanike i fizike fluida, te postizanje vještine svođenja realnog mehaničkog problema na fizički model i postavljanja odgovarajućih jednadžbi.</b></p>		
<p>ISHODI UČENJA:</p> <p>Po završetku kolegija Opća fizika 1 student će biti sposoban:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. razviti jednostavni fizički model primjenjiv na rješavanje zadanog problema iz područja mehanike i mehanike fluida;</li> <li>2. postaviti matematičku formulaciju danog fizičkog modela iz područja mehanike;</li> <li>3. rješavati numeričke zadatke za poznate sustave iz područja mehanike i mehanike fluida;</li> <li>4. demonstrirati poznavanje osnovnih koncepata kinematike, a posebno pojmova brzine i akceleracije;</li> <li>5. demonstrirati poznavanje Newtonovih zakona, Galilejevih transformacija, te zakona očuvanja količine gibanja i energije;</li> <li>6. demonstrirati poznavanje osnova kinematike i dinamike krutog tijela, što uključuje uvjete ravnoteže i rotaciju oko nepomičnih osi;</li> <li>7. kvalitativno i kvantitativno opisati gibanja harmonijskog oscilatora;</li> <li>8. kvalitativno i kvantitativno opisati gibanje tijela u polju sile inverznog kvadrata;</li> <li>9. demonstrirati poznavanje osnovnih koncepata mehanike fluida, što uključuje najvažnije pojave i statike (hidrostatski tlak, uzgon) i dinamike fluida (jednadžba kontinuiteta, Bernoullijeva jednadžba)</li> </ol>		
<p>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</p> <p><b>Predavanja:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fizičke veličine, dimenzije i jedinice. Matematički alati.</li> <li>2. Koordinatni sustavi. Opis gibanja: brzina i akceleracija.</li> <li>3. Primjeri jednostavnih gibanja. Relativna brzina.</li> <li>4. Newtonovi zakoni.</li> <li>5. Sile: gravitacijska, električna, magnetska, elastična, sila trenja.</li> <li>6. Dijagram sila i jednadžbe gibanja. Primjeri: obješeno tijelo, povlačenje tijela, kosina.</li> <li>7. Primjeri: gibanje tijela u fluidu i naboja u homogenom magnetsko polju.</li> <li>8. Relativnost gibanja. Inercijski sustavi.</li> <li>9. Neinercijski sustavi. Prividne sile.</li> </ol>		

10. Rad, kinetička i potencijalna energija. Snaga.
11. Zakoni očuvanja energije, količine gibanja i momenta količine gibanja. Sudari.
12. Statika i dinamika krutih tijela.
13. Harmonijski oscilator: definicija i osnovni primjeri.
14. Sila koja opada s kvadratom udaljenosti.
15. Mehanika (statika i dinamika) fluida.

**Vježbe:**

1. Ponavljanje matematike potrebne za kolegij.
2. Koordinatni sustavi. Opis gibanja: brzina i akceleracija.
3. Primjeri jednostavnih gibanja. Relativna brzina.
4. Newtonovi zakoni.
5. Sile: dijagrami sila i jednadžbe gibanja.
6. Gibanje tijela pod utjecajem sila: obješeno tijelo, povlačenje tijela, kosina.
7. Primjeri: gibanje tijela u fluidu i naboja u homogenom magnetskom polju.
8. Relativnost gibanja. Inercijski sustavi.
9. Neinercijski sustavi. Prividne sile.
10. Rad, kinetička i potencijalna energija. Snaga.
11. Zakoni očuvanja energije, količine gibanja i momenta količine gibanja. Sudari.
12. Statika i dinamika krutih tijela.
13. Harmonijski oscilator: definicija i osnovni primjeri.
14. Sila koja opada s kvadratom udaljenosti.
15. Mehanika (statika i dinamika) fluida.

**METODE POUČAVANJA:** Predavanja, vježbe, samostalni zadaci.

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Praćenje redovitosti pohađanja nastave, kolokviji, testovi, pismeni i usmeni ispit.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Studenti su dužni redovito pohađati predavanja, seminare i vježbe i aktivno sudjelovati u rješavanju problema na vježbama. Nadalje, studenti su dužni položiti dva kolokvija i četiri testa tijekom semestra, odnosno na njima ostvariti najmanje 33% ukupnog broja bodova.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Završni ispit sastoji se od pismenog i usmenog dijela, konačna je ocjena prosječna vrijednost ocjena dobivenih na svakom od njih. Ocjena pismenog ispita formira na sljedeći način: 0-50% bodova – nedovoljno za prolaz ispita, 51-64% bodova – ocjena dovoljan, 65-77% bodova – ocjena dobar, 78-89% bodova – ocjena vrlo dobar, 90-100% bodova izvrstan. Dodatne bodove moguće je ostvariti uspješnim rješavanjem domaćih zadataka i nagradnih zadataka. Prolaznu ocjenu iz pismenog ispita moguće je ostvariti i uspješnim rješavanjem kolokvija (uz isti, prije navedeni, kriterij).**

**LITERATURA:**

**H.D. Young and R.A. Freedman, Sears and Zemansky's UNIVERSITY PHYSICS, Pearson, 14th edition, 2015**

**D. Kleppner nad R. Kolenkow, AN INTRODUCTION TO MECHANICS, Cambridge University Press, 2nd edition, 2014**

**C. Kittel, W.D. Knight, and M.A. Ruderman: Mehanika (Udžbenik fizike Sveučilišta u Berkeleyu), Tehnička knjiga, Zagreb 1982.**

**Richard Feynman: Lectures in Physics I, Addison-Wesley Publishing Company, 1964**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Matematička analiza 1</b>		
GODINA STUDIJA: I.		
SEMESTAR STUDIJA: 1.		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	prof. dr. sc. Igor Pažanin	3
vježbe	Braslav Rabar, dipl. ing.	3
seminar		0
ECTS BODOVI: 8		
CILJ KOLEGIJA: <b>Upoznavanje s osnovnim matematičkim pojmovima, savladavanje tehnika diferencijalnog računa i razumijevanje pripadne teorijske osnove.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Po završetku kolegija Matematička analiza 1 student će biti sposoban:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. definirati i pravilno tumačiti osnovne pojmove matematičke analize (nizovi, limesi, derivacije, Taylorovi redovi i njihova svojstva);</li> <li>2. navesti elementarne funkcije i njihova svojstva te ih koristiti u praktičnim računima;</li> <li>3. derivirati elementarne funkcije;</li> <li>4. koristiti derivacije i njihova svojstva pri ispitivanju toka i crtanju grafa funkcije;</li> <li>5. koristiti Taylorove redove pri aproksimaciji funkcije.</li> </ol>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skup, funkcija, bijekcija i inverzna funkcija (2 tjedna)</li> <li>2. Prirodni brojevi i aksiom matematičke indukcije. (0.5 tjedna)</li> <li>3. Realni brojevi, supremum. (1 tjedan)</li> <li>4. Elementarne funkcije. (1.5 tjedan)</li> <li>5. Niz i limes niza. (1 tjedan)</li> <li>6. Limes funkcije u točki, neprekidna funkcija na segmentu. (1 tjedan)</li> <li>7. Derivacija. Pravila deriviranja. Derivacije elementarnih funkcija. (3 tjedna)</li> <li>8. Taylorov teorem. (1 tjedan)</li> <li>9. Ekstremi. Ispitivanje tijeka funkcije. (3 tjedna)</li> </ol>		
METODE POUČAVANJA: <b>Predavanja, vježbe.</b>		
NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE: <b>Kolokviji, domaće zadaće, usmeni ispit.</b>		
UVJETI ZA POTPIS: <b>Student je obavezan redovito pohađati nastavu i rješavati domaće zadaće.</b>		
NAČIN POLAGANJA ISPITA: <b>Znanje se provjerava i vrednuje kontinuirano tijekom nastave putem kolokvija i zadaća, a konačna ocjena utvrđuje se na završnom usmenom ispitu.</b>		
LITERATURA: <b>B. Guljaš, Matematička analiza I &amp; II, skripta,</b> <a href="http://web.math.pmf.unizg.hr/~guljas/skripte/MATANALuR.pdf">http://web.math.pmf.unizg.hr/~guljas/skripte/MATANALuR.pdf</a> <b>S. Kurepa, Matematička analiza 1 i 2, Tehnička knjiga, Zagreb</b> <b>B.P. Demidovič, Zadaci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb</b>		

NAZIV KOLEGIJA: <b>Linearna algebra 1</b>		
GODINA STUDIJA: I.		
SEMESTAR STUDIJA: <b>1.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Boris Širola</b>	<b>2</b>
vježbe		<b>2</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>7</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Upoznavanje s osnovnim pojmovima linearne algebre, savladavanje tehnika matičnog računa i razumijevanje pripadne teorijske osnove.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Po završetku kolegija student će biti sposoban:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. riješiti Gaussovom metodom sistem linearnih jednadžbi - odrediti matricu linearnog preslikavanja sa <math>R^n</math> u <math>R^m</math></b></li> <li><b>2. svesti matricu elementarnim transformacijama na stepenastu formu</b></li> <li><b>3. naći bazu potprostora u <math>R^n</math> zadanog sistemom izvodnica i naći bazu potprostora u <math>R^n</math> zadanog sistemom jednadžbi</b></li> <li><b>4. interpretirati determinantu kao volumen paralelotopa u <math>R^n</math></b></li> <li><b>5. dokazati Binet-Cauchyjeve teorem</b></li> <li><b>6. objasniti vezu skalarnog produkta vektora i ortogonalne projekcije vektora na pravac</b></li> <li><b>7. ortonormirati Gram-Schmidtovim postupkom niz nezavisnih vektora te riješiti problem minimizacije <math>\ Ax - b\ </math> metodom najmanjih kvadrata</b></li> <li><b>8. opisati skupove <math>O(2)</math>, <math>SO(2)</math>, <math>U(2)</math>, <math>SU(2)</math> ortonormiranih baza u <math>R^2</math> i <math>C^2</math></b></li> <li><b>9. primijeniti vektorski produkt u rješavanju nekih geometrijskih pitanja u <math>R^3</math></b></li> </ol>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Realni i kompleksni brojevi. Sistemi linearnih jednadžbi. Trokutasti sistemi.</b></li> <li><b>2. Elementarne transformacije na jednadžbama. Gaussove eliminacije. Homogeni sistemi.</b></li> <li><b>3. Vektorski prostor <math>R^n</math>. Linearna ljuska vektora. Elementarne transformacije na vektorima.</b></li> <li><b>4. Baze u <math>R^n</math>. Baze i elementarne transformacije.</b></li> <li><b>5. Linearna nezavisnost u <math>R^n</math>. Dimenzija vektorskog prostora.</b></li> <li><b>6. Kronecker-Capellijev teorem. Teorem o rangu i defektu. Rang transponirane matrice.</b></li> <li><b>7. Norme i skalarni produkti na <math>R^n</math> i <math>C^n</math>. Nejednakost trokuta.</b></li> <li><b>8. Ortonormirane baze. Gram-Schmidtov postupak ortogonalizacije.</b></li> <li><b>9. Teorem o projekciji. Teorem o najboljoj aproksimaciji. Metoda najmanjih kvadrata.</b></li> <li><b>10. Determinante. Determinante i elementarne transformacije. Orijentacija na <math>R^n</math>.</b></li> <li><b>11. Cramerovo pravilo. Determinanta transponirane matrice. Laplaceov razvoj.</b></li> <li><b>12. Gramova determinanta. Vektorski produkt u <math>R^3</math>.</b></li> </ol>		

<b>13. Pravci i ravnine u <math>R^n</math>. Jednadžbe pravaca i ravnina.</b> <b>14. Analitička geometrija u <math>R^2</math> i <math>R^3</math>.</b>
METODE POUČAVANJA: <b>Predavanja, vježbe.</b>
NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE: <b>Dva kolokvija, praktični rad.</b>
UVJETI ZA POTPIS: <b>Prisustvovanje nastavi, izlasci na kolokvije.</b>
NAČIN POLAGANJA ISPITA: <b>Usmeni ispit (prema potrebi).</b>
LITERATURA: <b>N. Elezović, Element, Zagreb</b> <b>D. Bakić, Linearna algebra, Školska knjiga, Zagreb, 2008.</b> <b>K. Horvatić, Linearna algebra, PMF-Matematički odjel i LPC, Zagreb</b>

NAZIV KOLEGIJA: Računarstvo i praktikum		
GODINA STUDIJA: I.		
SEMESTAR STUDIJA: 1.		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	doc. dr. sc. Maro Cvitan	1
vježbe		3
seminar		0
ECTS BODOVI: 5		
<p>CILJ KOLEGIJA:</p> <p>Osposobiti studente da na višim godinama budu spremni na samostalno provođenje numeričkih proračuna na osobnom računalu uključujući razvoj jednostavnih programa. Za tu svrhu u sklopu ovog kolegija studenti se upoznaju s uobičajenom računalnom radnom okolinom (linux, latex, html), kao i s osnovnim elementima programskih jezika C i python. Pri tome je bitno da razviju samostalnost u učenju i traženju informacija (posebno na internetu) potrebnih za rješavanje zadataka tako da se na višim godinama studija i u nastavku karijere mogu lako prilagoditi specifičnim uvjetima istraživanja. Također, kako je programiranje zahtjevna disciplina a razlike u predznanju studenata ogromne, cilj je omogućiti velik broj sati prakse u računalnoj učionici studentima kojima je to potrebno (npr. onima koji se prvi put susreću s programiranjem) te individualnu podršku u sklopu demonstratura.</p>		
<p>ISHODI UČENJA:</p> <p>Po završetku kolegija student će biti sposoban:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. samostalno raditi na računalu u linux okruženju što uključuje spremanje datoteka u direktorije, rad s emailom, korištenje terminala, korištenje web preglednika;</li> <li>2. samostalno koristiti osnovne elemente html-a, latex-a, programskih jezika c i python;</li> <li>3. razviti vlastite načine učenja i razmišljanja koji omogućuju usvajanje pravila programiranja i njihovu primjenu u novom kontekstu;</li> <li>4. samostalno razviti jednostavne računalne programe koji uključuju jednostavne proračune i njihov grafički prikaz, rad s datotekama, sortiranje sadržaja polja, dinamičko alociranje memorije;</li> <li>5. razlikovati neformatirani (binarni) i formatirani (tekstualni) zapis podataka u memoriji ili datoteci, te primijeniti odgovarajuće funkcije za čitanje i pisanje;</li> <li>6. koristiti nekoliko jednostavnih algoritama: gruba sila (prebrojavanje, traženje minimuma), binarno traženje (bisekcija), run length encoding sažimanje podataka, generiranje slučajnih brojeva koji imaju zadanu raspodjelu pomoću slučajnih brojeva koji imaju uniformnu raspodjelu;</li> <li>7. koristiti standardne metode spremanje brojeva u tekstualne datoteke;</li> <li>8. koristiti interoperabilnost programa (rezultat jednog je polazna točka za drugi);</li> <li>9. samostalno koristiti stručnu literaturu i ostale relevantne izvore informacija, a posebno internet.</li> </ol>		
<p>NASTAVNI SADRŽAJ:</p> <p>Ulaz i izlaz, osnovni operatori i petlje. Tipovi podataka, operatori. Kontrola toka programa, funkcije. Specifičnosti rada s brojevima na računalu. Polja, strukture. Pokazivači (pointeri).</p>		

Nizovi znakova/stringovi. Tekstualne datoteke. Binarne datoteke. Alokacija memorije. Sortiranje polja. Usporedba jezika c i python: ulaz/izlaz, operatori, grananje/petlje, funkcije. Usporedba jezika c i python: polja, stringovi, datoteke. Usporedba jezika c i python: sortiranje, funkcionalno programiranje. Primjeri upotrebe.

**NAČIN UČENJA:**

Pohađanje predavanja, praktikuma i demonstratura nije obavezno. Komunikacija vezana uz kolegij (obavijesti, slanje riješenih zadataka, i drugo) se izvodi pomoću sustava Merlin. Iako pohađanje praktikuma nije obavezno, dolazak u određenom terminu je jedini način da se prikupe bodovi. Popis termina za svakog studenta će biti dan na Merlinu. U slučaju opravdanog izostanka organizirat će se zamjenski termin.

**METODE POUČAVANJA:** Predavanja, demonstrature, samostalni zadaci.

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:** Domaće zadaće, samostalni zadaci, kolokviji.

**UVJETI ZA POTPIS:**

Ostvariti prolaz na oba kolokvija. Prolaz na kolokviju je ostvaren ako je riješen jedan cijeli zadatak ili ako je prikupljeno pola bodova s cijelog kolokvija. Studenti za koje se ustanovi da su prepisivali na kolokviju ne mogu dobiti potpis na ISVU-u.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Uvjet za ocjenu dovoljan: zbroj bodova kolokvija, samostalnih zadataka i bonus zadataka veći od 40% maksimalnog broja bodova na kolokvijima+samostanim zadacima.

Ukupna ocjena formira se, u pravilu, na temelju bodova praktikuma (60%) i bodova pismenog dijela koji se sastoji od 2 kolokvija (20%+20%).

Bodovi praktikuma stječu se za vrijeme praktikuma: usmenom provjerom znanja prethodno riješenih domaćih zadataka kao i putem testova na računalu. Pri tome neki bodovi mogu biti bonus tipa u smislu da se ne broje u maksimalan broj bodova.

Pismeni dio ispita se sastoji od 2 kolokvija. Za svaki od ta 2 kolokvija, postoje 4 moguća termina za polaganje:

1) pred-termin (krajem listopada) - prije nego što se gradivo obradilo na predavanjima

2) redoviti termin (prvi kolokvij: sredinom prosinca, drugi: krajem siječnja) - nakon što je gradivo obrađeno

3) prvi dodatni termin (drugi tjedan ispitnih rokova) - nakon završetka nastave

4) drugi dodatni termin (četvrti tjedan ispitnih rokova).

Dopušteno je više puta izaći na pojedini kolokvij i u tom slučaju se kao konačni uzima broj bodova zadnjeg izlaska pri kojem je ostvaren prolaz.

Kolokviji se rješavaju na papiru. Vrijeme rješavanja je 45 minuta za svaki od kolokvija.

Studenti koji ostvare više od 70% bodova na kolokvijima u pred-terminu (tu se misli na prosjek oba kolokvija) mogu dobiti završnu ocjenu samo na temelju kolokvija i time se osloboditi pisanja zadataka.

Završna ocjena se određuje prema sljedećim pragovima: (bodovi, ocjena): 40% 2; 55% 3; 70% 4; 85% 5.

**LITERATURA:**

Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, The C Programming Language, 2. izdanje, Prentice Hall, Inc., 1988 ili novije.

Byron Gottfried, Schaum's Outline of Programming with C, 2. izdanje, McGraw-Hill, 1996

Oxford University Computing IT (OUIITS) tutorial na web stranici: <http://www-teaching.physics.ox.ac.uk/computing/ProgrammingResources/programming.html>

David Griffiths, Dawn Griffiths, Head First C, 1. izdanje, O'Reilly Media Inc., 2012

NAZIV KOLEGIJA: <b>Opća fizika 2</b>		
GODINA STUDIJA: I.		
SEMESTAR STUDIJA: <b>2.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. M. Požek</b>	<b>4</b>
vježbe		<b>2</b>
seminar		<b>1</b>
ECTS BODOVI: <b>10</b>		
<p>CILJ KOLEGIJA:</p> <p><b>Stjecanje teorijskog i eksperimentalnog znanja iz osnova elektromagnetizma, stjecanje operativnog znanja iz metoda rješavanja numeričkih zadataka iz osnova elektromagnetizma, te postizanje vještine svođenja realnog problema u elektromagnetizmu na fizički model i postavljanja odgovarajućih jednadžbi.</b></p>		
<p>ISHODI UČENJA:</p> <p><b>Po završetku kolegija Opća fizika 2 student će biti sposoban:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. razviti jednostavni fizički model primjenjiv na rješavanje zadanog problema iz područja elektromagnetizma;</b></li> <li><b>2. postaviti matematičku formulaciju danog fizičkog modela iz područja elektromagnetizma, te rješavati numeričke zadatke za poznate sustave iz područja elektromagnetizma;</b></li> <li><b>3. demonstrirati poznavanje osnovnih postavki relativističke fizike, a posebno Lorentzovih transformacija;</b></li> <li><b>4. demonstrirati poznavanje osnovnih postavki elektrostatike i Coulombovog zakona, te Gaussovog zakona i njegove primjene;</b></li> <li><b>5. operativno baratati s matematičkim operatorima gradijenta, divergencije i rotacije;</b></li> <li><b>6. demonstrirati poznavanje Kirchhoffovih pravila za strujne krugove i njihovu primjenu;</b></li> <li><b>7. kvalitativno i kvantitativno opisati električno i magnetsko polje naboja u gibanju i njihovu vezu;</b></li> <li><b>8. demonstrirati poznavanje osnovnih postavki magnetostatike, Biot-Savartovog i Ampereovog zakona, te elektromagnetske indukcije;</b></li> <li><b>9. koristiti metode rotirajućih vektora i kompleksnih brojeva pri rješavanju problema vezanih za krugove izmjenične struje;</b></li> <li><b>10. demonstrirati poznavanje Maxwellovih jednadžbi i elektromagnetskih valova u vakuumu.</b></li> </ol>		
<p>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</p> <p><b>Predavanja:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Brzina svjetlosti. Lorentzove transformacije.</b></li> <li><b>2. Relativističko zbrajanje brzina. Relativistička dinamika. Relativističke transformacije energije, količine gibanja i sile.</b></li> <li><b>3. Elektrostatika: električni naboj i polje. Coulombov zakon.</b></li> <li><b>4. Gaussov zakon i njegove primjene. Električni potencijal.</b></li> <li><b>5. Polje kao gradijent potencijala. Energija električnog polja.</b></li> </ol>		



6. Gaussov zakon u diferencijalnom obliku. Poissonova i Laplaceova jednadžba.
7. Rotacija vektorskog polja. Vodiči i izolatori. Faradayev kavez. Kondenzatori. Dielektrici.
8. Električna struja. Ohmov zakon. Elektromotorna sila. Kirchhoffova pravila.
9. Električno i magnetsko polje naboja u gibanju. Relativističke transformacije električnog i magnetskog polja.
10. Magnetostatika: Biot-Savartov i Ampereov zakon.
11. Magnetski dipolni moment. Magnetizam u tvarima.
12. Vektorski potencijal. Faradayev zakon elektromagnetske indukcije.
13. Lenzovo pravilo. Vrtložne struje. Zavojnica kao dio strujnog kruga.
14. Međuindukcija i samoindukcija. Izmjenične struje i njihovi krugovi. Metoda rotirajućih vektora.
15. Metoda kompleksnih brojeva. Maxwellove jednadžbe. Elektromagnetski valovi u vakuumu.

**Vježbe:**

1. Lorentzove transformacije. Relativističko zbrajanje brzina.
2. Relativistička dinamika. relativističke transformacije energije, količine gibanja i sile.
3. Elektrostatika: električni naboj i polje. Gaussov zakon. Primjene Gaussovog zakona.
4. Električni potencijal. Polje kao gradijent potencijala.
5. Energija električnog polja. Gaussov zakon u diferencijalnom obliku.
6. Poissonova i Laplaceova jednadžba. Rotacija vektorskog polja.
7. Kondenzatori. Dielektrici. Električna struja. Ohmov zakon.
8. Elektromotorna sila. Kirchhoffova pravila.
9. Električno i magnetsko polje naboja u gibanju. Relativističke transformacije električnog i magnetskog polja.
10. Magnetostatika: Biot-Savartov i Ampereov zakon.
11. Magnetski dipolni moment. Magnetizam u tvarima.
12. Vektorski potencijal. Faradayev zakon elektromagnetske indukcije.
13. Lenzovo pravilo. Zavojnica kao dio strujnog kruga.
14. Međuindukcija i samoindukcija. Izmjenične struje i njihovi krugovi. Metoda rotirajućih vektora.
15. Metoda kompleksnih brojeva. Maxwellove jednadžbe. Elektromagnetski valovi u vakuumu.

**METODE POUČAVANJA: Predavanja, vježbe, samostalni zadaci.**

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Redovito pohađanje nastave, kolokviji, pismeni i usmeni ispit.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Studenti su dužni redovito pohađati predavanja, seminare i vježbe i aktivno sudjelovati u rješavanju problema na vježbama. Nadalje, studenti su dužni položiti dva kolokvija i četiri testa tijekom semestra, odnosno na njima ostvariti najmanje 33% ukupnog broja bodova.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Završni ispit sastoji se od pismenog i usmenog dijela, konačna je ocjena prosječna vrijednost ocjena dobivenih na svakom od njih. Ocjena pismenog ispita formira na sljedeći način: 0-50% bodova – nedovoljno za prolaz ispita, 51-64% bodova – ocjena dovoljan, 65-77% bodova – ocjena dobar, 78-89% bodova – ocjena vrlo dobar, 90-100% bodova izvrstan. Dodatne bodove moguće je ostvariti uspješnim rješavanjem domaćih zadaća i nagradnih**

**zadataka. Prolaznu ocjenu iz pismenog ispita moguće je ostvariti i uspješnim rješavanjem kolokvija (uz isti, prije navedeni, kriterij).**

**LITERATURA:**

**Edward M. Purcell: „Electricity and Magnetism“ Berkeley Course Vol. 2, McGraw-Hill Book Company, 1967.**

**Skripta iz kolegija dostupna na sustavu za e-učenje Merlin.**

**Richard Feynman: Lectures in Physics II, Addison-Wesley Publishing Company, 1964.**

**Hugh D. Young, Roger Freedman: Sears and Zemansky's University Physics, Pearson Addison-Wesley, 2008.**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Matematička analiza 2</b>		
GODINA STUDIJA: <b>I.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>2.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Igor Pažanin</b>	<b>3</b>
vježbe	<b>Braslav Rabar, dipl. ing.</b>	<b>3</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>8</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Savladavanje tehnika integralnog računa i razumijevanje pripadne teorijske osnove.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Po završetku kolegija Matematička analiza 2 student će biti sposoban:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. definirati i pravilno tumačiti osnovne pojmove matematičke analize (integrali i njihova svojstva, redovi, Taylorov red);</b></li> <li><b>2. primijeniti pravila integralnog računa pri rješavanju poznatih tipova integrala;</b></li> <li><b>3. koristiti Taylorove redove pri aproksimaciji funkcije više varijabli;</b></li> <li><b>4. riješiti poznate tipove dvostrukih i trostrukih integrala i primijeniti ih kod računanja površina i volumena;</b></li> <li><b>5. riješiti poznate tipove krivoljnih integrala i primijeniti ih kod računanja duljine luka krivulje.</b></li> </ol>		
NASTAVNI SADRŽAJ: <b>Riemannov integral. Neodređeni integral i primitivna funkcija. Integrabilnost monotonih i neprekidnih funkcija. Newton-Leibnizova formula. Metode integracije. Redovi realnih brojeva. Redovi funkcija. Funkcije više varijabli. Taylorovi redovi Dvostruki i trostruki integral. Krivoljni integrali.</b>		
METODE POUČAVANJA: <b>Predavanja, vježbe.</b>		
NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE: <b>Kolokviji, domaće zadaća, usmeni ispit.</b>		
UVJETI ZA POTPIS: <b>Student je obavezan redovito pohađati nastavu i rješavati domaće zadaće.</b>		
NAČIN POLAGANJA ISPITA: <b>Znanje se provjerava i vrednuje kontinuirano tijekom nastave putem kolokvija i zadaća, a konačna ocjena utvrđuje se na završnom usmenom ispitu.</b>		
LITERATURA: <b>B.Guljaš, Matematička analiza I &amp; II, skripta, <a href="http://web.math.pmf.unizg.hr/~guljas/skripte/MATANALuR.pdf">http://web.math.pmf.unizg.hr/~guljas/skripte/MATANALuR.pdf</a> S. Kurepa, Matematička analiza 1 i 2, Tehnička knjiga, Zagreb B.P. Demidovič, Zadaci i riješeni primjeri iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb</b>		

NAZIV KOLEGIJA: <b>Linearna algebra 2</b>		
GODINA STUDIJA: I.		
SEMESTAR STUDIJA: <b>2.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Bruno Širola</b>	<b>2</b>
vježbe		<b>2</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>7</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Upoznavanje s osnovnim pojmovima linearne algebre, savladavanje tehnika matričnog računa i razumjevanje pripadne teorijske osnove.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Po završetku kolegija student će biti sposoban:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. dokazati teorem o rangu i defektu linearnog operatora</b></li> <li><b>2. odrediti regularne operatore pomoću ranga, defekta i determinante</b></li> <li><b>3. izračunati inverz regularne matrice Gauss-Jordanovim postupkom</b></li> <li><b>4. objasniti svojstva koordinatizacije za danu bazu vektorskog prostora</b></li> <li><b>5. izračunati matricu operatora pri promjeni baze prostora</b></li> <li><b>6. objasniti algebarsku strukturu algebre operatora te dokazati da su svojstvene vrijednosti operatora nultočke svojstvenog polinoma</b></li> <li><b>7. izračunati bar jedno rješenje sistema diferencijalnih jednadžbi <math>Y'(t)=AY(t)</math> za danu svojstvenu vrijednost operatora A</b></li> <li><b>8. dokazati teorem o dijagonalizaciji hermitskog operatora te objasniti osnovna svojstva unitarnih operatora</b></li> <li><b>9. izračunati os i kut rotacije A iz grupe <math>SO(3)</math></b></li> </ol>		
NASTAVNI SADRŽAJ: <b>Linearna preslikavanja s <math>R^n</math> u <math>R^m</math> i matrice. Slika i jezgra linearnog preslikavanja. Kompozicija linearnih preslikavanja i množenje matrica. Regularni operatori. Invertiranje matrice Gauss-Jordanovim transformacijama. Matrice linearnih operatora i promjena baza. Vektorski prostor operatora s <math>R^n</math> u <math>R^m</math>. Algebra operatora na <math>R^n</math>. Binet-Cauchyjev teorem. Determinanta linearnog operatora. Svojstveni polinom, svojstvene vrijednosti i svojstveni vektori linearnog operatora. Spektar od A i rješenja sistema linearnih diferencijalnih jednadžbi <math>y'=Ay</math>. Nilpotentni i poluprosti operatori. Jordanova dekompozicija (bez dokaza). Hermitski adjungirani operator. Kvaternioni. Unitarni operatori. Rotacije i refleksije u <math>R^3</math> i <math>R^n</math>. Teorem o dijagonalizaciji normalnog operatora. Hermitski operatori i kvadratne forme.</b>		
METODE POUČAVANJA: <b>Predavanja, vježbe.</b>		
NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE: <b>Kolokviji, usmeni ispit.</b>		
UVJETI ZA POTPIS: <b>Prisustvovanje nastavi, izlasci na kolokvije.</b>		
NAČIN POLAGANJA ISPITA: <b>Tijekom semestra održavaju se dva kolokvija, a na kraju semestra održava se usmeni ispit (po potrebi).</b>		

**LITERATURA:**

**Neven Elezović, Element, Zagreb**

**D. Bakić, Linearna algebra, Školska knjiga, Zagreb, 2008.**

**K. Horvatić, Linearna algebra, PMF-Matematički odjel i LPC, Zagreb**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Statistika i osnovna mjerenja</b>		
GODINA STUDIJA: I.		
SEMESTAR STUDIJA: <b>2.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>doc. dr. sc. Mihael Makek</b>	<b>2</b>
vježbe		<b>3</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>5</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Stjecanje teorijskog znanja iz područja vjerojatnosti i statistike, stjecanje operativnog znanja iz metoda obrade mjerenih podataka u fizici te stjecanje vještina pri prikupljanju i obradi podataka tijekom eksperimentalnog rada u laboratoriju.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Po završetku kolegija Statistika i osnovna mjerenja student će biti sposoban:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>jasno razlikovati aksiomatski pristup pojmu vjerojatnosti u odnosu na heuristički pristup te potrebu za aksiomatskim pristupom</b></li> <li><b>demonstrirati poznavanje graničnih teorema i zakona velikih brojeva</b></li> <li><b>kvalitativno i kvantitativno uspostaviti vezu između aksiomatske teorije vjerojatnosti i slučajnih procesa u stvarnom životu</b></li> <li><b>demonstrirati poznavanje statističkih pojmova (očekivanje, varijanca, momenti, nepouzdanost)</b></li> <li><b>kvalitativno i kvantitativno odrediti i kritički komentirati numeričke značajke vrijednosti dobivenih u laboratorijskom eksperimentu</b></li> <li><b>demonstrirati poznavanje računanja srednje vrijednosti, varijance, nepouzdanosti te određivanje linearne prilagodbe nekog skupa mjerenih veličina metodom najmanjih kvadrata</b></li> <li><b>kvalitativno opisati statističku paradigmu koja se u fizici koristi za prikazivanje rezultata</b></li> </ol>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA: <b>Predavanja:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Osnovne formule i principi obrade podataka nezavisnih mjerenja.</b></li> <li><b>Grafički prikaz podataka; metoda najmanjih kvadrata; linearizacija problema.</b></li> <li><b>Osnove kombinatorike (permutacije, varijacije i kombinacije).</b></li> <li><b>Povijesni pregled pojma vjerojatnosti; neki paradoksi i problemi pred-aksiomatskih teorija vjerojatnosti.</b></li> <li><b>Aksiomska teorija vjerojatnosti, Kolmogorovljevi aksiomi.</b></li> <li><b>Uvjetna vjerojatnost, neovisni događaji; Bayesov teorem.</b></li> <li><b>Definicija slučajne varijable; diskretna i kontinuirana slučajna varijabla.</b></li> <li><b>Jednostavni primjeri slučajnih varijabli.</b></li> <li><b>Očekivanje i varijanca slučajne varijable; momenti.</b></li> <li><b>Bernoullijeva i binomna raspodjela; centralni granični teorem.</b></li> <li><b>Poissonova raspodjela; Gaussova raspodjela.</b></li> <li><b>Višedimenzionalne slučajne varijable; zakon velikih brojeva.</b></li> <li><b>Osnove statistike; statistička 'paradigma' s primjerima.</b></li> </ol>		

14. Pojam procijenitelja; metoda najveće vjerojatnosti.

15. Nepristranost procijenitelja; Gamma funkcija.

Vježbe:

1. Ponavljanje osnovnih formula i principa obrade podataka nezavisnih mjerenja; primjeri.
2. Razrađeni primjeri grafičkih prikaza podataka, metode najmanjih kvadrata i linearizacije problema.
3. 1. kolokvij.
4. Osnove kombinatorike (permutacije, varijacije i kombinacije) i proračun vjerojatnosti.
5. Proračun vjerojatnosti (pomoću kombinatorike).
6. Uvjetna vjerojatnost, neovisni događaji.
7. Bayesov teorem; geometrijska vjerojatnost.
8. Primjeri slučajnih varijabli.
9. 2. kolokvij.
10. Očekivanje i varijanca raznih slučajnih varijabli.
11. Momenti slučajnih varijabli.
12. Bernoullijeva i binomna raspodjela.
13. Poissonova raspodjela; Gaussova raspodjela.
14. Ostale slučajne (diskrente i kontinuirane) slučajne varijable.
15. 3. kolokvij.

Tijekom semestra svaki student u tri tjedna odradi tri laboratorijske vježbe u svrhu upoznavanja sa eksperimentalnim radom i obradom podatka:

1. vježba: Mjerenje vremena - Maxwellov disk/Matematičko njihalo
2. vježba: Mjerenje struje i napona – otpornik/zavojnica
3. vježba: Osnove osciloskopa

METODE POUČAVANJA:

**Predavanja, vježbe, laboratorij.**

NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:

**Eksperimentalni rad, kolokviji, usmeni ispit.**

UVJETI ZA POTPIS:

**Položen 1. kolokvij i sve tri laboratorijske vježbe.**

NAČIN POLAGANJA ISPITA:

Tijekom semestra, studenti mogu polagati tri kolokvija, od kojih je prolazak na prvom kolokviju obavezan. Kolokviji tipično sadrže tri zadatka, a ukupni broj bodova po kolokviju je 60. Smatra se da je student prošao jedan kolokvij ako je dobio barem 24 boda. Ukupna ocjena iz kolokvija se formira zbrajanjem svih bodova: manje od 40% - nedovoljno za prolaz, manje od 56% - ocjena dovoljan, manje od 72% - ocjena dobar, manje od 88% - ocjena vrlo dobar i 88% ili više – ocjena odličan.

Studenti koji su položili prvi kolokvij mogu pristupiti laboratorijskim vježbama. Studenti koji su položili sva tri kolokvija su oslobođeni pismenog dijela završnog ispita.

Usmenom dijelu završnog ispita mogu pristupiti isključivo studenti koji su uspješno položili sve tri laboratorijske vježbe (a time i prvi kolokvij) i studenti koji su položili pismeni (ili prošli sva tri kolokvija).

Pismeni dio završnog ispita ima 5 zadataka sa ukupnim brojem bodova 100. Ocjena pismenog ispita formira na sljedeći način: manje od 40% - nedovoljno za prolaz, manje od

**56% - ocjena dovoljan, manje od 72% - ocjena dobar, manje od 88% - ocjena vrlo dobar i 88% ili više – ocjena odličan.**

**Ukupna završna ocjena se formira pomoću ocjene iz pismenog (ili ocjena iz tri kolokvija), ocjene iz laboratorijskih vježbi i ocjene iz usmenog dijela, s približno istim težinskim udjelom svake od njih.**

**LITERATURA:**

**A. M. Mood, F. A. Graybill, D. C. Boes, Introduction to the theory of statistics, McGraw Hill 1974**

**Predavanja dostupna na web stranici kolegija.**

**Ž. Pauše, Uvod u matematičku statistiku, Školska knjiga, Zagreb, 1993.**

**J. L. Devore, Probability and statistics for engineering and the sciences, Cengage Learning; 8<sup>th</sup> edition (2011)**



NAZIV KOLEGIJA: <b>Opća fizika 3</b>		
GODINA STUDIJA: II.		
SEMESTAR STUDIJA: 3.		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	prof. dr. sc. Matko Milin	4
vježbe		2
seminar		1
ECTS BODOVI: 10		
<p>CILJ KOLEGIJA:</p> <p>Stjecanje teorijskog i eksperimentalnog znanja iz osnova titranja i valova, stjecanje operativnog znanja iz metoda rješavanja numeričkih zadataka iz fizike titranja i valova, te postizanje vještine svodenja realnog problema iz fizike titranja i valova na fizički model i postavljanja odgovarajućih jednadžbi.</p>		
<p>ISHODI UČENJA:</p> <p>Po završetku kolegija Opća fizika 3 student će biti sposoban:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. razviti jednostavni fizički model primjenjiv na rješavanje zadanog problema iz područja fizike valova i titranja;</li> <li>2. postaviti matematičku formulaciju danog fizičkog modela iz područja fizike valova i titranja;</li> <li>3. rješavati numeričke zadatke za poznate sustave iz područja fizike valova i titranja;</li> <li>4. kvalitativno i kvantitativno opisati gušenje i prisilu u sustavima koji se ponašaju poput harmoničkog oscilatora;</li> <li>5. demonstrirati poznavanje osnovnih koncepata nastanka i širenja valova, uključujući disperzijsku relaciju;</li> <li>6. demonstrirati poznavanje pojava refleksije, transmisije i interferencije valova;</li> <li>7. demonstrirati poznavanje i operativnu korištenje koncepata geometrijske i fizičke optike.</li> </ol>		
<p>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</p> <p><b>Predavanja:</b></p> <p>Jednostavan harmonijski oscilator. Primjeri. Slobodno titranje jednog tijela u složenim sustavima. Slobodno titranje u sustavu s dva ili više tijela. Longitudinalno i transverzalno titranje. Aproximacija kontinuuma. Linearnost diferencijalnih jednadžbi i princip superpozicije. Amplitudna modulacija. Udari. Prisilno titranje mehaničkog sustava. Gušeni harmonijski oscilator. Impedancija harmonijskog oscilatora. Apsorpcijska i disperzijska amplituda. Opis titranja metodom kompleksnih brojeva. Prisilno titranje sistema s dvije ili više čestica. Sprega vanjske sile i sustava. Mehanički filteri. Prisilno titranje kontinuuma. Valovi u jednoj dimenziji: nastanak i širenje. Valna funkcija kao rješenje valne jednadžbe. Disperzijska relacija. Fazna brzina. Val u kontinuumu. Impedancija valnog sredstva. Prijenos snage putem vala. Refleksija i transmisija valova. Stojni valovi. Superpozicija valova i grupna brzina. Frekventni spektar. Valni paket. Titranje i valovi u više dimenzija. Polarizacija titranja. Ravni valovi. Interferencija valova. Akustika. Zvuk kao ravni val u plinu. Razina buke. Dopplerov efekt. Titranja i valovi u električnim sustavima. Impedancija električnog sustava. Prijenosne linije. Elektromagnetski valovi. Elektromagnetski spektar.</p>		

Intenzitet i tlak elektromagnetskog zračenja. Relativistički Dopplerov efekt. Svjetlost u dielektriku. Aproksimacija i zakoni geometrijske optike. Nastanak slike u geometrijskoj optici. Oko i optički uređaji. Interferencija svjetlosti. Difrakcija svjetlosti.

**Vježbe:**

Jednostavan harmonijski oscilator. Slobodno titranje jednog tijela u složenim sustavima. Slobodno titranje u sustavu s dva ili više tijela. Amplitudna modulacija. Udari. Prisilno titranje mehaničkog sustava. Gušeni harmonijski oscilator. Opis titranja metodom kompleksnih brojeva. Valovi u jednoj dimenziji. Valna funkcija i valne jednadžba.

Disperzijska relacija. Fazna brzina. Refleksija i transmisija valova. Stojni valovi.

Superpozicija valova i grupna brzina. Frekventni spektar. Valni paket. Titranje i valovi u više dimenzija. Polarizacija titranja. Ravni valovi. Interferencija valova. Dopplerov efekt.

Titranja i valovi u električnim sustavima. Impedancija električnog sustava.

Elektromagnetski valovi. Intenzitet i tlak elektromagnetskog zračenja. Relativistički Dopplerov efekt. Geometrijska optika. Interferencija i difrakcija svjetlosti.

**METODE POUČAVANJA:**

**Predavanja, vježbe, seminari i radionice, samostalni zadaci.**

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Redovito pohađanje nastave, seminarski rad, kolokviji, pismeni i usmeni ispit.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Studenti su dužni redovito pohađati predavanja, seminare i vježbe i aktivno sudjelovati u rješavanju problema na vježbama. Nadalje, studenti su dužni položiti dva kolokvija i četiri testa tijekom semestra, odnosno na njima ostvariti najmanje 33% ukupnog broja bodova.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Završni ispit sastoji se od pismenog i usmenog dijela, konačna je ocjena prosječna vrijednost ocjena dobivenih na svakom od njih. Ocjena pismenog ispita formira na sljedeći način: 0-50% bodova – nedovoljno za prolaz ispita, 51-64% bodova – ocjena dovoljan, 65-77% bodova – ocjena dobar, 78-89% bodova – ocjena vrlo dobar, 90-100% bodova izvrstan. Dodatne bodove moguće je ostvariti uspješnim rješavanjem domaćih zadataka i nagradnih zadataka. Prolaznu ocjenu iz pismenog ispita moguće je ostvariti i uspješnim rješavanjem kolokvija (uz isti, prije navedeni, kriterij).**

**LITERATURA:**

**F.S. Crawford: „Waves“, Berkeley Physics Course, vol. III, McGraw-Hill, New York, 1965.**

**Skripta iz kolegija dostupna na sustavu za e-učenje Merlin.**

**Richard Feynman: Lectures in Physics II, Addison-Wesley Publishing Company, 1964.**

**Hugh D. Young, Roger Freedman: Sears and Zemansky's University Physics, Pearson Addison-Wesley, 2008.**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Klasična mehanika 1</b>		
GODINA STUDIJA: <b>II.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>3.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Tamara Nikšić</b>	<b>3</b>
vježbe	<b>prof. dr. sc. Tamara Nikšić</b>	<b>3</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>7</b>		
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> <b>Upoznavanje studenata s temeljnim zakonima i metodama klasične mehanike, daljnji razvoj stečenih matematičkih vještina na konkretnim fizikalnim problemima i priprema studenata za preostale kolegije teorijske fizike s kojima će se susresti tijekom studija.</b>		
<b>ISHODI UČENJA:</b> <b>Po uspješnom završetku kolegija Klasična mehanika 1 student će biti sposoban:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. demonstrirati poznavanje temeljnih postavki klasične mehanike što uključuje Newtonov determinizam, Galilejevu invarijantnost i zakone sačuvanja količine gibanja, momenta količine gibanja i energije.</b></li> <li><b>2. kvalitativno opisati gibanje općenitog jednodimenzionalnog mehaničkog sustava i izvesti analitičko rješenje Newtonove jednadžbe za nekoliko poznatih primjera jednodimenzionalnih mehaničkih sustava.</b></li> <li><b>3. skicirati moguće putanje čestice u polju bilo koje centralne sile i izvesti analitički izraz za putanju čestice u polju nekoliko poznatih primjera centralnih sila, uključujući Keplerov problem.</b></li> <li><b>4. opisati eksperiment raspršenja, a posebno Rutherfordov eksperiment, izvesti izraz za diferencijalni i totalni udarni presjek i interpretirati ih u kontekstu eksperimenta.</b></li> <li><b>5. formulirati varijacijski princip, izvesti Euler-Lagrange jednadžbe i primijeniti ih kod opisa fizikalnih sustava s ograničenjima ili bez njih.</b></li> <li><b>6. formulirati D'Alambertov princip i primijeniti ga na nekoliko poznatih primjera fizikalnih sustava, a posebno na problem statičke ravnoteže.</b></li> <li><b>7. demonstrirati poznavanje osnova kinematike krutog tijela, uključujući pojam kutne brzine i kinetičke energije krutog tijela, kao i ulogu Eulerovih kuteva u opisu gibanja krutog tijela.</b></li> <li><b>8. izračunati tenzor tromosti za nekoliko odabranih pravilnih geometrijskih tijela i odrediti njihove glavne osi.</b></li> <li><b>9. izvesti Euler-Lagrange jednadžbe za gibanje krutog tijela i primijeniti ih na primjeru simetričnog zvrka (opis gibanja krutog tijela u fiksiranom sustavu).</b></li> <li><b>10. izvesti Eulerove jednadžbe i primijeniti ih na primjerima simetričnog i asimetričnog slobodnog zvrka (opis gibanja krutog tijela u sustavu vezanom uz tijelo).</b></li> </ol>		
<b>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</b> <b>Predavanja:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Uvod i povijesni razvoj klasične mehanike, Prostor i vrijeme u klasičnoj mehanici. Galilejeve transformacije. Newtonova formulacija klasične mehanike.</b></li> </ol>		

2. Zakoni sačuvanja količine gibanja, momenta količine gibanja i energije. Konzervativni sustavi.
3. Centralne sile. Problem dvaju tijela i pojam reducirane mase. Gibanje u polju centralne sile. Keplerov problem. Raspršenje na centralnom potencijalu. Ruthefordova formula.
4. Mehanička sličnost i virijalni teorem.
5. Varijacijski postupak. Lagrangeova formulacija klasične mehanike. Primjer: čestica u polju centralne sile. Sustavi s ograničenjima.
6. D'Alambertov princip. Statička ravnoteža. Primjer: Arhimedova poluga. Ekvivalentnost Lagrangeove i Newtonove mehanike.
7. Kinematika krutog tijela. Fiksiran i pomični sustav, pojam kutne brzine. Eulerovi kutevi. Kinetička energija krutog tijela i tenzor tromosti. Sustav glavnih osi. Vrste zvrkova.
8. Dinamika krutog tijela. Euler-Lagrange jednadžbe za kruto tijelo. Primjeri: kotrljanje po horizontalnoj podlozi, slobodni simetrični zvrk. Simetrični zvrk u polju sile teže.
9. Opis gibanja krutog tijela u sustavu vezanom uz kruto tijelo. Promjena vektora u pomičnom sustavu. Izvod Eulerovih jednadžbi. Primjeri: slobodni simetrični zvrk i slobodni asimetrični zvrk.

**Vježbe:**

1. Algebra vektora. Vektorske funkcije. Linijski integrali. Konzervativno polje. Plošni integral i Greenov teorem. Diferencijalne jednadžbe.
2. Rješavanje Newtonove jednadžbe za konzervativne sustave u jednoj dimenziji.
3. Rješavanje Newtonove jednadžbe za česticu koja se giba u mediju.
4. Putanje u polju centralne sile.
5. Keplerov problem.
6. Problem raspršenja.
7. Varijacioni princip i Euler-Lagrange jednadžbe u sustavima bez ograničenja.
8. Euler-Lagrange jednadžbe u sustavima s ograničenjima.
9. D'Alambertov princip.
10. Ortogonalne transformacije. Pojam tenzora. Tenzor tromosti krutog tijela.
11. Transformacija u sustav glavnih osi osi krutog tijela.
12. Rješavanje jednadžbe gibanja krutog tijela u fiksiranom sustavu i sustavu vezanom uz tijelo.

**METODE POUČAVANJA:** Predavanja, vježbe, e-učenje.

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Redovito pohađanje nastave, domaće zadaće, kolokviji, pismeni i usmeni ispit.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

Studenti su dužni redovito pohađati predavanja i vježbe, aktivno sudjelovati u rješavanju problema na vježbama i rješavati domaće zadaće. Nadalje, studenti su dužni položiti dva kolokvija tijekom semestra, odnosno na svakom kolokviju ostvariti 7.5 od mogućih 15 bodova.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Studenti su dužni položiti dva kolokvija tijekom semestra, odnosno na svakom kolokviju ostvariti 7.5 od mogućih 15 bodova. Na završnom ispitu student može ostvariti najviše 70 bodova, dok je za prolaz potrebno ostvariti 25 bodova. Tome se zatim pridodaju bodovi s

**kolokvija, a ukupna ocjena pismenog ispita formira na sljedeći način: 40-54 bodova - dovoljan, 55-69 bodova - dobar, 70-84 bodova - vrlo dobar, 85-100 bodova izvrstan. Ukupna ocjena na ispitu utvrđuje se nakon položenog usmenog ispita, a u odnosu na pismeni ispit najviša ocjena se može razlikovati za jednu ocjenu.**

**LITERATURA:**

**H. Goldstein, C.P. Poole, J.L. Safko : Classical Mechanics 3rd Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 2001**

**L.D. Landau, E.M. Lifschitz: Mechanics, Bttenworth-Heinemann, 2001**

**Spiegel M.R.: Theoretical Mechanics, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, 1967**

**G.L. Kotkin, V.G. Serbo: Collection of Problems in Classical Mechanics**

**V.I. Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer-Verlag, 1991**

<b>NAZIV KOLEGIJA: Početni fizički praktikum 1</b>		
GODINA STUDIJA: II.		
SEMESTAR STUDIJA: 3.		
<b>OBLIK NASTAVE</b>	<b>IZVOĐAČ</b>	<b>SATI TJEDNO</b>
predavanja	prof. dr. sc. Damir Pajić doc. dr. sc. Ivan Kupčić prof. dr. sc. Matko Milin	0
vježbe		4
seminar		0
ECTS BODOVI: 3		
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Putem izvođenja laboratorijskih vježbi studenti će biti upoznati s osnovama eksperimentalnog rada koji je neophodan za cjelovitost istraživanja u fizici općenito. Stečeno znanje na teorijskim predmetima iz područja mehanike, elektriciteta i magnetizma utvrđivat će i povezivati s vlastitim radom na laboratorijskim vježbama. Upoznat će se i uvježbati u samostalnom korištenju osnovnih uređaja za mjerenje mehaničkih i električnih fizičkih veličina te u sklapanju aparature s ciljem jednostavnijeg eksperimentalnog istraživanja. Studenti će kroz konkretne situacije steći vještine obrade mjerenih podataka (ručne i računalne), te temeljem tih rezultata uvježbavati donošenje posebnih i općenitih zaključaka. Tim zaokruženim procesom na zadanim fizikalnim problemima razvit će se i njihova sposobnost cjelovitog sagledavanja i rješavanja problema u budućem istraživačkom radu.		
<b>ISHODI UČENJA:</b> Po završetku kolegija, student će biti sposoban: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. samostalno koristiti mjerne uređaje i aparature iz područja mehanike i elektromagnetizma za izvođenje jednostavnih pokusa prema postavljenim zadacima i uputama;</li> <li>2. analizirati mjerene podatke primjenom statističkih metoda ručnim kalkulatorom i računalom te numerički i grafički prikazati rezultate;</li> <li>3. predstaviti rezultate svog rada u obliku cjelovitog izvješća;</li> <li>4. povezati teorijska znanja s izvođenjem vježbe i funkcioniranje sastavnih dijelova aparature;</li> <li>5. generalizirati rezultate mjerenja te ih kritički preispitati i tumačiti u svjetlu poznate teorije.</li> </ol>		
<b>NASTAVNI SADRŽAJ:</b> Studenti samostalno izvode sljedeće vježbe rotirajući se svakih dva tjedna: <b>Matematičko njihalo:</b> precizno se fotočelijom mjeri period titranja matematičkog njihala u ovisnosti o duljini i o kutu otklona te pri velikim kutevima ustanovljava odstupanje od formule koja opisuje titranje za male otklone izvedene iz prvog skupa mjerenja; <b>Očuvanje energije:</b> iz mjerenih vremena poniranja kotača koji se odmotava od niti s različitih visina dobivaju se parametri gibanja te analiziraju različiti oblici energije;		

**Modul torzije:** mjereći silu potrebnu za torziju određuju se svojstva šipke, a mjereći periode torzijskih titranja baždari se titrajni sustav i potom njime ispituju šipke različitih materijala, promjera i duljina da bi se našlo zakonitosti koje određuju torziju;

**Slobodno i prigušeno titranje:** istražuje se titranje kotača s oprugom za različite otklone uz zanemarivo gušenje te opisuje titranje nakon uvođenja gušenja putem induciranih vrtložnih struja;

**Elektromagnetska indukcija:** istražuje se ovisnost induciranog napona o amplitudi i frekvenciji vanjskog magnetskog polja te o dimenzijama i broju namotaja zavojnice u kojoj se mjeri inducirani napon;

**Magnetski dipolni moment u polju:** proizvodi se magnetsko polje pomoću mjerene struje kroz zavojnice elektromagneta te mjeri magnetski moment na strujnu petlju u tom polju i dobiva zakonitosti koje to međudjelovanje opisuju;

**Transformator:** mjere se ovisnosti napona i struja u primaru i sekundaru te provjeravaju transformatorska pravila, a za jače struje proučava se odstupanje od idealnog transformatora;

**Mjerni most za induktivnost i kapacitet:** Pomoću Wheatstoneova mosta za mjerenje kompleksnih impedancija određuju se samoinduktivnosti i kapaciteti nepoznatih zavojnica i kondenzatora.

Za svaku vježbu omogućeno je barem 5 punih sati rada u praktikumskom laboratoriju, čemu prethodi pripremanje studenta kod kuće.

**NAČIN UČENJA:**

Studenti se moraju pripremiti za rad prije dolaska na zadanu vježbu. U praktikumu najprije moraju pokazati svoju pripremljenost, a potom samostalno sklopiti aparaturu i vršiti mjerenja. Slijedi obrada rezultata i usmeno odgovaranje. Završeno pismeno izvješće moraju predati prije odlaska s praktikuma.

**METODE POUČAVANJA:** Laboratorij.

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Eksperimentalni rad – pismeno izvješće, praktični rad, kolokviji, usmeni ispit.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Ulazni kolokvij od 5 kratkih pitanja u vezi pripadne vježbe mora biti pozitivno ocijenjen. Ispitivanje tijekom rada u praktikumu o fizikalnoj pozadini vježbe, funkcioniranju instrumenata i aparature, rezultatima, analizi, te drugim potrebnim znanjima vezanim uz vježbu, također mora rezultirati pozitivnom ocjenom. Izvješće s pretpostavljenim oblikom mora sadržavati odgovore na sve postavljene zadatke te obuhvatiti opis rezultata, analizu, grafičke prikaze, te zaslužiti prolaznu ocjenu. Konačna ocjena vježbe računa se iz ove tri komponente koje redom ulaze s težinom 20%, 40%, 40%, a zaključna ocjena je prosjek svih vježbi. Pad je dopušten na najviše jednoj vježbi, no tada se istu mora ponovno odraditi i sa prolaznom ocjenom. Budući da se detaljno ispituju svi bitni elementi prilikom rada kod svake vježbe, nema završnog ispita.**

**LITERATURA:**

**Pripreme za vježbe, za internu upotrebu**

**Požek, Miroslav; Dulčić, Antonije: Fizički praktikum I i II, Zagreb : Sunnypress, 1999.**

**www.phywe.de**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Matematičke metode fizike 1</b>		
GODINA STUDIJA: <b>II.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>3.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>doc. dr. sc. S. Benić prof. H. Buljan</b>	<b>3</b>
vježbe		<b>3</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>8</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Usvajanje temeljnog matematičkog aparata koji služi opisivanju fizikalnih pojava.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Po uspješnom završetku kolegija Matematičke metode fizike 1 student će biti sposoban:</b> <b>1. razviti kompleksne funkcije u pripadni Laurentov razvoj</b> <b>2. riješiti kompleksne integrale nizom metoda (različiti izbori integracijskih krivulja)</b> <b>3. riješiti realne integrale koje moguće prikazati pomoću kompleksnih integrala</b> <b>4. sumirati redove pomoću kompleksne integracije</b> <b>5. upotrijebiti gama funkciju u praktičnim računima</b> <b>6. riješiti linearne obične diferencijalne jednačbe prvog reda</b> <b>7. riješiti linearne obične diferencijalne jednačbe drugog reda (metoda varijacije konstanti, Frobeniusova metoda)</b> <b>8. riješiti linearne obične diferencijalne jednačbe višeg reda s konstantnim koeficijentima</b> <b>9. riješiti jednostavnije sustave linearnih običnih diferencijalnih jednačbi</b>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA: <b>Predavanja:</b> <b>1. Uvod u unitarne prostore (definicije osnovnih pojmova, svojstva skalarnog produkta i norme) [2]</b> <b>2. Prostor kvadratno integrabilnih funkcija [2]</b> <b>3. Ortonormirani skupovi vektora, projiciranje vektora na potprostor, parcijalni Fourierov red, Gibbsov fenomen [3]</b> <b>4. Potpunost unitarnog prostora [2]</b> <b>5. Klasičan Fourierov red i njegova konvergencija [3]</b> <b>6. Fourierov transformat i njegov inverz [2]</b> <b>7. Plancherelov teorem, princip neodređenosti [2]</b> <b>8. Konvolucija [1]</b> <b>9. Delta funkcija [3]</b> <b>10. Greenove funkcije i obične diferencijalne jednačbe [3]</b> <b>11. Klasifikacija linearnih parcijalnih diferencijalnih jednačbi, fizikalni primjeri [3]</b> <b>12. D'Alembertova formula za (1+1)-dimenzionalnu valnu jednačbu [2]</b> <b>13. Poissonova jednačba (teorem o srednjoj vrijednosti, primjena Greenove funkcije) [3]</b> <b>14. Separacija Helmholtzove jednačbe u sfernom i cilindričnom koordinatnom sustavu [5]</b>		



- 15. Legendreovi polinomi i kugline funkcije [3]
- 16. Besselove i Neumannove funkcije [3]
- 17. Varijacijski račun [3]

**Vježbe:**

- 1. tjedan: Fourierov red - osnovni primjeri, ortogonalnost u skupu kvadratno-integrabilnih funkcija
- 2. tjedan: Fourierov transform
- 3. tjedan: Delta funkcija: reprezentacije, svojstva, višedimenzionalna delta funkcija, Jacobijan, gustoća raspodjele materije preko delta funkcija
- 4. tjedan: Greenova funkcija za obične diferencijalne jednadžbe
- 5. tjedan: parcijalne diferencijalne jednadžbe prvog reda - metoda karakteristika
- 6. tjedan: linearne parcijalne diferencijalne jednadžbe drugog reda - jednodimenzionalni sustavi - uvodni zadaci
- 7. tjedan: linearne parcijalne diferencijalne jednadžbe drugog reda - jednodimenzionalni sustavi - napredni zadaci, dvodimenzionalni sustavi: Kartezijeve koordinate
- 7. tjedan: linearne parcijalne diferencijalne jednadžbe drugog reda - dvodimenzionalni sustavi - Kartezijeve i polarne koordinate
- 8. tjedan: Kontinuirani sustavi: Greenova funkcija
- 9. tjedan: Legendreovi polinomi - uvodni zadaci
- 10. tjedan: Legendreovi polinomi - napredni zadaci
- 11. tjedan: Kugline funkcije
- 12. tjedan: Besselove funkcije - uvodni zadaci
- 13. tjedan: Besselove funkcije - napredni zadaci
- 14. tjedan: varijacijski račun bez ograničenja
- 15. tjedan: varijacijski račun s ograničenjima

**METODE POUČAVANJA:** Predavanja, vježbe.

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:** Redovito pohađanje nastave, pismeni i usmeni ispit.

**UVJETI ZA POTPIS:**

Studenti su dužni redovito pohađati predavanja i vježbe, te aktivno sudjelovati u rješavanju problema na vježbama.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Studenti mogu položiti pismeni dio ispita putem kolokvija (2 tijekom semestra) ili putem „standardnog“ pismenog ispita koji se održava u redovnim rokovima. Ocjene na svakom pojedinačnom ispitu se utvrđuju na skali od 0 do 100 bodova, u koracima od 5 bodova: dovoljan 40-55 bodova, dobar 60-70 bodova, vrlo dobar 75-85 bodova i izvrstan 90-100 bodova. Za prolaz na svakom pojedinačnom ispitu potrebno je riješiti barem jedan zadatak u cijelosti, kao i prijeći bodovni prag od 40 bodova.

U slučaju prolaska na oba kolokvija, pismeni dio ispita je položen sa srednjom ocjenom na kolokvijima. U slučaju kada jedan ili oba kolokvija nisu položeni, student/ica mora izaći na „standardni“ pismeni ispit, pri čemu prenosi eventualne dodatne bodove, po 5 bodova za svaki u cijelosti riješen zadatak na kolokvijima (do maksimalno 20 dodatnih bodova). Dodatni bodovi ostvareni na kolokvijima pribrajaju se bodovima na „standardnom“ pismenom ispitu samo ako je ispit položen neovisno o njima.

Ukupna ocjena na ispitu utvrđuje se nakon položenog usmenog ispita, a u odnosu na pismeni ispit najviša ocjena se može razlikovati za dvije ocjene.

**LITERATURA:**

**Butkov: Mathematical Physics (Addison-Wesley, 1968.)**

**I. Smolić: skripta za kolegije Matematičke metode fizike 1 i 2 (dostupna u pdf formatu na stranici predavača)**

**S. Benić, I. Smolić: skripta rješениh zadataka iz Matematičkih metoda fizike 1 i 2 (dostupna u pdf formatu na stranici asistenta)**

**G.B. Arfken, H. J. Weber: Mathematical Methods for Physicists (Academic Press, 1995.),**

**Lang: Complex Analysis (Springer, 2003.), Tenenbaum, Pollard: Ordinary Differential Equations (Dover, 1985.)**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Simboličko programiranje</b>		
GODINA STUDIJA: <b>II.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>3.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Davor Horvatić doc. dr. sc. Petra Žugec</b>	<b>1</b>
vježbe		<b>2</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>2</b>		
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> <b>Student bi se trebao upoznati s radom u okruženju nekog sustava za računalnu algebru (npr. Sage, IPython+moduli, Mathematica, Maple ili slično). Trebao bi znati u takvom sustavu numerički i grafički reprezentirati matematičke objekte koje susreće na kolegijima matematičke analize i algebre te matematičkih metoda fizike. Odgovarajuće matematičke probleme bi trebao moći riješiti jednodimenzionalnim računalnim kodom, a po potrebi i nešto složenijim programiranjem. Upotrebom svih navedenih vještina trebao bi moći računalno simulirati fizikalne sustave. Glavni cilj predmeta je opremiti studenta vještinama potrebnim za rješavanje problema pomoću računala u daljnjem tijeku studija.</b>		
<b>ISHODI UČENJA:</b> <b>Nakon uspješno položenog kolegija student će biti sposoban:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. kvantitativno na računalu izvesti standardne izračune iz matematičke analize i algebre (simboličko i numeričko rješavanje običnih i diferencijalnih jednadžbi, simboličko i numeričko integriranje i diferenciranje, manipulacije matricama i vektorima) unutar sustava za računalnu algebru</b></li> <li><b>2. statistički obraditi podatke i prilagoditi parametre modela istima</b></li> <li><b>3. grafički prikazati funkcije ili numerička polja</b></li> <li><b>4. razviti jednostavne računalne programe</b></li> <li><b>5. numerički simulirati i grafički predočiti jednostavne fizikalne sustave</b></li> </ol>		
<b>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Uvod u kolegij i sustave za računalnu algebru [3 sata]</b></li> <li><b>2. Sučelje 2.1. Radni list i ćelije 2.2. Elementarno računanje 2.3. Help sustav 2.4. Poruke o greškama [3 sata]</b></li> <li><b>3. Programiranje 3.1. Liste i drugi spremnici [6 sati] 3.2. Kontrola toka izvršavanja 3.3. Funkcije [3 sata] 3.4. Crtanje grafova [4 sata]</b></li> <li><b>4. Matematika 4.1. Simbolički izrazi [2 sata] 4.2. Jednadžbe [3 sata] 4.3. Matematička analiza [3 sata] 4.4. Linearna algebra [3 sata] 4.5. Diferencijalne jednadžbe [5 sati] 4.6. Statistika [2 sata] 4.7. Prilagodba funkcije podacima [2 sata]</b></li> <li><b>5. Primjeri iz fizike: Mehanika [6 sati]</b></li> </ol>		
<b>METODE POUČAVANJA: Predavanja, vježbe, e-učenje.</b>		
<b>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:</b> <b>Redovito pohađanje nastave, domaće zadaće, projekt, on-line provjere znanja.</b>		

UVJETI ZA POTPIS:

**Rješavanje domaćih zadaća, pristupanje on-line provjeri znanja, izrada završnog projekta na računalu.**

NAČIN POLAGANJA ISPITA:

**Studenti izrađuju tijekom semestra domaće zadaće i pristupaju on-line provjerama znanja (60 bodova), a na kraju izrađuju završni projekt (40 bodova). Skala ocjenjivanja je 40-54 bodova dovoljan, 55-69 dobar, 70-84 vrlo dobar i 85-100 izvrstan uspjeh.**

LITERATURA:

**K. Kumerički, Sage računalno okruženje za fizičare,  
<http://www.phy.pmf.unizg.hr/~kkumer/sage/>**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Opća fizika 4</b>		
GODINA STUDIJA: II.		
SEMESTAR STUDIJA: <b>4.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Matko Milin</b>	<b>4</b>
vježbe		<b>2</b>
seminar		<b>1</b>
ECTS BODOVI: <b>10</b>		
<p>CILJ KOLEGIJA:</p> <p><b>Stjecanje teorijskog i eksperimentalnog znanja iz osnova statističke fizike i termodinamike, stjecanje operativnog znanja iz metoda rješavanja numeričkih zadataka iz osnova statističke fizike i termodinamike, te postizanje vještine svođenja realnog problema iz osnova statističke fizike i termodinamike na fizički model i postavljanja odgovarajućih jednadžbi.</b></p>		
<p>ISHODI UČENJA:</p> <p><b>Po završetku kolegija Opća fizika 4 student će biti sposoban:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. razviti jednostavni fizički model primjenjiv na rješavanje zadanog problema iz područja statističke fizike i termodinamike;</b></li> <li><b>2. postaviti matematičku formulaciju danog fizičkog modela iz područja statističke fizike i termodinamike;</b></li> <li><b>3. rješavati numeričke zadatke za poznate sustave iz područja statističke fizike i termodinamike;</b></li> <li><b>4. operativno baratati sa statističkim raspodjelama relevantnim za termodinamiku;</b></li> <li><b>5. demonstrirati poznavanje svojstava paramagnetika, idealnog klasičnog plina, te osnova titranja čestica čvrste tvari;</b></li> <li><b>6. demonstrirati poznavanje ravnotežnih i ireverzibilnih procesa;</b></li> <li><b>7. demonstrirati poznavanje rada toplinskih motora;</b></li> <li><b>8. demonstrirati poznavanje osnova realnih plinova i faznih promjena.</b></li> </ol>		
<p>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</p> <p><b>Predavanja:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Makroskopska, mikroskopska i dostupna termodinamička stanja. Osnovni postulat statističke fizike. Ravnotežno stanje i fluktuacije.</b></li> <li><b>2. Temperatura. Entropija. Kanonska raspodjela. Particijska funkcija. Nulti zakon termodinamike. Ekstenzivne i intenzivne termodinamičke veličine.</b></li> <li><b>3. Temperaturna ljestvica. Srednja kinetička energija i tlak idealnog klasičnog plina. Termometri.</b></li> <li><b>4. Paramagnetizam. Negativna temperatura. Titranje čestica čvrste tvari: Einsteinov i Debyeov model. Toplinski kapacitet.</b></li> <li><b>5. Idealan klasičan plin: particijska funkcija. Fotoelektrični efekt.</b></li> <li><b>6. Kanonska raspodjela u klasičnoj aproksimaciji statističke fizike. Ekviparticijski teorem i njegove primjene. Boltzmannova raspodjela. Raspodjela molekula po brzinama.</b></li> </ol>		

7. Toplinsko zračenje. Planckov zakon zračenja crnog tijela.
8. Prvi, drugi i treći zakoni termodinamike. Gotovo ravnotežni i ireverzibilni procesi. Termodinamička ravnoteža.
9. Termodinamičke funkcije stanja. Entalpija i slobodne energije.
10. Maxwellove termodinamičke relacije. Sistemi promjenljivog broja stanja.
11. Termodinamika idealnih plinova. Izotermni, izohorni, izobarni i adijabatski procesi. Maksimalan tehnički koristan rad.
12. Entropija idealnog plina. Smejsa idealnih plinova. Srednji slobodni put.
13. Realni plinovi i van der Waalsova jednadžba. Fazne promjene. Prigušeno protjecanje realnih plinova.
14. Toplinski strojevi: Carnotov kružni proces. Parni stroj, Stirlingov stroj, benzinski i dizelski motori.
15. Prijenosne pojave: prijenos topline, difuzija, viskoznost.

**Vježbe:**

1. Makroskopska, mikroskopska i dostupna termodinamička stanja.
2. Temperatura. Entropija. Kanonska raspodjela. Particijska funkcija.
3. Srednja kinetička energija i tlak idealnog klasičnog plina.
4. Paramagnetizam. Negativna temperatura. Titranje čestica čvrste tvari. Toplinski kapacitet.
5. Idealan klasičan plin: particijska funkcija. Fotoelektrični efekt.
6. Kanonska raspodjela u klasičnoj aproksimaciji statističke fizike. Ekviparticijski. Boltzmannova raspodjela. Raspodjela molekula po brzinama.
7. Toplinsko zračenje. Planckov zakon zračenja crnog tijela.
8. Prvi, drugi i treći zakoni termodinamike. Gotovo ravnotežni i ireverzibilni procesi. Termodinamička ravnoteža.
9. Termodinamičke funkcije stanja. Entalpija i slobodne energije.
10. Maxwellove termodinamičke relacije. Sistemi promjenljivog broja stanja.
11. Termodinamika idealnih plinova. Izotermni, izohorni, izobarni i adijabatski procesi.
12. Entropija idealnog plina. Smejsa idealnih plinova. Srednji slobodni put.
13. Realni plinovi i van der Waalsova jednadžba. Fazne promjene. Prigušeno protjecanje realnih plinova.
14. Toplinski strojevi: Carnotov kružni proces. Parni stroj, Stirlingov stroj, benzinski i dizelski motori.
15. Prijenosne pojave: prijenos topline, difuzija, viskoznost.

**METODE POUČAVANJA:**

**Predavanja, vježbe, seminari i radionice, samostalni zadaci.**

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Redovito pohađanje nastave, seminarski rad, kolokviji, pismeni i usmeni ispit.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Studenti su dužni redovito pohađati predavanja, seminare i vježbe i aktivno sudjelovati u rješavanju problema na vježbama. Nadalje, studenti su dužni položiti dva kolokvija i četiri testa tijekom semestra, odnosno na njima ostvariti najmanje 33% ukupnog broja bodova.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Završni ispit sastoji se od pismenog i usmenog dijela, konačna je ocjena prosječna vrijednost ocjena dobivenih na svakom od njih. Ocjena pismenog ispita formira na sljedeći način: 0-50% bodova – nedovoljno za prolaz ispita, 51-64% bodova – ocjena dovoljan, 65-77% bodova – ocjena dobar, 78-89% bodova – ocjena vrlo dobar, 90-100% bodova izvrstan.**

**Dodatne bodove moguće je ostvariti uspješnim rješavanjem domaćih zadaća i nagradnih zadataka. Prolaznu ocjenu iz pismenog ispita moguće je ostvariti i uspješnim rješavanjem kolokvija (uz isti, prije navedeni, kriterij).**

LITERATURA:

**F. Reif: „Statistical Physics“, Berkeley Physics Course, vol. V, McGraw-Hill Book Company, New York, 1967.**

**Skripta iz kolegija dostupna na sustavu za e-učenje Merlin.**

**Richard Feynman: Lectures in Physics II, Addison-Wesley Publishing Company, 1964.**

**Hugh D. Young, Roger Freedman: Sears and Zemansky's University Physics, Pearson Addison-Wesley, 2008.**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Uvod u kvantnu fiziku</b>		
GODINA STUDIJA: II.		
SEMESTAR STUDIJA: 4.		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Dario Vretenar</b>	<b>2</b>
vježbe		<b>2</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>2</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Upoznavanje studenata s temeljnim konceptima kvantne fizike, daljnji razvoj stečenih matematičkih vještina na odabranim primjerima konačnodimenzionalnih kvantnomehaničkih sustava i priprema studenata za kolegij Kvantna fizika.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Po završetku kolegija Uvod u kvantnu fiziku student će biti sposoban:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. navesti probleme klasične fizike koji su doveli do razvoja kvantne fizike – zračenje crnog tijela, fotoelektrični efekt, interferencija i Bohrov model atoma;</b></li> <li><b>2. obrazložiti osnovne koncepte kvantne mehanike - princip superpozicije, kolaps valne funkcije, Heisenbergove nejednakosti; te ih primijeniti na primjerima polarizacije svjetlosti i sustava spina <math>\frac{1}{2}</math>;</b></li> <li><b>3. primijeniti metode linearne algebre u kvantitativnom opisu konačnodimenzionalnih kvantnomehaničkih sustava;</b></li> <li><b>4. kvalitativno i kvantitativno opisati stacionarna stanja nekoliko odabranih konačnodimenzionalnih kvantnomehaničkih sustava (molekule etilena i benzena);</b></li> <li><b>5. obrazložiti kako opisujemo vremensku evoluciju kvantnog sustava te kvalitativno i kvantitativno opisati dinamiku čestice spina <math>\frac{1}{2}</math> u oscilirajućem magnetskom polju (primjer nuklearne magnetske rezonancije);</b></li> <li><b>6. obrazložiti tenzorskog produkta dva vektorska prostora, izračunati dimenziju novog prostora i konstruirati njegovu bazu, te primijeniti ovaj formalizam na sustav dvije čestice spina <math>\frac{1}{2}</math>;</b></li> <li><b>7. navesti definiciju i svojstva operatora gustoće, izračunati njegove svojstvene vrijednosti, konstruirati operator gustoće za sustav dva stanja, te obrazložiti pojam reduciranog operatora gustoće;</b></li> <li><b>8. kvalitativno opisati vremensku evoluciju operatora gustoće;</b></li> <li><b>9. opisati Einstein-Podolski-Rosen paradoks, navesti i obrazložiti Bellove nejednakosti, kvalitativno i kvantitativno opisati tročestično prepleteno stanje.</b></li> </ol>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA: <b>Predavanja</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Struktura materije, osnovne skale, temeljna međudjelovanja, klasična i kvantna fizika.</b></li> <li><b>2. Početak kvantne fizike, zračenje crnog tijela – termodinamička analiza, ultraljubičasta katastrofa i kvantizacija energije, fotoelektrični efekt – Milikanov eksperiment i Einsteinova hipoteza.</b></li> </ol>		



3. Valovi i čestice, de Broglieva pretpostavka, difrakcija i interferencija hladnih neutrona, interferencija čestica na dva procjepa, interpretacija eksperimenata i Heisenbergove nejednakosti, energija u klasičnoj i kvantnoj fizici.
4. Bohrov model atoma, konačnodimenzionalan Hilbertov prostor, linearni, Hermitski i unitarni operatori, projektori i Diracova notacija.
5. Dijagonalizacija Hermitskih operatora, karakteristike svojstvenih vrijednosti i vektora, ilustrativan primjer dijagonalizacije 2 x 2 matrice, potpuni skup kompatibilnih operatora i komutatori. Funkcije operatora.
6. Polarizacija elektromagnetskih valova, polarizatori i analizatori, linearna polarizacija svjetlosti, cirkularna polarizacija svjetlosti, unitarna transformacija između dviju baza polarizacije, polarizacija fotona i amplituda vjerojatnosti, projektori polarizacije duž okomitih osi.
7. Kutna količina gibanja i magnetski moment u klasičnoj fizici, Stern-Gerlach eksperiment, projekcija spina duž proizvoljne osi, rotacija spina, Paulijeve matrice i komutacijske relacije, dinamika spinskog sustava.
8. Princip superpozicije i prostor stanja, amplituda vjerojatnosti i Bornovo pravilo, fizikalna svojstva i operatori, očekivana vrijednost operatora, kolaps valne funkcije.
9. Heisenbergove relacije neodređenosti, disperzija opservable. Jednadžba evolucije stanja sustava u vremenu, očuvanje norme stanja, operator evolucije, stacionarna stanja, slučaj Hamiltonijana koji ne ovisi eksplicitno o vremenu.
10. Vremenska Heisenbergova nejednakost, Schrödingerova i Heisenbergova slika. Molekula etilena – simetrična i antisimetrična stanja, molekula benzene – ciklični rubni uvjeti, dijagonalizacija višedimenzionalnog sustava, degenracija stanja.
11. Čestica spina  $\frac{1}{2}$  u periodičnom magnetskom polju, Rabijeve oscilacije, nuklearna magnetska rezonanca.
12. Molekula amonijaka i preskakanje između konfiguracija, rezonancije, atom sa dva stanja, međudjelovanje sa elektromagnetskim poljem, spontana emisija, stimulirana emisija.
13. Tenzorski produkt dva vektorska prostora, dimenzija produktnog prostora, konstrukcija baze novog prostora. Sustav dva spina  $\frac{1}{2}$ .
14. Operator gustoće – definicija i svojstva, očekivana vrijednost operatora, operator gustoće za sustav dva stanja, reducirani operator gustoće.
15. Vremenska ovisnost operatora gustoće, Einstein-Podolski-Rosen paradoks, Bellove nejednakosti, tročestično prepleteno stanje,

#### Vježbe

1. Fotoelektrični efekt, valna svojstva čestica, stanja elektrona u vodikovom atomu.
2. Trag operatora i svojstva traga, komutatori i svojstva komutacijskih relacija.
3. Funkcije operatora, operator rotacija.
4. Paulijeve matrice, reprezentacije općenite unitarne matrice.
5. Disperzija operatora, Feynman-Hellmann teorem.
6. Dijagonalizacija dvodimenzionalnog sustava, evolucija sustava u vremenu.
7. Reprezentacija operatora u zadanoj bazi stanja, 3D sustavi i kolaps valne funkcije.
8. Oscilacije neutrina u 2D shematskom modelu, simetrija sustava i konstrukcija svojstvenih stanja na primjeru troatomne molekule.
9. Analiza molekule butan-1,3-diena.
10. Paulijeve matrice, svojstva i komutacijske relacije.
11. Sustavi dviju čestica spina  $\frac{1}{2}$ .

<p><b>12. Sustavi dviju čestica spina <math>\frac{1}{2}</math>.</b></p> <p><b>13. Spin u magnetskom polju, sustavi više čestica u magnetskom polju.</b></p> <p><b>14. Tenzorsko vezanje vektorskih prostora, konstrukcija operatora spina u produktom prostoru.</b></p> <p><b>15. Operatori podizanja i spuštanja spina, sustav triju čestica.</b></p>
<p><b>METODE POUČAVANJA:</b>  <b>Predavanja, vježbe, samostalni zadaci, e-učenje.</b></p>
<p><b>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:</b>  <b>Redovito pohađanje nastave, samostalni zadaci, pismeni i usmeni ispit.</b></p>
<p><b>UVJETI ZA POTPIS:</b>  <b>Studenti su dužni redovito pohađati predavanja i vježbe (barem 70%), te aktivno sudjelovati u rješavanju problema na vježbama.</b></p>
<p><b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b>  <b>Ispit se sastoji od pismenog i usmenog dijela. Pismeni ispit nosi 100 bodova od kojih se 40 odnosi na teorijska pitanja, a 60 na numeričke zadatke. Skala ocjenjivanja na pismenom ispitu je: 40-54 dovoljan, 55-69 dobar, 70-84 vrlo dobar, 85-100 izvrstan.</b></p>
<p><b>LITERATURA:</b>  <b>Michel Le Bellac, Quantum Physics, Cambridge University Press</b></p>

<b>NAZIV KOLEGIJA: Matematičke metode fizike 2</b>		
GODINA STUDIJA: II.		
SEMESTAR STUDIJA: 4.		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>doc. dr. sc. S. Benić prof. H. Buljan</b>	<b>3</b>
vježbe		<b>3</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>8</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Usvajanje temeljnog matematičkog aparata koji služi opisivanju fizikalnih pojava.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Po uspješnom završetku kolegija Matematičke metode fizike 2 student će biti sposoban:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. razviti periodičnu funkciju u Fourierov red</b></li> <li><b>2. izračunati Fourierov transformat zadane funkcije</b></li> <li><b>3. upotrebljavati delta funkciju u praktičnim računima</b></li> <li><b>4. rješavati linearne parcijalne diferencijalne jednačbe pomoću separacije, metode karakteristika i Fourierovih transformata</b></li> <li><b>5. rješavati linearne obične i parcijalne diferencijalne jednačbe pomoću Greenovih funkcija</b></li> <li><b>6. izvršiti separaciju parcijalnih diferencijalnih jednačbi u zakrivljenim koordinatnim sustavima (npr. sferni i cilindrični)</b></li> <li><b>7. primjeniti specijalne funkcije (Legendreovi polinomi, kugline funkcije, Besselove i Neumannove funkcije) u praktičnim računima.</b></li> </ol>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA: <b>Predavanja:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Uvod u unitarne prostore (definicije osnovnih pojmova, svojstva skalarnog produkta i norme).</b></li> <li><b>2. Prostor kvadratno integrabilnih funkcija.</b></li> <li><b>3. Ortonormirani skupovi vektora, projiciranje vektora na potprostor, parcijalni Fourierov red, Gibbsov fenomen.</b></li> <li><b>4. Potpunost unitarnog prostora.</b></li> <li><b>5. Klasičan Fourierov red i njegova konvergencija.</b></li> <li><b>6. Fourierov transformat i njegov inverz.</b></li> <li><b>7. Plancherelov teorem, princip neodređenosti.</b></li> <li><b>8. Konvolucija.</b></li> <li><b>9. Delta funkcija.</b></li> <li><b>10. Greenove funkcije i obične diferencijalne jednačbe.</b></li> <li><b>11. Klasifikacija linearnih parcijalnih diferencijalnih jednačbi, fizikalni primjeri.</b></li> <li><b>12. D'Alembertova formula za (1+1)-dimenzionalnu valnu jednačbu.</b></li> <li><b>13. Poissonova jednačba (teorem o srednjoj vrijednosti, primjena Greenove funkcije).</b></li> <li><b>14. Separacija Helmholtzove jednačbe u sfernom i cilindričnom koordinatnom sustavu.</b></li> </ol>		

15. Legendreovi polinomi i kugline funkcije.
16. Besselove i Neumannove funkcije.
17. Varijacijski račun.

**Vježbe:**

1. Fourierov red - osnovni primjeri, ortogonalnost u skupu kvadratno-integrabilnih funkcija.
2. Fourierov transformat.
3. Delta funkcija: reprezentacije, svojstva, višedimenzionalna delta funkcija, Jacobijan, gustoća raspodjele materije preko delta funkcija.
4. Greenova funkcija za obične diferencijalne jednadžbe.
5. Parcijalne diferencijalne jednadžbe prvog reda - metoda karakteristika.
6. Linearne parcijalne diferencijalne jednadžbe drugog reda - jednodimenzionalni sustavi - uvodni zadaci.
7. Linearne parcijalne diferencijalne jednadžbe drugog reda - jednodimenzionalni sustavi - napredni zadaci, dvodimenzionalni sustavi: Kartezijeve koordinate.
8. Linearne parcijalne diferencijalne jednadžbe drugog reda - dvodimenzionalni sustavi - Kartezijeve i polarne koordinate.
9. Kontinuirani sustavi: Greenova funkcija.
10. Legendreovi polinomi - uvodni zadaci.
11. Legendreovi polinomi - napredni zadaci.
12. Kugline funkcije.
13. Besselove funkcije - uvodni zadaci.
14. Besselove funkcije - napredni zadaci.
15. Varijacijski račun bez ograničenja.
16. Varijacijski račun s ograničenjima.

**METODE POUČAVANJA:**

**Predavanja, vježbe.**

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Redovito pohađanje nastave, kolokviji, pismeni i usmeni ispit.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Studenti su dužni redovito pohađati predavanja i vježbe, te aktivno sudjelovati u rješavanju problema na vježbama.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Studenti mogu položiti pismeni dio ispita putem kolokvija (2 tijekom semestra) ili putem „standardnog“ pismenog ispita koji se održava u redovnim rokovima. Ocjene na svakom pojedinačnom ispitu se utvrđuju na skali od 0 do 100 bodova, u koracima od 5 bodova: dovoljan 40-55 bodova, dobar 60-70 bodova, vrlo dobar 75-85 bodova i izvrstan 90-100 bodova. Za prolaz na svakom pojedinačnom ispitu potrebno je riješiti barem jedan zadatak u cijelosti, kao i prijeći bodovni prag od 40 bodova.**

**U slučaju prolaska na oba kolokvija, pismeni dio ispita je položen sa srednjom ocjenom na kolokvijima. U slučaju kada jedan ili oba kolokvija nisu položeni, student/ica mora izaći na „standardni“ pismeni ispit, pri čemu prenosi eventualne dodatne bodove, po 5 bodova za svaki u cijelosti riješen zadatak na kolokvijima (do maksimalno 20 dodatnih bodova). Dodatni bodovi ostvareni na kolokvijima pribrajaju se bodovima na „standardnom“ pismenom ispitu samo ako je ispit položen neovisno o njima.**

**Ukupna ocjena na ispitu utvrđuje se nakon položenog usmenog ispita, a u odnosu na pismeni ispit najviša ocjena se može razlikovati za dvije ocjene.**

**LITERATURA:**

**Butkov: Mathematical Physics (Addison-Wesley, 1968.)**

**I. Smolić: skripta za kolegije Matematičke metode fizike 1 i 2 (dostupna u pdf formatu na stranici predavača)**

**S. Benić, I. Smolić: skripta rješениh zadataka iz Matematičkih metoda fizike 1 i 2 (dostupna u pdf formatu na stranici asistenta)**

**G.B. Arfken, H. J. Weber: Mathematical Methods for Physicists (Academic Press, 1995.),**

**Jefferey: Applied Partial Differential Equations (Academic Press, 1995.)**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Klasična mehanika 2</b>		
GODINA STUDIJA: <b>II.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>4.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Tamara Nikšić</b>	<b>3</b>
vježbe	<b>prof. dr. sc. Tamara Nikšić</b>	<b>3</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>7</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Upoznavanje studenata s temeljnim zakonima i metodama klasične mehanike, daljnji razvoj stečenih matematičkih vještina na konkretnim fizikalnim problemima i priprema studenata za preostale kolegije teorijske fizike s kojima će se susresti tijekom studija.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Po završetku predmeta student će biti sposoban:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. izvesti jednadžbu gibanja čestice u neinercijalnom sustavu, kvalitativno opisati utjecaj pojedinih članova jednadžbe na gibanje čestice, kvantitativno opisati utjecaj Coriolisove sile na gibanje tijela blizu površine Zemlje.</b></li> <li><b>2. odrediti točke ravnoteže sustava s bilo kojim brojem stupnjeva slobode, ispitati njihovu stabilnost i linearizirati jednadžbe gibanja u blizini stabilnih točaka ravnoteže.</b></li> <li><b>3. odrediti normalne koordinate sustava od n vezanih harmoničkih oscilatora, skicirati putanje dva odvezana oscilatora u ravnini i primijeniti formalizam određivanja normalnih koordinata na titranje dvoatomnih i troatomnih molekula.</b></li> <li><b>4. izvesti odziv harmoničkog oscilatora kod prisilnog titranja sa i bez prigušenja, objasniti pojavu rezonancije.</b></li> <li><b>5. napisati Hillovu jednadžbu i izvesti Floquetov teorem. Izvesti egzaktno i perturbativno rješenje Mathieuove jednadžbe i skicirati Inceov dijagram. Primijeniti rješenje Mathieuove jednadžbe na primjerima destabilizacije i stabilizacije matematičkog njihala.</b></li> <li><b>6. demonstrirati poznavanje Hamiltonove formulacije klasične mehanike i koncepta faznog prostora, skicirati fazni portret jednodimenzionalnog konzervativnog sustava.</b></li> <li><b>7. demonstrirati poznavanje Hamilton-Jacobijeve formulacije klasične mehanike, separirati Hamilton-Jacobijevu jednadžbu u kartezijevom, cilindričnom i sfernom koordinatnom sustavu, objasniti pojam globalnih integrala gibanja, objasniti vezu Hamilton-Jacobijeve i Schrödingerove jednadžbe pomoću analogne veze geometrijske i fizikalne optike.</b></li> <li><b>8. objasniti pojam varijabli kuta i djelovanja, izvesti funkciju izvodnicu za transformaciju na varijable kuta i djelovanje, obrazložiti vezu degeneracije sustava i broja globalnih integrala gibanja.</b></li> </ol>		

9. demonstrirati poznavanje algebre Poissonovih zagrada, izvesti i objasniti Noetherine teoreme, objasniti vezu formalizma Poissonovih zagrada i kvantne mehanike.
10. primijeniti kanonski račun smetnje na sustav s vremenski ovisnim parametrom koji se sporo mijenja, pokazati da se varijabla djelovanja pritom ne mijenja.

**PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:**

**Predavanja:**

1. Jednadžba gibanja čestice u neinercijalnom sustavu i interpretacija pojedinih članova. Utjecaj Coriolisove sile na gibanje tijela blizu površine Zemlje.
2. Linearizacija jednadžbi gibanja i ispitivanje stabilnosti sustava s  $n$  stupnjeva slobode. Određivanje normalnih koordinata sustava. Lissajeuove putanje.
3. Titranja molekula.
4. Prisilno titranje, Greenova funkcija, pojava rezonancije. Prigušeno titranje i disipativna funkcija.
5. Parametarska rezonancija.
6. Hamiltonova formulacija klasične mehanike. Fazni prostor. Kanonske transformacije.
7. Hamilton-Jacobijeva formulacija klasične mehanike. Separacija varijabli u Hamilton-Jacobijevoj jednadžbi.
8. Geometrijska interpretacija Hamilton-Jacobijeve funkcije i veza s geometrijskom optikom. Prijelaz na kvantnu mehaniku.
9. Varijable kuta i djelovanja. Periodičke i kvaziperiodičke putanje, degeneracija sustava. Primjer dvodimenzionalnog harmoničkog oscilatora i Keplerovog problema.
10. Liouvilleov teorem. Poincareov teorem povratka. Poincareove invarijante.
11. Poissonove zgrade. Invarijantnost Poissonovih zagrada na kanonske transformacije. Infinitesimalne kanonske transformacije. Noetherini teoremi. Veza Poissonovih zagrada i kvantne mehanike.
12. Kanonski račun smetnje i primjena na sustave s jednim i više stupnjeva slobode. Adijabatska invarijanta.
13. Integrabilni i neintegrabilni sustavi. Kaos u Hamiltonijanskim sustavima.

**Vježbe:**

1. Rješavanje jednadžbe gibanja za česticu koja se giba blizu površine Zemlje uz efekte Coriolisove sile.
2. Određivanje stacionarnih točaka funkcije više varijabli i ispitivanje njihove stabilnosti. Linearizacija funkcije u blizini minimuma.
3. Rješavanje sustava vezanih harmoničkih oscilatora. Normalne koordinate.
4. Rješavanje jednadžbe gibanja za tjerani harmonički oscilator s gušenjem.
5. Rješavanje Mathieuove jednadžbe razvojem u Fourierov red.
6. Hamiltonove jednadžbe u Kartezijevom, cilindričnom i sfernom sustavu.
7. Fazni portret jednodimenzionalnog konzervativnog sustava.
8. Rješavanje Hamilton-Jacobijeve jednadžbe separacijom varijabli.
9. Varijable kuta i djelovanje.
10. Algebra Poissonovih zagrada.
11. Kanonski račun smetnje i adijabatska invarijanta.

**METODE POUČAVANJA:**

**Predavanja, vježbe, e-učenje.**

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Redovito pohađanje nastave, domaće zadaće, kolokviji, pismeni i usmeni ispit.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Studenti su dužni redovito pohađati predavanja i vježbe, aktivno sudjelovati u rješavanju problema na vježbama i rješavati domaće zadaće. Nadalje, studenti su dužni položiti dva kolokvija tijekom semestra, odnosno na svakom kolokviju ostvariti 7.5 od mogućih 15 bodova.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Položen kolegij Klasična mehanika 1 preduvjet je za polaganje ispita iz kolegija Klasična mehanika 2.**

**Studenti su dužni položiti dva kolokvija tijekom semestra, odnosno na svakom kolokviju ostvariti 7.5 od mogućih 15 bodova. Na završnom ispitu student može ostvariti najviše 70 bodova, dok je za prolaz potrebno ostvariti 25 bodova. Tome se zatim pridodaju bodovi s kolokvija, a ukupna ocjena pismenog ispita formira na sljedeći način: 40-54 bodova - dovoljan, 55-69 bodova - dobar, 70-84 bodova - vrlo dobar, 85-100 bodova izvrstan.**

**Ukupna ocjena na ispitu utvrđuje se nakon položenog usmenog ispita, a u odnosu na pismeni ispit najviša ocjena se može razlikovati za jednu ocjenu.**

**LITERATURA:**

**H. Goldstein, C.P. Poole, J.L. Safko : Classical Mechanics 3rd Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 2001**

**L.D. Landau, E.M. Lifschitz: Mechanics, Bttenworth-Heinemann, 2001**

**Spiegel M.R.: Theoretical Mechanics, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, 1967**

**G.L. Kotkin, V.G. Serbo: Collection of Problems in Classical Mechanics**

**V.I. Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer-Verlag, 1991**



NAZIV KOLEGIJA: <b>Početni fizički praktikum 2</b>		
GODINA STUDIJA: II.		
SEMESTAR STUDIJA: <b>4.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Damir Pajić doc. dr. sc. Ivan Kupčić</b>	<b>0</b>
vježbe		<b>4</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>3</b>		
<p>CILJ KOLEGIJA:</p> <p>Putem izvođenja laboratorijskih vježbi studenti će biti upoznati s osnovama eksperimentalnog rada koji je neophodan za cjelovitost istraživanja u fizici općenito. Stečeno znanje na teorijskim predmetima iz područja mehanike, elektriciteta i magnetizma utvrđivat će i povezivati s vlastitim radom na laboratorijskim vježbama. Upoznat će se i uvježbati u samostalnom korištenju osnovnih uređaja za mjerenje mehaničkih i električnih fizičkih veličina te u sklapanju aparature s ciljem jednostavnijeg eksperimentalnog istraživanja. Studenti će kroz konkretne situacije steći vještine obrade mjerenih podataka (ručne i računalne), te temeljem tih rezultata uvježbavati donošenje posebnih i općenitih zaključaka. Tim zaokruženim procesom na zadanim fizikalnim problemima razvit će se i njihova sposobnost cjelovitog sagledavanja i rješavanja problema u budućem istraživačkom radu.</p>		
<p>ISHODI UČENJA:</p> <p>Po završetku kolegija, student će biti sposoban:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. samostalno koristiti mjerne uređaje i aparature iz područja mehanike fluida, optike i termodinamike za izvođenje jednostavnih pokusa prema postavljenim zadacima i uputama;</li> <li>2. analizirati mjerene podatke primjenom statističkih metoda ručnim kalkulatorom i računalom te numerički i grafički prikazati rezultate;</li> <li>3. predstaviti rezultate svog rada u obliku cjelovitog izvješća;</li> <li>4. povezati teorijska znanja s izvođenjem vježbe i funkcioniranje sastavnih dijelova aparature;</li> <li>5. generalizirati rezultate mjerenja te ih kritički preispitati i tumačiti u svjetlu poznate teorije.</li> </ol>		
<p>NASTAVNI SADRŽAJ:</p> <p>Studenti samostalno izvode sljedeće vježbe rotirajući se svakih dva tjedna:</p> <p><b>Napetost površine:</b> precizno se mjeri sila otkidanja prstena od površine vode i istražuje površinsku napetost u ovisnosti o temperaturi te se putem kapilarnog učinka također mjeri napetost površine;</p> <p><b>Viskoznost tekućina:</b> mjereći vrijeme padanja kuglice u dva viskozna medija istražuje se ovisnost koeficijenta viskoznosti o temperaturi;</p> <p><b>Gustoća tekućine:</b> putem uzgona mjeri se gustoća vode u širokom temperaturnom intervalu te pronalazi anomalija vode i koeficijenti njenog toplinskog širenja;</p>		

**Plinski zakoni:** proučavaju se izotermna, izohorna i izobarna promjena na određenoj količini zraka;

**Leće i optički instrumenti:** dobivanjem slika na različitim sustavima leća određuju se njihove žarišne daljine te se konstruiraju razni optički instrumenti, kao teleskopi, dijaprojektor, mikroskop;

**Brzina svjetlosti:** mjereći fazni pomak modulirane svjetlosti za različite puteve koje ona prevali određuje se brzina svjetlosti, a otklonom različitih komponenti iz bijele svjetlosti prati se ovisnost indeksa loma stakla prizme o valnoj duljini;

**Ogib i interferencija svjetlosti:** interferentna slika dobiva se s Fresnelovim zrcalima ili biprizmom te se analizom interferentne slike određuje valna duljina laserske svjetlosti, a difrakcijsku sliku dobivenu pomoću pukotine opisuje se teorijskim modelom.

Za svaku vježbu omogućeno je barem 5 punih sati rada u praktikumskom laboratoriju, čemu prethodi pripremanje studenta kod kuće.

**METODE POUČAVANJA:** Laboratorij

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

Studenti se moraju pripremiti za rad prije dolaska na zadanu vježbu. U praktikumu najprije moraju pokazati svoju pripremljenost, a potom samostalno sklopiti aparaturu i vršiti mjerenja. Slijedi obrada rezultata i usmeno odgovaranje. Završeno pismeno izvješće moraju predati prije odlaska s praktikuma.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Ulazni kolokvij od 5 kratkih pitanja u vezi pripadne vježbe mora biti pozitivno ocijenjen. Ispitivanje tijekom rada u praktikumu o fizikalnoj pozadini vježbe, funkcioniranju instrumenata i aparature, rezultatima, analizi, te drugim potrebnim znanjima vezanim uz vježbu, također mora rezultirati pozitivnom ocjenom. Izvješće s pretpostavljenim oblikom mora sadržavati odgovore na sve postavljene zadatke te obuhvatiti opis rezultata, analizu, grafičke prikaze, te zaslužiti prolaznu ocjenu. Konačna ocjena vježbe računa se iz tri navedene komponente koje redom ulaze s težinom 20%, 40%, 40%, a zaključna ocjena je prosjek svih vježbi. Pad je dopušten na najviše jednoj vježbi, no tada se istu mora ponovno odraditi i sa prolaznom ocjenom. Budući da se detaljno ispituju svi bitni elementi prilikom rada kod svake vježbe, nema završnog ispita.

**LITERATURA:**

Pripreme za vježbe, za internu upotrebu

Predavanja i udžbenici korišteni na Općoj fizici 1, 2 i 3

Udžbenici opće fizike po izboru.

NAZIV KOLEGIJA: <b>Teorija elastičnosti s primjenom u geofizici</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>5. i 6.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>doc. dr. sc. Josip Stipčević</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>doc. dr. sc. Josip Stipčević</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>4 + 4</b>		
<p>CILJ KOLEGIJA:</p> <p><b>Opisati i analizirati tenzor napetosti i deformacije, te transformacije koordinata tenzora. Analizirati elastičku ravnotežu tijela. Savladane analize primijeniti na Zemljinu koru. Primijeniti odnos napetosti i deformacije u realnih tjelesa, posebno za slučajeve kada je on određen modulima elastičnosti.</b></p> <p><b>Sinteza jednadžbi gibanja i Hookeova zakona u Laméove jednadžbe. Poopćenje Laméovih jednadžba u Navier-Stokesovu jednadžbu. Dokaz i diskusija Laméova teorema. Kirchhoffovo rješenje valne jednadžbe demonstrira retardirane potencijale i djelovanje na udaljenost. Generalizirano se rješenje analizira na četiri slučaja od kojih u jednom valja prepoznati Huygensov princip. Primjena Kirchhoffova rješenja na jednostruke i dipolne modele točkastih izvora valova potresa.</b></p>		
<p>ISHODI UČENJA:</p> <p><b>Nakon položenog ispita iz kolegija Teorija elastičnosti s primjenom u geofizici student će moći:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. razlikovati članove relativnih pomaka za translacijsku i rotacijsku deformaciju,</b></li> <li><b>2. predložiti i podijeliti potencijal pomaka na translacijski i rotacijski,</b></li> <li><b>3. odrediti smjer i iznos glavnih osi napetosti i deformacije,</b></li> <li><b>4. izračunati iznos glavnih deformacija Zemljine kore i zaključiti u kojem geografskom smjeru se one pružaju u odnosu na izmjerene vrijednosti,</b></li> <li><b>5. izračunati dilataciju površine i volumena na temelju poznatih pomaka,</b></li> <li><b>6. povezati Laméove konstante i Poissonov omjer pomoću deformacije i napetosti uzorka jezgre bušotine, te vrjednovati materijal uzorka,</b></li> <li><b>7. iz odnosa napetosti i deformacije u realnim sredstvima sintetizirati faze nukleacije potresa,</b></li> <li><b>8. razumjeti značenje Hookeova zakona za gibanje u kontinuumu,</b></li> <li><b>9. objasniti poopćenje Laméovih u Navier-Stokesove jednadžbe,</b></li> <li><b>10. dokazati Laméov teorem i diskutirati rastav na skalarnu i vektorsku valnu jednadžbu,</b></li> <li><b>11. objasniti retardirane potencijale; naći Kirchhoffovo rješenje u odsutnosti singulariteta, zatim generalizirati obuhvaćajući izvore.</b></li> <li><b>12. analizirati Kirchhoffovo rješenje valne jednadžbe pronaći rješenje dalekog polja i Huygensov princip,</b></li> </ol>		

13. primijeniti Kirchhoffovo rješenje za iznalaženje karakteristike radijacije pomaka izazvanog modelom izvora s jednom silom, s jednostrukim i dvostrukim parom sila u izvoru,

14. interpretirati prostorne razdiobe kompresije i dilatacije prvog nailaska longitudinalnog vala potresa u smislu određivanja mehanizma u žarištu potresa.

NASTAVNI SADRŽAJ:

Analiza napetosti. Analiza deformacije. Deformacija površine Zemljine kore. Odnos napetosti i deformacije. Konstante i moduli elasticiteta.

Lameove jednadžbe. Gibanja i potencijali. Kirchhoffovo rješenje valne jednadžbe. Primjena Kirchhoffova rješenja na točkaste izvore elastičkih poremećaja.

PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:

Zimski semestar:

1. Definicija napetosti,
2. Komponente napetosti,
3. Ravnoteža napetosti u točki,
4. Ravnoteža napetosti u tijelu,
5. Jednadžbe gibanja,
6. Akceleracija rotacije
7. Transformacija komponenata napetosti,
8. Analiza deformacije,
9. Potencijal pomaka,
10. Značenja relativnog pomaka,
11. Transformacija komponenata deformacije,
12. Potencijal pomaka,
13. Deformacija površine Zemljine kore,
14. Odnos napetosti i deformacije,
15. Konstante i moduli elasticiteta,

Ljetni semestar:

1. Ograničenja teorije elastičnosti – reološka jednadžba,
2. Lameove jednadžbe,
3. Vektorska jednadžba gibanja – Navier Stokesova jednadžba
4. Laplaceova jednadžba i potencijali
5. Helmholtzov teorem o potencijalima,
6. Lameov teorem o potencijalima,
7. Retardirani potencijali,
8. Derivacija retardiranog potencijala,
9. Teorem o retardiranom potencijalu,
10. Kirchhoffovo rješenje homogene valne jednadžbe,
11. Opće Kirchhoffovo rješenje i potencijali pomaka,
12. Četiri slučaja Kirchhoffova rješenja
13. Primjena Kirchhoffova rješenja na model jednostruke sile u ishodištu.
14. Primjena Kirchhoffova rješenja na model dipola u ishodištu.
15. Primjena Kirchhoffova rješenja na model dvostrukog dipola u ishodištu.

NAČIN UČENJA:

Slušanje izlaganja, proučavanje bilježaka i literature. Izvod jednadžbi. Analiza primjera primjene koji slijede izvod jednadžbi. Sintetiziranje rezultata izvoda jednadžba u geofizički fenomen.

**METODE POUČAVANJA:**

**Izlaganje, diskusija. Izvodi jednažbi, analiza jednažbi i njihovih analitičkih rješenja. - Samostalno rješavanje zadataka u svezi s izvodima jednažba.**

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Domaće zadaće, seminarski radovi, kolokviji, pismeni i usmeni ispit.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Riješene domaće zadaće, seminarski radovi.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Pismeni i usmeni ispit.**

**LITERATURA:**

**Aki, K., P.G. Richards: Quantitative Seismology, 2nd Ed., University Science Books, Sansalito, California 2002.**

**Bath, M.: Mathematical Aspects of Seismology, Elsevier, Amsterdam, 1968.**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Fizička oceanografija I</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>5.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Mirko Orlić</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>dr. sc. Maja Bubalo</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>5</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Osposobiti studente za analizu podataka kojima su dokumentirana svojstva mora, za opis prostorne i vremenske raspodjele svojstava u svjetskim morima i oceanima te za elementarno modeliranje svojstava.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Studenti će moći:</b> <b>1. analizirati podatke o salinitetu i temperaturi,</b> <b>2. opisati svojstva svjetskih mora i oceana,</b> <b>3. identificirati uzroke prostornoj promjenjivosti i vremenskoj varijabilnosti svojstava,</b> <b>4. riješiti jednadžbe izmjene soli i topline koje opisuju svojstva mora.</b>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA: <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Uvod, predmet istraživanja, pripadnost područja, primjena istraživanja.</b></li> <li><b>2. Metodologija istraživanja, povijesni razvoj oceanografije.</b></li> <li><b>3. Mjerenje saliniteta i temperature.</b></li> <li><b>4. Mjerenje tlaka, određivanje gustoće.</b></li> <li><b>5. Analiza vodenih masa.</b></li> <li><b>6. Mjerenje struja (indirektne metode, direktne metode po Lagrangeu i po Euleru).</b></li> <li><b>7. Mjerenje kratkoperiodičkih (valomjer) i dugoperiodičkih (mareograf) oscilacija morske razine.</b></li> <li><b>8. Istraživački brodovi i druge mjerne platforme, ekspedicije, daljinska istraživanja.</b></li> <li><b>9. Jednadžbe gibanja i kontinuiteta, jednadžba stanja i njene aproksimacije, jednadžbe izmjene topline i soli, rubni uvjeti.</b></li> <li><b>10. Svojstva mora i oceana: salinitet i temperatura.</b></li> <li><b>11. Svojstva mora i oceana: tlak, gustoća.</b></li> <li><b>12. Svojstva mora i oceana: vodene mase.</b></li> <li><b>13. Jednostavno modeliranje prostorne raspodjele saliniteta.</b></li> <li><b>14. Jednostavno modeliranje prostorne raspodjele temperature.</b></li> <li><b>15. Jednostavno modeliranje godišnjih promjena temperature.</b></li> </ol> <p><b>U okviru vježbi analiziraju se vertikalni profili saliniteta i temperature kao i horizontalna raspodjela tih parametara primjenom subjektivne i objektivne metode. Također se određuje vertikalna raspodjela tlaka uzimajući u obzir izmjerene profile saliniteta i temperature.</b></p>		

<p><b>NAČIN UČENJA:</b>  <b>Slušanje izlaganja te proučavanje bilježaka i literature. Analiza podataka (vertikalna i horizontalna distribucija).</b></p>
<p><b>METODE POUČANJA:</b>  <b>Izlaganje i diskusija. Postavljanje zadataka zasnovanih na podacima prikupljenima ponajprije u Jadranu.</b></p>
<p><b>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:</b>  <b>Pohađanje nastave, domaće zadaće, pismeni i usmeni ispit.</b></p>
<p><b>UVJETI ZA POTPIS:</b>  <b>Redovito pohađanje nastave, izrada domaćih zadaća.</b></p>
<p><b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b>  <b>Pismeni i usmeni ispit.</b></p>
<p><b>LITERATURA:</b>  <b>Knauss J. A.: Introduction to Physical Oceanography, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1996.</b>  <b>Open University Course Team: Seawater – Its Composition, Properties and Behaviour, Second Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1995.</b>  <b>Open University Course Team: Ocean Circulation, Second Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001.</b>  <b>Stewart R. H.: Introduction to Physical Oceanography, Department of Oceanography Texas A&amp;M University, 2003 (<a href="http://oceanworld.tamu.edu/home/course_book.htm">http://oceanworld.tamu.edu/home/course_book.htm</a>).</b>  <b>Talley L. D., G. L. Pickard, W. J. Emery and J. H. Swift: Descriptive Physical Oceanography – An Introduction, Sixth Edition, Elsevier, Amsterdam, 2011.</b></p>

NAZIV KOLEGIJA: <b>Seizmologija I</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>5.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Marijan Herak dr. sc. Ivica Sović, v. pred.</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>dr. sc. Ivica Sović, v. pred.</b>	<b>2</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>5</b>		
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> <b>Opisati studentima strukturu Zemlje, seizmičnost, modele Zemlje, temeljne spoznaje o tektonici ploča. Istraživanje duboke strukture Zemlje na temelju rasprostiranja valova potresa. Interpretacija, prikupljanje i obrada makroseizmičkih podataka.</b>		
<b>ISHODI UČENJA:</b> <b>Studenti mogu nakon položenog ispita iz kolegija Seizmologija I:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. analizirati makroseizmičke podatke,</b></li> <li><b>2. opisati učinke potresa u skladu s makroseizmičkim ljestvicama,</b></li> <li><b>3. definirati osnovne pojmove iz makroseizmologije, tektonike ploča i građe Zemlje</b></li> <li><b>4. računati makroseizmičke parametre potresa.</b></li> </ol>		
<b>NASTAVNI SADRŽAJ:</b> <b>Klasifikacija, uzroci i geografska razdioba potresa, seizmičnost Zemlje, tektonika ploča i struktura Zemlje, makroseizmologija: ljestvice intenziteta potresa, izoseiste, interpretacija i crtanje makroseizmičkih karata, prostorni valovi potresa, hodokrona, jednadžba staze vala, vrijeme putovanja vala, Mohorovičićev diskontinuitet, Wiechert-Herglotzov teorem.</b>		
<b>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Uvod i tektonika ploča</b></li> <li><b>2. Makroseizmologija- razvoj makroseizmičkih ljestvica</b></li> <li><b>3. Model makroseizmičkog polja</b></li> <li><b>4. Ocjenjivanje makroseizmičkog intenziteta i izrada karata intenziteta i izoseista</b></li> <li><b>5. Prostorni valovi potresa- uvod</b></li> <li><b>6. Empirijske hodokrone</b></li> <li><b>7. Jednadžba staze vala</b></li> <li><b>8. Benndorfov zakon</b></li> <li><b>9. Vrijeme putovanja vala</b></li> <li><b>10. Teorijska hodokrona</b></li> <li><b>11. Mohorovičićev postupak</b></li> <li><b>12. Wiechert – Herglotzov teorem</b></li> <li><b>13. Lokalni potresi</b></li> <li><b>14. Hodokrone ravnog modela Zemlje</b></li> <li><b>15. Potresi iz udaljenosti većih od 10 deg.</b></li> </ol>		
<b>NAČIN UČENJA:</b> <b>Slušanje predavanja i aktivno sudjelovanje na vježbama, analiza primjera iz prakse i pisanje programa.</b>		



<p>METODE POUČAVANJA:  <b>Predavanja i vježbe, analiziranje primjera.</b></p>
<p>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:  <b>Redovito pohađanje nastave, riješena zadaća. Kolokvij i usmeni ispit.</b></p>
<p>UVJETI ZA POTPIS:  <b>Nazočnost na nastavi te položen kolokvij.</b></p>
<p>NAČIN POLAGANJA ISPITA:  <b>Usmeni ispit.</b></p>
<p>LITERATURA:  <b>Aki, K., P. G. Richards: Quantitative Seismology, 2nd edition, University Science Books, Sausalito, California, 2002.</b>  <b>Stein, S. and M. Wysession: An introduction to Seismology, Earthquakes and Earth structure, Blackwell Publ., 2003.</b>  <b>Lay, T., T. C. Wallace: Modern Global Seismology, Academic Press, San Diego, 1995.</b>  <b>Udias, A.: Principles of Seismology, Cambridge University Press, United Kingdom, 1999.</b>  <b>Ben-Menahem, A., S. J. Singh: Seismic waves and sources, Springer Verlag, New York – Heidelberg – Berlin, 1981.</b></p>

NAZIV KOLEGIJA: <b>Uvod u geofizičku dinamiku fluida</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>5.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>Izv. prof. dr. sc. Ivana Herceg Bulić</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>Iva Međugorac, dipl. ing.</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>4</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Upoznavanje studenata s fundamentalnim zakonima i procesima u atmosferi i moru, analiza fluida u mirovanju i gibanju, upoznavanje metoda analize njihove strukture, razvoj vještina za rješavanje konkretnih problema te stjecanje temeljnog znanja za daljnje geofizičke kolegije.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Student će moći:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. opisati i analizirati karakteristike i strukturu atmosfere i mora</b></li> <li><b>2. formulirati, opisati i numerički postaviti različite modele efekta staklenika</b></li> <li><b>3. navesti i diskutirati svojstva suhog i vlažnog zraka te interpretirati s njima povezane procese</b></li> <li><b>4. analizirati i diskutirati stabilnost fluida</b></li> <li><b>5. analizirati, izračunati i diskutirati statičku stabilnost suhe i vlažne atmosfere</b></li> <li><b>6. analizirati i diskutirati osnovne fizikalne zakonitosti u atmosferi i moru</b></li> <li><b>7. navesti, diskutirati i riješiti osnovne jednadžbe koje opisuju fluid u mirovanju i gibanju</b></li> <li><b>8. prezentirati, objasniti i diskutirati utjecaj rotacije Zemlje na atmosferu i more</b></li> <li><b>9. primijeniti i diskutirati osnovne aproksimacije jednadžbi gibanja fluida</b></li> </ol>		
NASTAVNI SADRŽAJ: <b>Sustav atmosfera-more: Sunčevo zračenje. Razdioba temperature. Efekt staklenika. Konvekcija. Varijabilnost radijacijskog forsiranja i posljedični horizontalni gradijenti. Međudjelovanje atmosfere i mora; Svojstva fluida koji miruje: Jednadžba stanja. Termodinamičke varijable. Vodena para u atmosferi. Promjene faze. Ravnoteža sila koje djeluju na čest fluida (sila gradijenta tlaka, teža), hidrostatska jednadžba. Vertikalna struktura atmosfere i mora. Statička stabilnost, Brunt-Väisälä frekvencija, potencijalna temperatura, potencijalna gustoća. Vertikalni profili i njihov grafički prikaz; Fluid u gibanju: Čest fluida. Jednadžba sačuvanja mase. Jednadžba sačuvanja skalarne veličine (vlažnost, salinitet). Jednadžba sačuvanja topline. Jednadžba gibanja, Coriolisova sila, viskozni efekti (molekularni, turbulentni). Skale gibanja. Rubni uvjeti (čvrsta granica, materijalna granica, unutrašnje granične plohe).</b>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA: <b>Predavanja:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Uvod i povijesni razvoj meteorologije, osnovni pojmovi geofizičke dinamike fluida, obilježja atmosfere i mora, kemijska i fizikalna svojstva atmosfere i mora te njihov sastav.</b></li> </ol>		

2. Globalna bilanca energije, radijacijska ravnoteža na Zemlji, albedo, staklenički efekt, modeli efekta staklenika.
3. Vertikalna struktura atmosfere, atmosferski slojevi i njihova svojstva, ultraljubičasto zračenje u atmosferi, troposferski i stratosferski ozon, fotokemijske reakcije stratosferskog ozona.
4. Hidrostatička ravnoteža, primjena jednadžbe hidrostatičke ravnoteže u (izotermna, homogena atmosfere, atmosfera s vertikalno promjenjivom temperaturom).
5. Konvekcija, konvekcija u plitkom fluidu, konvekcija i stabilnost u nekompresibilnom fluidu, konvekcija i stabilnost u suhoj i vlažnoj kompresibilnoj atmosferi.
6. Težinski valovi.
7. Dinamika fluida, Lagrangeovski i Eulerovski opis gibanja fluida, jednadžba kontinuiteta.
8. Sustav jednadžbi za fluid koji ne rotira (Navier-Stokesove jednadžbe, jednadžba kontinuiteta, termodinamička jednadžba, jednadžba stanja, jednadžba soli).
9. Sustav jednadžbi za fluid koji rotira (vektorski oblik jednadžbe gibanja u koordinatnom sustavu koji rotira).
10. Jednadžbe gibanja u sfernom koordinatnom sustavu. Analiza skala u jednadžbama gibanja.
11. Aproksimacije jednadžbi gibanja fluida (hidrostatička aproksimacija, slaba i jaka Boussinesqova aproksimacija).
12. Primjena horizontalnih komponenti jednadžbe gibanja na procese u atmosferi i moru. Inercijalne oscilacije.
13. Geostrofički vjetar u atmosferi, geostrofičke struje u moru. Taylor-Proudmanov teorem, izvod i primjena.
14. Homogeno geostrofičko strujanje iznad nagnute podloge uz pretpostavku horizontalne, odnosno nagnute, gornje granice.
15. Utjecaj sile trenja na gibanja u atmosferi i moru.

**Vježbe:**

1. Vektorska algebra.
2. Zračenje crnog i sivog tijela, energijska bilanca zračenja na vrhu atmosfere, energijska bilanca zračenja pri tlu.
3. Staklenički efekt, različiti modeli efekta staklenika.
4. Hidrostatička ravnoteža.
5. Prvi zakon termodinamike i njegova primjena u atmosferi.
6. Adijabatički i kvazistatički procesi.
7. Statička stabilnost atmosfere.
8. Potencijalna temperatura, entropija, Brunt-Väisälä frekvencija.
9. Jednadžbe gibanja geofizičkog fluida i njihova primjena.
10. Utjecaj Coriolisove sile na gibanje fluida i čvrstih tijela.

**NAČIN UČENJA:**

Slušanje izlaganja, proučavanje bilježaka i literature, seminarski radovi. Sistematsko opažanje i zaključivanje. Analiza primjera, izvod jednadžbi i rješavanje zadataka.

**METODE POUČAVANJA:**

Izlaganje i diskusija. Zadatak izvoda jednadžbi i rješavanja numeričkih zadataka.

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

Domaće zadaće, seminar, pismeni i usmeni ispit.

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Studenti su dužni redovito pohađati predavanja i vježbe (barem 70%), aktivno sudjelovati na vježbama te rješavati domaće zadaće.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Studenti su dužni položiti završni pismeni ispit. Na ispitu student može ostvariti najviše 10 bodova, a za prolaznu ocjenu je potrebno potpuno točno riješiti dva zadatka (4 boda). Ukupna ocjena pismenog ispita se određuje prema sljedećem: (40-62) % bodova – dovoljan, (63-75) % bodova – dobar, (76-88) % bodova – vrlo dobar, (89-100) % bodova – izvrstan. Ukupna ocjena na ispitu se utvrđuje nakon položenog usmenog ispita.**

**LITERATURA:**

**Gill, A., 1982: Atmosphere-Ocean Dynamics. Academic Press, Orlando. 662 str.**

**Cushman-Roisin, B., 1994: Introduction to Geophysical Fluid Dynamics, Prentice Hall, London, 320 str.**

**Kundu, P. K., 1990: Fluid mechanics. Academic Press, San Diego, 638 str.**

<b>NAZIV KOLEGIJA: Uvod u spektralnu analizu</b>		
<b>GODINA STUDIJA: III.</b>		
<b>SEMESTAR STUDIJA: 5.</b>		
<b>OBLIK NASTAVE</b>	<b>IZVOĐAČ</b>	<b>SATI TJEDNO</b>
predavanja	prof. dr. sc. Marijan Herak	2
vježbe	prof. dr. sc. Marijan Herak	1
seminar		0
<b>ECTS BODOVI: 3</b>		
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> <b>Osposobiti studente za primjenu temeljnih alata spektralne analize, posebno pri obradi geofizičkih vremenskih nizova.</b>		
<b>ISHODI UČENJA:</b> <b>Studenti mogu nakon položenog ispita iz kolegija Uvoda u spektralnu analizu:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. razlikovati vremenske nizove koji se mogu analizirati harmonijskom odnosno spektralnom analizom,</li> <li>2. analizirati podatke razvojem u Fourierov red,</li> <li>3. izračunati spektre amplitude i faze za periodičke i tranzijentne vremenske nizove,</li> <li>4. definirati spektre amplitude, faze, te spektar gustoće energije,</li> <li>5. usporediti fizikalne sustave u odnosu na njihov frekventni odziv,</li> <li>6. definirati Diracovu delta funkciju i njezina osnovna svojstva,</li> <li>7. provesti filtriranje vremenskih nizova idealnim filtrima,</li> <li>8. argumentirati izbor intervala uzorkovanja za analizirani vremenski niz.</li> </ol>		
<b>NASTAVNI SADRŽAJ:</b> Vrste podataka. Fourierov red, njegov kompleksni oblik. Fourierov integral. Inverzna Fourierova transformacija. Spektar gustoće energije. Funkcija autokorelacije i njezina veza sa spektrom gustoće energije. Svojstva fizikalnih sustava s obzirom na frekvenciju, frekvencijska karakteristika. Diracova delta funkcija, osnovna svojstva i primjena. Funkcija češlja i njezin Fourierov par. Digitalno filtriranje, integral konvolucije, idealni niskopropusni filter. Filtriranje diskretnih podataka. Trend. Uzorkovanje i aliasing. Teorem o uzorkovanju. Uzorci konačne duljine.		
<b>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uvodno predavanje</li> <li>2. Vrste podataka.</li> <li>3. Fourierov red, njegov kompleksni oblik.</li> <li>4. Fourierov integral.</li> <li>5. Inverzna Fourierova transformacija. Kompleksni oblik.</li> <li>6. Spektar gustoće energije. Funkcija autokorelacije i njezina veza sa spektrom gustoće energije.</li> <li>7. Svojstva fizikalnih sustava s obzirom na frekvenciju, frekvencijska karakteristika.</li> <li>8. Diracova delta funkcija, osnovna svojstva i primjena.</li> <li>9. Funkcija češlja i njezin Fourierov par.</li> <li>10. Digitalno filtriranje, integral konvolucije, Idealni niskopropusni filter.</li> <li>11. Rekurzivni filtri. Trend. Filtriranje diskretnih podataka.</li> </ol>		

<p>12. Uzorkovanje i aliasing.  13. Teorem o uzorkovanju.  14. Uzorci konačne duljine.  15. Kolokvij</p>
<p>NAČIN UČENJA:  <b>Slušanje izlaganja, proučavanje bilježaka i literature. Izvod jednadžbi i analiza primjera.</b></p>
<p>METODE POUČAVANJA:  <b>Izlaganje, diskusija. Izvodi jednadžbi. Rješavanje zadataka.</b></p>
<p>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:  <b>Redovito pohađanje nastave, riješena zadaća. Kolokvij i usmeni ispit.</b></p>
<p>UVJETI ZA POTPIS:  <b>Riješeni zadatak i kratki izvještaj, pohađanje predavanja.</b></p>
<p>NAČIN POLAGANJA ISPITA:  <b>Kolokvij i usmeni. Konačna ocjena iz kolegija dobiva se kao srednjak ocjena iz kolokvija te usmenog ispita.  (Studentima koji iz kolokvija dobiju ocjenu 5, ocjena će se priznati kao konačna ocjena kolegija. Studentima koji iz kolokvija dobiju ocjene manje od odličan, one će se uzeti u obzir na usmenom dijelu ispita. Konačna ocjena kolegija će biti generirana kao srednjak ocjena kolokvija i usmenog ispita.)</b></p>
<p>LITERATURA:  <b>Bath, M. Spectral analysis in geophysics, Elsevier, Amsterdam, 1974.  Bracewell, R. N: The Fourier transform and its applications, McGraw-Hill, New York, 1983.  Papoulis, A: The Fourier integral and its applications, McGraw-Hill, New York, 1962.</b></p>

NAZIV KOLEGIJA: <b>Napredni fizički praktikum I</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>5.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>dr. sc. Nikolina Novosel, pred.</b>	<b>0</b>
vježbe		<b>4</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>3</b>		
<p>CILJ KOLEGIJA:</p> <p>Izvođenjem naprednih laboratorijskih vježbi, studenti će upoznati složenije aspekte eksperimentalnog rada, koji je neizostavni dio istraživanja u fizici. Znanje stečeno na predavanjima iz opće fizike studenti će produbiti eksperimentalnim radom na pojedinim problemima, pridoseći dubljem razumijevanju pojedinih tema i stjecanju eksperimentalnog iskustva. Upoznat će se i uvježbati u samostalnom korištenju naprednih uređaja za mjerenje fizičkih veličina te u sklapanju aparature s ciljem eksperimentalnog istraživanja. Na naprednom fizičkom praktikumu studenti imaju veliku samostalnost u rješavanju zadataka, te svaku vježbu rade u dva uzastopna termina, što im omogućuje da nakon prvih eksperimentalnih rezultata formiraju radnu hipotezu koju poslije daljnjim mjerenjima mogu potvrditi ili pobiti. Ovakvim načinom rada razvit će se sposobnost cjelovitog rješavanja problema u budućem istraživačkom radu.</p>		
<p>ISHODI UČENJA:</p> <p>Po završetku kolegija, student će biti sposoban:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. samostalno koristiti mjerne uređaje i aparature iz područja mehanike, elektromagnetizma, optike i termodinamike, za izvođenje složenih pokusa;</li> <li>2. analizirati mjerene podatke primjenom statističkih metoda te grafički prikazati rezultate;</li> <li>3. predstaviti rezultate svog rada u obliku pismenog izvješća, koje je strukturirano kao znanstveni rad, te kratkog usmenog izvješća, koje je strukturirano kao predavanje na znanstvenoj konferenciji;</li> <li>4. povezati teorijska znanja s izvođenjem vježbe i funkcioniranje sastavnih dijelova aparature;</li> <li>5. generalizirati rezultate mjerenja te ih kritički preispitati i tumačiti u svjetlu poznate teorije.</li> </ol>		
<p>NASTAVNI SADRŽAJ:</p> <p>Studenti samostalno izvode 5 od sljedećih 10 vježbi:</p> <p><b>Joule-Thomsonov efekt:</b> Studenti eksperimentalno utvrđuju Joule-Thomsonov koeficijent plinova <math>N_2</math> i <math>CO_2</math>, te uspoređuju dobivene rezultate s vrijednostima iz literature i teorijskim modelima.</p> <p><b>Barometarska formula:</b> Studenti koriste aparaturu za simuliranje termodinamičkih pojava pomoću staklenih kuglica te uspoređuju ovisnost broja kuglica po visini s predviđanjem barometarske formule.</p>		

<p><b>Električni titrajni krug:</b> Studenti proučavaju ovisnost impedancije te faznog pomaka za serijski i paralelni RLC krug. Također, proučavaju gušene oscilacije u RLC krugu.</p> <p><b>Mjerenje malih otpora:</b> Studenti uče mjeriti električni otpor metodom četiri kontakta, te van der Pauw metodom.</p> <p><b>Modul elastičnosti:</b> Studenti ovisnost deformacije o sili kod metalnih šipki.</p> <p><b>Slobodno i prisilno titranje:</b> Koristeći torziona njihalo s gušenjem i pubudom, studenti proučavaju ponašanje slobodnog oscilatora, gušenog oscilatora, te gonjenog i gušenog oscilatora.</p> <p><b>Spregnuta njihala:</b> Studenti proučavaju pojave kod titranja spregnutih njihala: titranje u fazi, titranje u protufazi, te režim udara.</p> <p><b>Stefan-Boltzmannov zakon zračenja:</b> Studenti pomoću Mollovog termočlanka i žarulje s žarnom niti eksperimentalno utvrđuju ovisnost energetske egzitancije o temperaturi tijela, te uspoređuju opažanja sa Stefan-Boltzmannovim zakonom.</p> <p><b>Specifični naboj elektrona:</b> Studenti koriste vakuumsku cijev u kojoj ubrzavaju elektrone pomoću elektronskog topa, te ih zakreću pomoću magnetskog polja. Mjereći promjer putanja elektrona te narinuti napon i magnetsko polje, određuju specifični naboj elektrona.</p> <p><b>Magnetska susceptibilnost tekućina:</b> Studenti mjere magnetsku susceptibilnost otopina s različitim koncentracijama paramagnetskih soli.</p> <p><b>Svaku vježbu studenti izrađuju u dva uzastopna termina.</b></p>
<p><b>NAČIN UČENJA:</b> Upoznavanje s fizikalnim osnovama prije svake vježbe. Redovita izrada referata. Priprema i izlaganje seminara. Obavezno slušanje seminara.</p>
<p><b>METODE POUČAVANJA:</b> <b>Laboratorij</b></p>
<p><b>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:</b> Studenti se moraju pripremiti za rad prije dolaska na zadanu vježbu. U praktikumu samostalno sklapaju aparaturu i vrše mjerenja. Na drugom terminu ponavljaju mjerenja i/ili vrše dodatna mjerenja te usmeno odgovaraju. Pismeno izvješće (referat) predaju prilikom slijedećeg dolaska na praktikum. Na kraju praktikuma rezultate zadnje vježbe usmeno prezentiraju pred voditeljem praktikuma.</p>
<p><b>UVJETI ZA POTPIS:</b> Izrađene sve vježbe i seminar.</p>
<p><b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Tijekom nastave studenti usmeno odgovaraju na svakoj vježbi te predaju pismeno izvješće nakon svake vježbe koje se također ocjenjuje. Na kraju praktikuma asistenti zaključuju konačne ocjene iz usmenog odgovaranja te pismenih izvješća. Studenti rezultate zadnje vježbe usmeno prezentiraju pred voditeljem praktikuma, koji ih pritom dodatno ispituje i zaključuje konačnu ocjenu. Težinski udio pojedinih faktora u konačnoj ocjeni je: usmena odgovaranja 30%, pismena izvješća 40%, završna prezentacija 30%.</p>
<p><b>LITERATURA:</b> Pripreme za vježbe, za internu upotrebu Udžbenici za Opće fizike 1, 2, 3 i 4</p>



NAZIV KOLEGIJA: <b>Dinamička meteorologija I</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>5.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Zvezdana Bencetić Klaić</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>dr. sc. Karmen Babić</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>4</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Upoznavanje temeljnih zakona statike, dinamike i kinematike suhe i vlažne atmosfere. Sagledavanje različitih tipova atmosferskih gibanja kao posljedica fizikalnih procesa na različitim prostorno-vremenskim skalama.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Očekuje se da studenti nakon odslušanog kolegija i položenog ispita:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. imenuju sile koje djeluju na atmosferske česti te znaju izračunati njihove magnitudo</b></li> <li><b>2. razlikuju fundamentalne od prividnih sila</b></li> <li><b>3. interpretiraju članove u jednadžbama gibanja</b></li> <li><b>4. diskutiraju magnitudo članova u jednadžbama gibanja s obzirom na prostorno-vremenske razmjere gibanja te identificiraju one članove koji su na promatranoj prostorno-vremenskoj skali zanemarivi</b></li> <li><b>5. imenuju teorijske ravnotežne procese te prepoznaju kada pojedini teorijski procesi dobro aproksimiraju realne atmosferske procese</b></li> <li><b>6. razlikuju termodinamičke procese suhog od termodinamičkih procesa vlažnog zraka</b></li> </ol>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA: <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Opća saznanja o Zemlji i atmosferi.</b></li> <li><b>2. Koncept česti zraka.</b></li> <li><b>3. Tipovi ravnotežnih procesa.</b></li> <li><b>4. Procesu u suhoj atmosferi.</b></li> <li><b>5. Termodinamika suhog zraka, vodene tvari i vlažnog zraka.</b></li> <li><b>6. Mjere vlažnosti zraka.</b></li> <li><b>7. Procesu vlažnog i zasićenog zraka.</b></li> <li><b>8. Hidrostatska ravnoteža.</b></li> <li><b>9. Boussinesqova aproksimacija.</b></li> <li><b>10. Vertikalne ćelije.</b></li> <li><b>11. Fundamentalne i prividne sile.</b></li> <li><b>12. Jednadžba gibanja u sfernim koordinatama.</b></li> <li><b>13. Analiza magnituda procesa u atmosferi.</b></li> <li><b>14. Primitivne jednadžbe u sustavu s generaliziranom vertikalnom koordinatom.</b></li> <li><b>15. Primitivne jednadžbe u izobarnom, izentropskom i sigma sustavu.</b></li> </ol>		
NAČIN UČENJA: <b>Praćenje nastave te učenje iz bilješki sa nastave. Proučavanje obavezne i preporučene dodatne literature. Rješavanje domaćih zadataka. Aktivno sudjelovanje u diskusiji rezultata domaćih zadaća.</b>		

**METODE POUČAVANJA:**

**Predavanja. Vježbe. Zadavanje samostalnih zadataka. Korištenje internetskih stranica. Korištenje intraneta. Konzultacije.**

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Pohađanje predavanja i vježbi te izrada domaćih zadaća.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Redovito pohađanje redovito pohađanje nastave, redovita izrada domaćih zadaća te pristupanje kolokviju.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Nakon ispunjenih uvjeta za potpis pristupa se pismenom ispitu. Nakon položenog pismenog ispita polaže se usmeni ispit.**

**LITERATURA:**

**Holton, J. R., 2004: An introduction to dynamic meteorology. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 535 str.**

<b>NAZIV KOLEGIJA: Računarstvo i numerička matematika</b>		
<b>GODINA STUDIJA: III.</b>		
<b>SEMESTAR STUDIJA: 5.</b>		
<b>OBLIK NASTAVE</b>	<b>IZVOĐAČ</b>	<b>SATI TJEDNO</b>
predavanja	<b>prof. dr. sc. Zoran Pasarić</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>dr. sc. Ivan Güttler</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
<b>ECTS BODOVI: 3</b>		
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> <b>Osposobiti studenta za osnovno korištenje Linux-a, Python-a i Fortrana, te za upotrebu osnovnih metoda numeričke matematike korištenjem računala.</b>		
<b>ISHODI UČENJA:</b> <b>Studenti će moći:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. navesti osnovne značajke operacijskog sustava GNU/Linux-a, računalnog sustava Python-a te programskog jezika Fortran-a</b></li> <li><b>2. upotrijebiti Linux, Python i Fortran na osnovnoj razini</b></li> <li><b>3. usporediti i objasniti grešku zaokruživanja i grešku odsjecanja</b></li> <li><b>4. izračunati vrijednost polinoma te sumu reda funkcija i identificirati moguće probleme u računu</b></li> <li><b>5. primjeniti metodu najmanjih kvadrata kod aproksimacije funkcija</b></li> <li><b>6. numerički izračunati derivaciju i integral funkcije te procijeniti veličinu pogreške</b></li> </ol>		
<b>NASTAVNI SADRŽAJ:</b> <b>Kratki pregled operacijskog sustava GNU/Linux te Python-a i Fortrana, greške u numeričkom računanju (tipovi grešaka i aritmetika s pomičnom točkom), izvrednjavanje polinoma i njihovih derivacija, sumiranje redova, rekurzije, aproksimacije funkcija (polinomna interpolacija, Čebiševljeva aproksimacija, Fourierova aproksimacija), metoda najmanjih kvadrata, ortogonalne baze, globalno i lokalno izgladivanje, numeričko deriviranje, numeričko integriranje (Newton-Cotesove i Gaussove integracijske formule).</b>		
<b>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. - 2. Uvod u operacijski sustav Linux: Osnovni principi, datotečni sustav, jezgra i ljuska, naredbe, standardni ulaz te izlaz, preusmjeravanje, prava pristupa</b></li> <li><b>3. - 4. Uvod u programski sustav Python: Motivacija, povijest, interaktivno radno okruženje, objekti, osnovne kolekcije, funkcije, moduli i paketi, polja i matrice, znanstveno računanje i crtanje</b></li> <li><b>5. - 6. Pregled programskog jezika Fortran 90: Motivacija, tipovi podataka, operacije i polja, procedure, moduli</b></li> <li><b>7. Pogreške u numeričkom računanju, brojevni sustav i aritmetika s pomičnom točkom, katastrofalni gubitak značajnosti, Hronerov algoritam</b></li> <li><b>8. Tročlane rekurzije: svojstva i posljedice kod izračuna članova te primjene na sumiranje redova funkcija, Millerov algoritam</b></li> <li><b>9. Pregled nekih rezultata iz matematičke analize, Taylorov polinom, Lagrangeova i baricentrička forma interpolacijskog polinoma</b></li> </ol>		

<p><b>10. Newtonova forma interpolacijskog polinoma i ocjena pogreške, utjecaj rasporeda čvorova i veza s Chebishevljevim polinomima</b></p> <p><b>11. Aproksimacije funkcija: L2- i max-norma, vektorski i unitarni prostori, ortonormirane baze, problem najmanje udaljenosti u unitarnom prostoru, apstraktni problem najbolje aproksimacije</b></p> <p><b>12. Primjene: Aproksimacija polinomom (Chebishevljevi i Legendreovi polinomi), trigonometrijskim funkcijama (Fourierovi redovi), te diskretne aproksimacije.</b></p> <p><b>13. Numeričko deriviranje, Richardsonova ekstrapolacija i formule višeg reda točnosti</b></p> <p><b>14. Numeričko integriranje, osnovne i produljene formule, ocjena pogreške</b></p> <p><b>15. Ponavljanje i uvježbavanje gradiva</b></p>
<p><b>NAČIN UČENJA:</b>  <b>Slušanje predavanja, proučavanje bilježaka i literature. Analiziranje primjera i rješavanje zadataka na računalu. Samostalno rješavanje domaćih zadaća.</b></p>
<p><b>METODE POUČAVANJA:</b>  <b>Izlaganje, rasprava. Vježbanje u računalnom praktikumu.</b></p>
<p><b>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:</b>  <b>Četiri domaće zadaće, dva kolokvija, pismeni i usmeni ispit.</b></p>
<p><b>UVJETI ZA POTPIS:</b>  <b>Redovno pohađanje nastave. predane i s barem 50% riješene sve domaće zadaće.</b></p>
<p><b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b>  <b>Pismeni (pismenog dijela ispita mogu biti oslobođeni studenti koji polože sve kolokvije) i usmeni ispit.</b></p>
<p><b>LITERATURA:</b>  <b>Z. Drmač, M. Marušić, M. Rogina, S. Singer, S. Singer: Numerička analiza, skripta na Internetu, 2003/2004.</b>  <b>J. H. Mathews, K. D. Fink: Numerical Methods using Matlab, Prentice Hall, New Jersey, 2004.</b>  <b>W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery: Numerical Recipes in Fortran 90, electronic edition (<a href="http://www.nrbook.com/nr3/">http://www.nrbook.com/nr3/</a>).</b>  <b>M. Metcalf, J. Reid: FORTRAN 90/95 Explained, Oxford Univ. Press, 1999.</b>  <b>T. M. R. Ellis, I. R. Philips, T. M. Lahey: Fortran 90 Programming, Addison-Wesley, 1996.</b>  <b>Z. Kalafatić, A. Pošćić, S. Šegvić, j. Šribar: Python za znatiželjne, Element, 2016.</b>  <b>Gaël Varoquaux i dr.: Scipy, Lecture Notes, <a href="http://www.scipy-lectures.org">www.scipy-lectures.org</a>, 2017.</b></p>

NAZIV KOLEGIJA: <b>Statističke metode u geofizici</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>6.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Zoran Pasarić</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>prof. dr. sc. Zoran Pasarić</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>3</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Osposobiti studenta za primjenu osnovnih statističkih metoda u geofizičkom kontekstu i za kritičku prosudbu dobivenih rezultata.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Studenti će moći:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. definirati i diskutirati osnovne vjerojatnosne pojmove</li> <li>2. razlikovati vrste slučajnih varijabli i opisati njihova svojstva</li> <li>3. primijeniti matematičko očekivanje u konkretnim problemima</li> <li>4. povezati nezavisnost slučajnih varijabli s intuitivnim pojmom nezavisnosti</li> <li>5. povezati svojstva slučajnih varijabli sa statističkim obilježjima skupa podataka objasniti i primijeniti metode za procjenu parametara</li> <li>6. definirati i prepoznati primjenjivost teorijskih razdioba vjerojatnosti</li> <li>7. kritički primjenjivati statističke testove</li> <li>8. obrazložiti i primijeniti metodu linearne regresije koristeći geometrijsku intepretaciju</li> </ol>		
NASTAVNI SADRŽAJ: <b>Osnove vjerojatnosti, uvjetna vjerojatnost, Bayesov teorem, Bayesov faktor, perzistencija kao uvjetna vjerojatnost. Slučajne varijable i vektori, matematičko očekivanje, združene, marginalne i uvjetne razdiobe, nezavisnost. Osnovna statistička obilježja skupa podataka. Statistika za opis razdiobe čestina, metode procjene parametara. Neke teorijske razdiobe i njihova primjena u geofizici. Testiranje hipoteza. Međuzavisnost slučajnih varijabli, obična i višestruka regresija, geometrijska interpretacija, bivarijantna normalna razdioba. Osnove analize vremenskih nizova. Ispitivanje homogenosti podataka.</b>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Osnove vjerojatnosti, uvjetna vjerojatnost, nezavisnost događaja, Bayesov teorem, Bayesov faktor</li> <li>2. Perzistencija kao uvjetna vjerojatnost, slučajne varijable, funkcija distribucije za kontinuirane i zakon razdiobe za diskretne varijable</li> <li>3. Kvantili, matematičko očekivanje, momenti, računanje s očekivanjem, Chebishevljeva nejednakost, slučajni vektori, funkcija gustoće za kontinuirane i zakon razdiobe za diskretne vektore, marginalne razdiobe</li> <li>4. Uvjetne gustoće, nezavisnost slučajnih varijabli, karakterizacija nezavisnosti preko združene i marginalnih gustoća, kovarijanca, odnos nezavisnosti i nekoreliranosti</li> <li>5. Osnovna statistička obilježja skupa podataka: numerička obilježja, grafovi, empirijske razdiobe</li> </ol>		

6. Prilogaodba teorijske razdiobe empirijskoj razdiobi čestina, metoda momenata, metoda maksimalne vjerodostojnosti
7. Binomna, Poissonova i negativna binomna razdioba
8. Normalna razdioba, centralni granični teorem, eksponencijalna, gama, beta i  $\chi^2$ -razdioba
9. Razdioba ekstremnih vrijednosti, postulat stabilnosti, povratne vrijednosti, opća razdioba ekstrema, bivarijantna normalna razdioba
10. Provjera statističkih hipoteza: Struktura statističkog testa, pogreške prve i druge vrste, testovi za srednjak i varijancu
11. Testiranje dobrote prilagodbe teorijske razdiobe empirijskoj razdiobi čestina, testiranje nezavisnosti u tablici kontingencije
12. Međuzavisnost slučajnih varijabli, linearna regresija i korelacija, geometrijska interpretacija obične linearne regresije
13. Višestruka linearna regresija, geometrijska interpretacija, parcijalna korelacija, linearna regresija i bivarijantna normalna razdioba
14. Testiranje značajnosti koeficijenta korelacije, ispitivanje relativne homogenosti dvaju nizova, Spearmanov test ranga i test sljedova
15. Ponavljanje i uvježbavanje gradiva

**NAČIN UČENJA:**

Slušanje predavanja, proučavanje bilježaka i literature. Analiziranje primjera i rješavanje zadataka. Samostalno rješavanje domaćih zadaća uz korištenje manjih skupova realnih podataka.

**METODE POUČAVANJA:**

Izlaganje, rasprava. Zadaci za samostalno rješavanje.

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

Domaće zadaće, dva kolokvija, pismeni i usmeni ispit.

**UVJETI ZA POTPIS:**

Redovito pohađanje nastave, predane i po potrebi dorađene sve domaće zadaće.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Pismeni (pismenog dijela ispita mogu biti oslobođeni studenti koji polože sve kolokvije) i usmeni ispit.

**LITERATURA:**

Wilks, D.S.: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences, Academic Press, New York, 2011.

Penzar B., B. Makjanić: Osnovna statistička obrada podataka u klimatologiji, Sveučilište u Zagrebu, 1978.

NAZIV KOLEGIJA: <b>Fizička oceanografija II</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>6.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Mirko Orlić</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>dr. sc. Maja Bubalo</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>5</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Osposobiti studente za analizu podataka kojima je dokumentirano gibanje u moru, za opis prostorne i vremenske raspodjele struja te valne dinamike u svjetskim morima i oceanima te za elementarno modeliranje gibanja.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Studenti će moći:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. analizirati podatke o strujama te o kolebanju morske razine,</b></li> <li><b>2. opisati strujanje i valnu dinamiku svjetskih mora i oceana,</b></li> <li><b>3. identificirati uzroke prostornoj promjenjivosti i vremenskoj varijabilnosti gibanja,</b></li> <li><b>4. riješiti jednadžbe gibanja i kontinuiteta koje opisuju gibanje mora.</b></li> </ol>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Kvazistacionarno strujanje: geostrofički i hidrostatički model u x-y-z, x-y-D i x-y-p sustavu.</b></li> <li><b>2. Jednadžba termičkog vjetra, odnos izobarnih i izopikničkih ploha, barotropno i baroklino polje masa.</b></li> <li><b>3. Opća cirkulacija mora i oceana.</b></li> <li><b>4. Ekmanov model vjetrovnog strujanja: struje potiska.</b></li> <li><b>5. Ekmanov model vjetrovnog strujanja: struje nagiba.</b></li> <li><b>6. Ekmanov model vjetrovnog strujanja: relativne struje.</b></li> <li><b>7. Jednostavan difuzijski model termohalinog strujanja.</b></li> <li><b>8. Kratkoperiodički valovi u moru: opće rješenje.</b></li> <li><b>9. Kratkoperiodički valovi u moru: model valova u dubokoj i plitkoj vodi i njegova primjena u interpretaciji mrtvog mora i tsunamija.</b></li> <li><b>10. Dugoperiodički valovi u moru: polazne jednadžbe u f-ravnini i <math>\beta</math>-ravnini.</b></li> <li><b>11. Dugoperiodički valovi u moru: model težinsko-inercijalnih valova i njegova primjena u interpretaciji seša i inercijalnih oscilacija.</b></li> <li><b>12. Dugoperiodički valovi u moru: model Rossbyjevih valova i njegova primjena u interpretaciji mezoskalnih procesa.</b></li> <li><b>13. Prisilni valovi u moru: morske mijene (sila uzročnica, opis pojave, ravnotežni model).</b></li> <li><b>14. Prisilni valovi u moru: olujni uspori (tlak zraka i vjetar, opis pojave, inverzni barometarski efekt i ravnotežni vjetrovni uspor).</b></li> <li><b>15. Prisilni valovi u moru: godišnje oscilacije (površinski protoci topline i vlage, opis pojave, jednostavan model).</b></li> </ol>		

<p><b>U okviru vježbi analiziraju se i prikazuju vremenski nizovi struja i morske razine. Osim toga, vremenski se nizovi podvrgavaju filtriranju i spektralnoj analizi.</b></p>
<p><b>NAČIN UČENJA:</b>  <b>Slušanje izlaganja te proučavanje bilježaka i literature. Analiza podataka (vremenski nizovi struja i morske razine).</b></p>
<p><b>METODE POUČAVANJA:</b>  <b>Izlaganje i diskusija. Postavljanje zadataka zasnovanih na podacima prikupljenima ponajprije u Jadranu.</b></p>
<p><b>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:</b>  <b>Pohađanje nastave, domaće zadaće, pismeni i usmeni ispit.</b></p>
<p><b>UVJETI ZA POTPIS:</b>  <b>Redovito pohađanje nastave, izrada domaćih zadaća.</b></p>
<p><b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b>  <b>Pismeni i usmeni ispit.</b></p>
<p><b>LITERATURA:</b>  <b>Bowden K. F.: Physical Oceanography of Coastal Waters, Ellis Horwood, Chichester, 1983.</b>  <b>Cushman-Roisin B. and J.-M. Beckers: Introduction to Geophysical Fluid Dynamics, Second Edition, Elsevier, Amsterdam, 2011.</b>  <b>Knauss J. A.: Introduction to Physical Oceanography, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1996.</b>  <b>Open University Course Team: Ocean Circulation, Second Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001.</b>  <b>Open University Course Team: Waves, Tides and Shallow-Water Processes, Second Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.</b>  <b>Pond S. and G. L. Pickard: Introductory Dynamical Oceanography, Third Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1997.</b>  <b>Stewart R. H.: Introduction to Physical Oceanography, Department of Oceanography Texas A&amp;M University, 2003 (<a href="http://oceanworld.tamu.edu/home/course_book.htm">http://oceanworld.tamu.edu/home/course_book.htm</a>).</b></p>



NAZIV KOLEGIJA: <b>Seizmologija II</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>6.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Marijan Herak</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>mr. sc. Ines Ivančić, pred.</b>	<b>2</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>5</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Razumijevanje generiranja, rasprostiranja i osnovnih svojstava prostornih i površinskih valova potresa u jednostavnim modelima.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Studenti mogu nakon položenog ispita iz kolegija Seizmologija II:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. definirati osnovne vrste elastičkih valova i njihova svojstva,</b></li> <li><b>2. primijeniti Helmholtzov teorem pri rješavanju Navierove jednadžbe,</b></li> <li><b>3. razlikovati tri osnovne vrste gibanja (P, SV, SH) i definirati ih,</b></li> <li><b>4. razlikovati i definirati homogene i nehomogene valove,</b></li> <li><b>5. definirati rubne uvjete i izvesti koeficijente refleksije i konverzije za P-SV valove na slobodnoj površini,</b></li> <li><b>6. definirati rubne uvjete i izvesti koeficijente refleksije i loma za SH valove na granici dva sredstva,</b></li> <li><b>7. definirati rubne uvjete i izvesti periodske jednadžbe za površinske valove u najjednostavnijem modelu Zemlje; diskutirati periodsku jednadžbu za Loveove valove te argumentirati postojanje modova i disperzije,</b></li> <li><b>8. analizirati i izračunati svojstvene funkcije za Rayleigheve valove u homogenom poluprostoru,</b></li> <li><b>9. opisati osciliranje čestica Rayleighevih valova na slobodnoj površini poluprostora,</b></li> <li><b>10. definirati faznu i grupnu brzinu, te izračunati jednu iz druge.</b></li> </ol>		
NASTAVNI SADRŽAJ: <b>Osnove teorije elastičnosti (repetitorij). Navierova jednadžba gibanja i valna jednadžba te njihovo rješavanje: Helmholtzov teorem, elastički potencijali, P, SV, SH-valovi. Fourierov princip superpozicije. Snellov zakon, parametar staze vala. Refleksija na slobodnoj površini: konverzija faza, koeficijenti refleksije i konverzije, matrica raspršenja. Nehomogeni valovi. Rayleighevi valovi u poluprostoru, pomaci čestica, svojstvene funkcije. Loveovi valovi u sloju iznad poluprostora, periodska jednadžba, disperzija, modovi. Fazna i grupna brzina.</b>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:		
<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Osnove teorije elastičnosti (repetitorij), I.</b></li> <li><b>2. Osnove teorije elastičnosti (repetitorij), II.</b></li> <li><b>3. Navierova jednadžba gibanja i valna jednadžba te njihovo rješavanje I: Helmholtzov teorem.</b></li> <li><b>4. Navierova jednadžba gibanja i valna jednadžba te njihovo rješavanje II: elastički potencijali, P, SV, SH-valovi.</b></li> </ol>		

<ol style="list-style-type: none"> <li>5. <b>Fourierov princip superpozicije.</b></li> <li>6. <b>Snellov zakon loma, parametar staze vala.</b></li> <li>7. <b>Refleksija na slobodnoj površini I: konverzija faza.</b></li> <li>8. <b>Refleksija na slobodnoj površini II: koeficijenti refleksije i konverzije, matrica raspršenja.</b></li> <li>9. <b>Nehomogeni valovi.</b></li> <li>10. <b>Rayleighejevi valovi u poluprostoru I: pomaci čestica.</b></li> <li>11. <b>Rayleighejevi valovi u poluprostoru II: svojstvene funkcije.</b></li> <li>12. <b>Loveovi valovi u sloju iznad poluprostora I: periodska jednadžba.</b></li> <li>13. <b>Loveovi valovi u sloju iznad poluprostora II: disperzija, modovi.</b></li> <li>14. <b>Fazna i grupna brzina.</b></li> <li>15. <b>Kolokvij.</b></li> </ol>
<p><b>NAČIN UČENJA:</b>  <b>Slušanje izlaganja, proučavanje bilježaka i literature. Izvod jednadžbi i analiza primjera.</b></p>
<p><b>METODE POUČAVANJA:</b>  <b>Izlaganje, diskusija. Izvodi jednadžbi. Rješavanje zadataka.</b></p>
<p><b>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:</b>  <b>Domaće zadaće, kolokvij i usmeni ispit.</b></p>
<p><b>UVJETI ZA POTPIS:</b>  <b>Prisustvovanje nastavi, domaća zadaća.</b></p>
<p><b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b>  <b>Kolokvij i usmeni. Konačna ocjena iz kolegija Seizmologija II dobiva se kao srednjak ocjena iz kolokvija ili pismenog ispita te usmenog ispita.</b>  <b>(Studentima koji iz kolokvija dobiju ocjenu 5, ocjena će se priznati kao konačna ocjena kolegija.</b>  <b>Studentima koji iz kolokvija dobiju ocjene 2, 3 i 4 one će im se priznati kao ocjene iz pismenog ispita te studenti moraju pristupiti samo usmenom dijelu ispita. Konačna ocjena kolegija će biti generirana kao srednjak ocjena kolokvija i usmenog ispita.</b>  <b>Studenti koji nisu zadovoljni ocjenom na kolokviju, mogu pristupiti pismenom ispitu i tada će im ukupna ocjena pismenog ispita biti srednjak ocjena kolokvija i pismenog, a konačna ocjena kolegija će biti srednjak ukupne ocjene pismenog ispita i ocjene usmenog dijela ispita.)</b>  <b>Studenti koji neopravdano izostanu s kolokvija, dobivaju ocjenu 1 iz kolokvija te moraju izaći na pismeni ispit, a ukupna ocjena pismenog ispita će im biti srednjak ocjena kolokvija i ocjene iz pismenog dijela ispita. Konačna ocjena kolegija računat će se kao i u prethodna dva slučaja.)</b></p>
<p><b>LITERATURA:</b>  <b>Aki, K., P. G. Richards: Quantitative Seismology, 2nd edition, University Science Books, Sausalito, California, 2002.</b>  <b>Stein, S. and M. Wysession: An introduction to Seismology, Earthquakes and Earth structure, Blackwell Publ., 2003.</b>  <b>Lay, T., T. C. Wallace: Modern Global Seismology, Academic Press, San Diego, 1995.</b>  <b>Udias, A.: Principles of Seismology, Cambridge University Press, United Kingdom, 1999.</b>  <b>Ben-Menahem, A., S. J. Singh: Seismic waves and sources, Springer Verlag, New York – Heidelberg – Berlin, 1981.</b></p>

NAZIV KOLEGIJA: <b>Napredni fizički praktikum II</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>6.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>doc. dr. sc. N. Novosel</b>	<b>0</b>
vježbe		<b>4</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>3</b>		
<p>CILJ KOLEGIJA:</p> <p>Izvođenjem naprednih laboratorijskih vježbi, studenti će upoznati složenije aspekte eksperimentalnog rada, koji je neizostavni dio istraživanja u fizici. Znanje stečeno na predavanjima iz opće fizike studenti će produbiti eksperimentalnim radom na pojedinim problemima, pridoseći dubljem razumijevanju pojedinih tema i stjecanju eksperimentalnog iskustva. Upoznat će se i uvježbati u samostalnom korištenju naprednih uređaja za mjerenje fizičkih veličina te u sklapanju aparature s ciljem eksperimentalnog istraživanja. Na naprednom fizičkom praktikumu studenti imaju veliku samostalnost u rješavanju zadataka, te svaku vježbu rade u dva uzastopna termina, što im omogućuje da nakon prvih eksperimentalnih rezultata formiraju radnu hipotezu koju poslije daljnjim mjerenjima mogu potvrditi ili pobiti. Ovakvim načinom rada razvit će se sposobnost cjelovitog rješavanja problema u budućem istraživačkom radu.</p>		
<p>ISHODI UČENJA:</p> <p>Po završetku kolegija, student će biti sposoban:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. samostalno koristiti mjerne uređaje i aparature iz područja mehanike, elektromagnetizma, optike, termodinamike i kvantne fizika, za izvođenje složenih pokusa;</li> <li>2. analizirati mjerene podatke primjenom statističkih metoda te grafički prikazati rezultate;</li> <li>3. predstaviti rezultate svog rada u obliku pismenog izvješća, koje je strukturirano kao znanstveni rad, te kratkog usmenog izvješća, koje je strukturirano kao predavanje na znanstvenoj konferenciji;</li> <li>4. povezati teorijska znanja s izvođenjem vježbe i funkcioniranje sastavnih dijelova aparature;</li> <li>5. generalizirati rezultate mjerenja te ih kritički preispitati i tumačiti u svjetlu poznate teorije.</li> </ol>		
<p>NASTAVNI SADRŽAJ:</p> <p>Studenti samostalno izvode 5 od sljedećih 10 vježbi:</p> <p>Slobodno i prisilno titranje: Koristeći torziona njihalo s gušenjem i pubudom, studenti proučavaju ponašanje slobodnog oscilatora, gušenog oscilatora, te gonjenog i gušenog oscilatora.</p> <p>Spregnuta njihala: Studenti proučavaju pojave kod titranja spregnutih njihala: titranje u fazi, titranje u protufazi, te režim udara.</p>		

**Stefan-Boltzmannov zakon zračenja:** Studenti pomoću Mollovog termočlanka i žarulje s žarnom niti eksperimentalno utvrđuju ovisnost energetske egzitancije o temperaturi tijela, te uspoređuju opažanja sa Stefan-Boltzmannovim zakonom.

**Franck-Hertzov eksperiment:** Studenti provode Franck-Hertzov eksperiment na aparaturi s neonskom cijevi.

**Magnetska susceptibilnost tekućina:** Studenti mjere magnetsku susceptibilnost otopina s različitim koncentracijama paramagnetskih soli.

**Fotoefekt i Planckova konstanta. Polarizacija svjetlosti:** Studenti pomoću fotoelektričnog efekta određuju vrijednost Planckove konstante. U drugom dijelu vježbe koriste linearne polarizatore i  $\lambda/4$  pločice za polariziranje svjetlosti.

**Maxwell-Boltzmannova raspodjela brzina:** Studenti koriste aparaturu za simuliranje termodinamičkih pojava pomoću staklenih kuglica za proučavanje raspodjele brzina.

**Kaotične oscilacije u električnom titrajnom krugu:** Studenti proučavaju nastanak kaotičnih oscilacija u električnom titrajnom krugu s nelinearnim elementom (diodom).

**Mjerenje malih otpora:** Studenti uče mjeriti električni otpor metodom četiri kontakta, te van der Pauw metodom.

**Skin efekt:** Studenti mjere debljinu vodljivog sloja (skina) u metalnim šipkama.

**Svaku vježbu studenti izrađuju u dva uzastopna termina.**

**NAČIN UČENJA:**

Studenti se moraju pripremiti za rad prije dolaska na zadanu vježbu. U praktikumu samostalno sklapaju aparaturu i vrše mjerenja. Na drugom terminu ponavljaju mjerenja i/ili vrše dodatna mjerenja te usmeno odgovaraju. Pismeno izvješće (referat) predaju prilikom slijedećeg dolaska na praktikum. Na kraju praktikuma rezultate zadnje vježbe usmeno prezentiraju pred voditeljem praktikuma.

**METODE POUČAVANJA:**

**Laboratorij**

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Referati, kolokviji, usmeni ispit.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Izrađene sve vježbe, referati i održan seminar.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Tijekom nastave studenti usmeno odgovaraju na svakoj vježbi te predaju pismeno izvješće nakon svake vježbe koje se također ocjenjuje. Na kraju praktikuma asistenti zaključuju konačne ocjene iz usmenog odgovaranja te pismenih izvješća. Studenti rezultate zadnje vježbe usmeno prezentiraju pred voditeljem praktikuma, koji ih pritom dodatno ispituje i zaključuje konačnu ocjenu. Težinski udio pojedinih faktora u konačnoj ocjeni je: usmena odgovaranja 30%, pismena izvješća 40%, završna prezentacija 30%.

**LITERATURA:**

**Pripreme za vježbe, za internu upotrebu**

**Udžbenici za Opće fizike 1, 2, 3 i 4**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Dinamička meteorologija II</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>6.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>prof. dr. sc. Zvezdana Bencetić Klaić</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>dr. sc. Karmen Babić</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>4</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Upoznavanje temeljnih zakona statike, dinamike i kinematike suhe i vlažne atmosfere. Sagledavanje različitih tipova atmosferskih gibanja kao posljedica fizikalnih procesa na različitim prostorno-vremenskim skalama.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Očekuje se da studenti nakon odslušanog kolegija i položenog ispita:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. prepoznaju različita ravnotežna atmosferska strujanja te identificiraju razloge zbog kojih se takva strujanja međusobno razlikuju</b></li> <li><b>2. razlikuju atmosferske poremećaje u polju tlaka te ih kategoriziraju prema (ne)amplifikaciji amplitude poremećenja</b></li> <li><b>3. prepoznaju različite cirkulacijske ćelije u atmosferi te diskutiraju razloge njihovog nastanka</b></li> <li><b>4. razlikuju barotropne od baroklinih stanja atmosfere</b></li> <li><b>5. identificiraju strujanja i procese povezane s barotropnim, odnosno baroklinim stanjima atmosfere</b></li> <li><b>6. interpretiraju uzroke i strukturu opće cirkulacije atmosfere</b></li> </ol>		
PLAN I PROGRAM KOLEGIJA: <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Prirodni koordinatni sustav, gradijentsko, geostrofičko, ciklostrofičko i inercijalno strujanje u prirodnom koordinatnom sustavu.</b></li> <li><b>2. Trajektorije i strujnice u prirodnom koordinatnom sustavu.</b></li> <li><b>3. Kelvinom cirkulacijski teorem. Bjerknesov cirkulacijski teorem.</b></li> <li><b>4. Barotropnost, baroklinost, solenoidi, termalni vjetar.</b></li> <li><b>5. Jednadžba vrtložnosti.</b></li> <li><b>6. Očuvanje apsolutne vrtložnosti.</b></li> <li><b>7. Plitki fluid. Potencijalna vrtložnost.</b></li> <li><b>8. Zavjetrinska ciklogeneza.</b></li> <li><b>9. Jednadžba divergencije.</b></li> <li><b>10. Helmholtzov teorem.</b></li> <li><b>11. Jednadžba ravnoteže.</b></li> <li><b>12. Rossbyjevi valovi u geostrofičkoj atmosferi</b></li> <li><b>13. Rossbyjevi valovi u kvazigeostrofičkoj atmosferi.</b></li> <li><b>14. Rossbyjev radijus deformacije. Osnove opće cirkulacije atmosfere.</b></li> <li><b>15. Zonalni idneks. Fultzovi eksperimenti.</b></li> </ol>		

**NAČIN UČENJA:**

**Praćenje nastave te učenje iz bilješki sa nastave. Proučavanje obavezne i preporučene dodatne literature. Rješavanje domaćih zadataka. Aktivno sudjelovanje u diskusiji rezultata domaćih zadaća.**

**METODE POUČAVANJA:**

**predavanja. Vježbe. Zadavanje samostalnih zadataka. Korištenje internetskih stranica. Korištenje intraneta. Konzultacije.**

**NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:**

**Pohađanje predavanja i vježbi te izrada domaćih zadaća.**

**UVJETI ZA POTPIS:**

**Redovito pohađanje redovito pohađanje nastave, redovita izrada domaćih zadaća te pristupanje kolokviju.**

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

**Nakon ispunjenih uvjeta za potpis pristupa se pismenom ispitu. Nakon položenog pismenog ispita polaže se usmeni ispit.**

**LITERATURA:**

**Holton, J. R., 2004: An introduction to dynamic meteorology. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 535 str.**

NAZIV KOLEGIJA: <b>Seizmometrija</b>		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>6.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>doc. dr. sc. Josip Stipčević</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>Tomislav Fiket, mag. phys.-geophys.</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
ECTS BODOVI: <b>2</b>		
<p>CILJ KOLEGIJA:  <b>Naučiti studenta značenju prijenosnih funkcija i funkcija frekventnih odziva, koje se koriste općenito u mjeriteljstvu, te izvođenje praktičnog mjerenja u svrhu njihova određivanja za razne elektromagnetske seizmografe i njegove komponente. Također se uči teorija i dijelovi inercijalnog seizmografa, te opis funkcije modernih, elektroničkih, širokopojasnih, digitalnih seizmografa.</b></p>		
<p>ISHODI UČENJA:  <b>Nakon položenog ispita iz kolegija Seizmometrije student će moći:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. opisati i analizirati odzive (karakteristike) dinamičkih mjernih sustava,</b></li> <li><b>2. odrediti prijenosne funkcije i frekventne karakteristike RC-kruga, seizmografa pomoću Laplaceova i Fourierova transformacija i poopćiti ih na bilo koji sustav n-tog reda,</b></li> <li><b>3. analizirati sustav pomoću polova i nula prijenosne funkcije,</b></li> <li><b>4. složiti elektromagnetski seizmograf iz komponenata, mjerenjem ga kalibrirati za niz frekvencija;</b></li> <li><b>5. računati i grafički prikazati izmjereni frekventni odziv; na temelju tog grafa analizirati radno područje instrumenta.</b></li> </ol>		
<p>NASTAVNI SADRŽAJ:  <b>Seizmograf kao mjerni sustav. Karakteristike statičkih i dinamičkih mjernih sustava (prijenosna funkcija i funkcija frekventnog odziva, nule i polovi). Mehanički seizmograf (jednadžba indikatora, dinamičko povećanje, dijelovi i konstrukcije), elektromehanički seizmograf (dinamičke karakteristike, dijelovi i konstrukcije). Praktično mjerenje i računanje frekventnog odziva seizmografa, širokopojasni seizmografi. Akcelerografi. Vrijeme i GPS.</b></p>		
<p>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Seizmograf kao mjerni sustav,</b></li> <li><b>2. Karakteristike statičkih mjernih sustava,</b></li> <li><b>3. Karakteristike dinamičkih mjernih sustava,</b></li> <li><b>4. Prijenosna funkcija,</b></li> <li><b>5. Funkcija frekventnog odziva,</b></li> <li><b>6. Odziv na Delta i H-funkciju,</b></li> <li><b>7. Nule i polovi,</b></li> <li><b>8. Mehanički seizmograf (dijelovi i konstrukcije),</b></li> <li><b>9. Jednadžba indikatora,</b></li> </ol>		

<p>10. Dinamičko povećanje,  11. elektromehanički seizmograf (dinamičke karakteristike, dijelovi i konstrukcije),  12. Širokopojasni seizmografi,  13. Akcelerografi,  14. Vrijeme i GPS,  15. Praktično mjerenje i računanje frekventnog odziva seizmografa.</p>
<p>NAČIN UČENJA:  <b>Slušanje izlaganja, proučavanje bilježaka i literature. Izvod jednadžbi. Praktičko slaganje instrumenta i mjerenje veličina koje slijede izvedene jednadžbe.</b></p>
<p>METODE POUČAVANJA:  <b>Izravno izlaganjem, izvodom jednadžbi i diskusijom. Samostalno rješavanje zadataka u svezi s izvodima jednadžba. Vođeno praktičko sastavljanje instrumenta iz komponenata. Samostalno sastavljanje pismenog izvješća o mjerenju i rezultatima.</b></p>
<p>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:  <b>Domaće zadaće, pisano izvješće o mjerenju i usmeni ispit.</b></p>
<p>UVJETI ZA POTPIS:  <b>Riješene domaće zadaće, obavljeno praktično mjerenje i pozitivno pismeno izvješće o mjerenju i analizi rezultata.</b></p>
<p>NAČIN POLAGANJA ISPITA:  <b>Usmeni ispit.</b></p>
<p>LITERATURA:  <b>Scherbaum, F.: Of Poles and Zeros, Kluwer Academic Publishers, Dodrecht, Nederlands 1996.</b>  <b>Šantić, A. Elektronička instrumentacija, Školska knjiga, Zagreb 1988.</b>  <b>Skoko, D.: Osnove teorije seizmografa, Institut za zemljotresno inženjerstvo i inženjerska seizmologija na Univerzitetot "Kiril i Metodij", Skopje 1981.</b></p>



<b>NAZIV KOLEGIJA: Meteorološka mjerenja</b>		
<b>GODINA STUDIJA: III.</b>		
<b>SEMESTAR STUDIJA: 6.</b>		
<b>OBLIK NASTAVE</b>	<b>IZVOĐAČ</b>	<b>SATI TJEDNO</b>
predavanja	<b>dr. sc. Antun Marki, v. pred.</b>	<b>2</b>
vježbe	<b>dr. sc. Antun Marki, v. pred.</b>	<b>1</b>
seminar		<b>0</b>
<b>ECTS BODOVI: 2</b>		
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznavanje studenata s meteorološkim mjerenjima i motrenjima pojava i stanja u atmosferi, meteorološkim instrumentima, naučiti ih povezati određene meteorološke veličine i njihove prostorno-vremenske promjene sa stanjem atmosfere i njezinim promjenama (uzročno-posljedične veze). Upoznavanje studenata s vrstama i funkcioniranjem meteoroloških mjernih uređaja.		
<b>ISHODI UČENJA:</b> Nakon odslušanog kolegija i položenog ispita studenti će moći: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. mjeriti i opažati meteorološke veličine i pojave</li> <li>2. zapisivati izmjerene veličine i opažene pojave (simbolima) u dnevnik motrenja</li> <li>3. razlikovati oblake po obliku, nastanku sastavu i visini</li> <li>4. izračunati neophodne korekcije pri određivanju tlaka zraka živinim barometrom</li> <li>5. objasniti način rada klasičnih i elektronskih meteoroloških instrumenata, meteoroloških radara i satelita</li> <li>6. objasniti razliku između klasičnih i automatskih meteoroloških stanica</li> <li>7. razlikovati dinamička i statička svojstva mjernih instrumenata</li> <li>8. razumijeti ulogu Svjetske meteorološke organizacije</li> </ol>		
<b>NASTAVNI SADRŽAJ:</b> Meteorološka mjerenja i motrenja. Vizualna opažanja meteoroloških pojava, oblaka, naoblake i jakosti vjetera. Meteorološki simboli. Meteorološki dnevnici. Prizemna i aerološka instrumentalna mjerenja u atmosferi: oborina, temperatura, tlak, vlažnost, vjetar, kratkovalno i dugovalno Sunčevo zračenje. Automatske meteorološke stanice. Daljinska i satelitska mjerenja. Razmjena i vrste meteo-informacija (karte, internet). Svjetska meteorološka organizacija (WMO).		
<b>PLAN I PROGRAM KOLEGIJA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uvod. Meteorološka mjerenja i opažanja.</li> <li>2. Nastanak i podjela oblaka. Naoblaka.</li> <li>3. Vizualna opažanja meteoroloških pojava, oblaka, naoblake i vjetera.</li> <li>4. Meteorološki simboli. Meteorološki dnevnici. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prizemna i aerološka instrumentalna mjerenja u atmosferi:</li> <li>5. Oborina</li> <li>6. Temperatura zraka i tla.</li> <li>2. 7-8. Tlaka zraka. Redukcije.</li> <li>9. Mjere vlažnosti zraka.</li> <li>10. Vjetar.</li> </ol> </li> </ol>		

<p>11. Kratkovalno i dugovalno Sunčevo zračenje.</p> <p>12. Automatske meteorološke stanice.</p> <p>13. Daljinska i satelitska mjerenja. Meteorološki radari i radarska jednadžba.</p> <p>14. Razmjena i vrste meteo-informacija (karte, internet). Svjetska meteorološka organizacija (WMO).</p> <p>15. Ponavljanje cjelokupnog gradiva.</p>
<p>NAČIN UČENJA:  <b>Slušanje izlaganja, proučavanje bilježaka, literature i materijala s internetskih stranica. Rješavanje zadataka.</b></p>
<p>METODE POUČAVANJA:  <b>Praćenje predavanja uz diskusiju. Rješavanje zadataka. Izvođenje praktičnih mjerenja i opažanja te prezentacija rezultata.</b></p>
<p>NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE:  <b>Kolokvij i usmeni ispit.</b></p>
<p>UVJETI ZA POTPIS:  <b>Redovito pohađanje nastave (nazočnost na preko 2/3 nastave). Kolokvij iz poznavanja oblaka. Jednotjedno izvođenje motrenja u grupi od po dva studenta i izvještaj /prezentacija o obavljenim motrenjima.</b></p>
<p>NAČIN POLAGANJA ISPITA:  <b>Usmeni ispit.</b></p>
<p>LITERATURA:  <b>Ludlum D. M.: National Audubon Society: Field Guide to North American Weather, Chantideer Press Inc. N.Y. 1997.</b>  <b>Houghton D. D. (ur.): Handbook of Applied Meteorology, Wiley, N.Y. 1985.</b>  <b>DHMZ: Naputak za opažanja i mjerenja na glavnim meteorološkim postajama, Zagreb, 2008.</b></p>

NAZIV KOLEGIJA: <b>Terenska nastava 1</b> (10 sati/god.)		
GODINA STUDIJA: <b>III.</b>		
SEMESTAR STUDIJA: <b>6.</b>		
OBLIK NASTAVE	IZVOĐAČ	SATI TJEDNO
predavanja	<b>dr. sc. Antun Marki, v. pred.</b>	
vježbe	<b>dr. sc. Miroslava Pasarić</b>	
seminar		
ECTS BODOVI: <b>1</b>		
CILJ KOLEGIJA: <b>Upoznati u praksi metode mjerenja oceanografskih parametara, instrumente i tehnike rada. Primijeniti i proširiti teorijska znanja stečena u okviru kolegija Fizička oceanografija 1.</b>		
ISHODI UČENJA: <b>Nakon odslušanog kolegija i položenog ispita studenti će moći:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. provesti jednostavna mjerenja hidrografskih parametara</b></li> <li><b>2. sudjelovati u složenijim mjerenjima oceanografskih parametara</b></li> <li><b>3. pripremati i organizirati terenski rad te osigurati njegovu uspješnu provedbu</b></li> <li><b>4. pokazati samostalnost u provedbi dijela terenskog rada te prepoznati važnost suradnje s kolegama</b></li> </ol>		
NASTAVNI SADRŽAJ: <b>Upoznavanje s praktičnim aspektima mjerenja razine mora klasičnim i radarskim mareografom. Izlazak na more istraživačkim brodom, demonstracija terenskog rada na brodu. Demonstracija rada hidrografskom sondom. Upotreba klasičnih instrumenata za mjerenje hidrografskih svojstava</b>		
NAČIN UČENJA: <b>Pohađanje terenske nastave</b>		
METODE POUČAVANJA: <b>Terenska nastava.</b>		
NAČIN PRAĆENJA I PROVJERE: <b>Terenski dnevnik.</b>		
UVJETI ZA POTPIS: <b>Studenti su obavezni prisustvovati svim oblicima nastave i dužni su uredno voditi terenski dnevnik, kojeg na kraju nastave predaju voditelju kolegija.</b>		
NAČIN POLAGANJA ISPITA: <b>Nakon uredno obavljenih obaveza studenti dobivaju samo potpis bez ocjene.</b>		
LITERATURA: <b>Talley, Lynne D., G.L. Pickard, W.J. Emery and J.H. Swift, 2011: Descriptive Physical Oceanography 6th edition, Elsevier, 555 pp. (<a href="http://booksite.academicpress.com/DPO/suppchapters.php">http://booksite.academicpress.com/DPO/suppchapters.php</a>)</b>		