

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Fizika atmosfere	
Studijski program	Sveučilišni diplomski studij Fizika	
Status kolegija	obvezni	
Semestar	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	7
	Broj sati (P+V+S)	30+15+15
Nositelj kolegija	Doc. dr. sc. Andreina Belušić Vozila	
Kontakt	andreina.belusicv@phy.uniri.hr	
Vrijeme i mjesto konzultacija	po dogovoru	
Suradnik na kolegiju	Dr. sc. Boris Mifka	
Kontakt	boris.mifka@phy.uniri.hr	
Vrijeme i mjesto konzultacija	po dogovoru	
Jezik izvođenje nastave	hrvatski	
Web stranica kolegija	/	
Vrijeme i mjesto izvođenja nastave	Prema rasporedu sati objavljenom na mrežnoj stranici Fakulteta za fiziku.	
Izravna (učionička) nastava	30+15+15, 100%	
Virtualna nastava	0%	
Ispitni rokovi	02.02.2027.	
	16.02.2027.	
	06.07.2027.	
	20.07.2027.	

OPIS KOLEGIJA
1.1. Ciljevi kolegija
Upoznati studente s općim zakonima fizike atmosfere, termodinamičkim modelom atmosfere, fizikalnim procesima koji utječu na pojavu vjetrova, oluja i turbulencije. Sagledati različite tipove atmosferskih gibanja kao posljedica fizikalnih procesa na različitim prostorno-vremenskim skalama. Upoznati efekt staklenika te osnovne mehanizme klimatskih promjena. Upoznati metode analize te razvoj vještina za rješavanje konkretnih problema u meteorologiji.
1.2. Uvjeti za upis kolegija
Završen preddiplomski studij.
1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij
Studenti bi ovim kolegijem trebali: - prepoznati predmet istraživanja fizike atmosfere; - objasniti osnovne parametre fizike atmosfere i načine njihovog određivanja; - vrednovati utjecaj industrijalizacije na globalne klimatske promjene; - vrednovati utjecaj industrijalizacije na atmosfersko zagađenje i zdravlje ljudi; - upoznati osnovnu eksperimentalnu opremu koja se koristi u fizici atmosfere; - objasniti osnovne analize podataka u fizici atmosfere uz korištenje odgovarajućih računalnih programa;

- povezati znanja iz različitih područja fizike;
- primijeniti znanja iz različitih područja fizike u kompleksnom modelu atmosfere.

1.4. Sadržaj kolegija

- Uvod u fiziku atmosfere. Vertikalna struktura atmosfere. Plinski zakoni. Zakoni termodinamike.
- Utjecaj Sunca na Zemljinu atmosferu. Zračenje crnog tijela. Bilanca energije. Efekt staklenika i uvod u klimatske promjene. Povratne sprege.
- Tlak i sile u atmosferi. Izvod i analiza jednadžbi gibanja.
- Zakoni očuvanja, jednadžba kontinuiteta.
- Geostrofička prilagodba. Rossby-jevi valovi i Rossby-jev radijus deformacije.
- Jednadžba vrtložnosti.
- Interni težinski valovi i Taylor-Goldstein-ova jednadžba.
- Atmosferski granični sloj i Richardson-ovi brojevi.
- Turbulencija i Reynolds-ovo usrednjavanje.
- Prognostička jednadžba turbulentne kinetičke energije.
- Model plitke vode i Boussinesq-ova aproksimacija.

1.5. Obvezna literatura

1. Holton, R.H. & Hakim G.J. An Introduction to Dynamic Meteorology. International Geophysics Series, Volume 88, 5th Ed, Academic Press, London, UK, 2012.
2. Mesinger, F. Dinamička meteorologija: analitička rešenja i numeričke metode. Građevinska knjiga, Beograd, 1976.
3. Gill, A.E. Atmosphere-Ocean Dynamics. International Geophysics Series, Volume 30, Academic Press, London, UK, 1982.
4. Tennekes, H. & Lumley, J.L.L. A First Course in Turbulence. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, and London, UK, 1972.
5. Von Storch, H. & Zwiers, F.W. Statistical Analysis in Climate Research. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1999.

1.6. Dopunska literatura

1. Andrews, D.G. An Introduction to Atmospheric Physics, Cambridge University Press, 2000.
2. Grisogono, B. & D. Belušić: Uvod u mezoskalnu meteorologiju i atmosfersku turbulenciju, skripte 2009, Geofizički odsjek PMF-a.
3. Šinik, N. & Grisogono, B. Dinamička meteorologija: Uvod u opću cirkulaciju atmosfere, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
4. Makjanić, B. Osnove meteorologije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1967.

1.7. Obveze studenata, ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu

Studenti su dužni redovito pohađati predavanja, seminare i vježbe (barem 70% i na predavanjima i na vježbama) te na vrijeme predati domaće zadaće i seminarski rad. Očekuje se aktivno sudjelovanje u nastavi (postavljanje pitanja, odgovaranje na pitanja, izlazak na ploču). Studenti su dužni položiti kolokvij (pismeni dio ispita) s numeričkim zadacima na kraju semestra te položiti pismeni dio završnog ispita.

Uvjeti za potpis

Studenti su dužni redovito pohađati predavanja i vježbe (barem 70% i na predavanjima i na vježbama) te na vrijeme predati domaće zadaće i seminarski rad. Očekuje se aktivno sudjelovanje u nastavi (postavljanje pitanja, odgovaranje na pitanja, izlazak na ploču).

Kontinuirana provjera znanja (maksimalno 40 bodova)

Tijekom nastave studenti će samostalno izraditi 3 domaće zadaće. Prva zadaća će se odnositi na odabrane izvode koji se odnose na teorijski dio kolegija. Rezultate će prezentirati na nastavi. Druga zadaća odnosit će se na testiranje svojstava shema ili mreža za numeričko modeliranje atmosfere. Za danu numeričku shemu odredit će se red točnosti te će se testirati konvergenciju i stabilnost, a za danu mrežu točaka izvesti disperzijske relacije inercijalno-težinskih valova i ispitati svojstva iste u odnosu na analitičku relaciju. Treća zadaća će biti u formi izvještaja vezanog za rezultate eksperimenta pomoću modela plitke vode, a koji će studenti izraditi na vježbama. Dobiveni kod koristit će se za simuliranje karakterističnih pojava u atmosferi (težinski i inercijalno-težinski valovi, proces geostrofičke prilagodbe, Rossbyevi valovi i transport pasivnog polutanta). Prva i treća zadaća će nositi po 10 bodova, a druga 20 bodova. Uvjet za pristupanje završnom ispitu je da studenti iz svake od tri dane zadaće ostvare po 50 % bodova

Rok za predaju svih zadaća je 2 tjedna od dana zadavanja. Nakon isteka 2 tjedna pozitivno ocijenjena zadaća može dobiti samo 50% od maksimalno predviđenog broja bodova. Maksimalno dodatno kašnjenje je 2 tjedna (ukupno mjesec dana od zadavanja zadaće). Ako student/ica nije predao/predala zadaću mjesec dana od zadavanja, smatra se da je odustao/la od kolegija i asistent nije dužan preuzeti zadaću niti je ocijeniti.

Kolokvij (maksimalno 30 bodova)

Kolokvij će se održati nakon što se održe sve vježbe. Kolokvij će biti proveden u pisanoj formi, a zadaci će biti bazirani na problemskim zadacima vezanim za jednadžbe gibanja i njihovo numeričko rješavanje. Kolokvij je uvjet za pristupanje završnom ispitu, pri čemu je potrebno ostvariti minimalno 15 bodova.

Završni ispit (maksimalno 30 bodova)

Za pristupanje završnom ispitu student tijekom nastave mora ostvariti minimalno 35 bodova (minimalno 50% za svaku zadaću i kolokvij). Završni ispit odnosi se na teoriju izloženu na predavanjima. Na završnom ispitu student/ica može maksimalno ostvariti 30 bodova, a za prolaz treba ostvariti minimalno 15 bodova.

Ako je završni ispit pozitivno ocijenjen, konačna ocjena određuje se zbrajanjem bodova prikupljenih na svim elementima koji su se procjenjivali i donosi se prema sljedećim kriterijima:

- 90 – 100 bodova A Izvrstan (5)
- 75 – 89 bodova B Vrlo dobar (4)
- 60 – 74 bodova C Dobar (3)
- 50 - 59 bodova D Dovoljan (2)

1.8. Dodatne informacije

/

POPIS TEMA PO TJEDNIMA NASTAVE

Tjedan	Oblik nastave*	Sati	Tema
1.	P	2	Informacije o kolegiju. Vertikalna struktura atmosfere. Utjecaj Sunca na Zemljinu atmosferu.
1.	P	2	Efekt staklenika i uvod u klimatske promjene.

2.	P	2	Tlak i sile u atmosferi.
2.	V	2	Jednadžbe gibanja – rješavanje primjera
3.	P	2	Izvod i analiza jednadžbi gibanja.
3.	V	2	Jednadžbe gibanja – rješavanje primjera
4.	P	2	Zakoni očuvanja, potpuni diferencijal, jednadžba kontinuiteta.
4.	V	2	Jednadžbe gibanja – rješavanje primjera
5.	P	2	Geostrofička aproksimacija
5.	S	2	Numeričko rješavanje jednadžbi gibanja
6.	P	2	Rossbyjevi valovi i Rossbyjev radijus deformacije.
6.	S	2	Numeričko rješavanje jednadžbi gibanja
7.	P	2	Jednadžba vrtložnosti.
7.	S	2	Numeričko rješavanje jednadžbi gibanja
8.	P	2	Interni težinski valovi i Taylor-Goldsteinova jednadžba.
8.	S	2	Numeričko rješavanje jednadžbi gibanja
9.	P	2	Atmosferski granični sloj i Richardsonovi brojevi.
9.	S	2	Numeričko rješavanje jednadžbi gibanja
10.	P	2	Turbulencija i Reynoldsovo usrednjavanje.
10.	S	2	Numeričko rješavanje jednadžbi gibanja
11.	P	2	Turbulencija i Reynoldsovo usrednjavanje.
11.	S	2	Numeričko rješavanje jednadžbi gibanja
12.	P	2	Prognostička jednadžba turbulentne kinetičke energije.
12.	S	1	Numeričko rješavanje jednadžbi gibanja
12.	V	1	Model plitke vode
13.	P	2	Prognostička jednadžba turbulentne kinetičke energije.
13.	V	2	Model plitke vode
14.	P	2	Završno predavanje
14.	V	2	Model plitke vode
15.	V	2	Model plitke vode
15.	V	2	Model plitke vode

*Napomena: navesti ukoliko se određeni sat/tema izvodi online

KONSTRUKTIVNO POVEZIVANJE			
ISHODI UČENJA	SADRŽAJ	AKTIVNOSTI ZA NASTAVNIKE I STUDENTE (metode poučavanja i učenja)	METODE VREDNOVANJA
Poznavati, formulirati i primjenjivati zakone, modele i	Vertikalna struktura atmosfere. Zakoni očuvanja, potpuni	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća, pismeni ispit, pismeni kolokvij)

teorije iz područja fizike atmosfere.	diferencijal, jednadžba kontinuiteta. Jednadžbe gibanja. Model plitke vode.	Rad na tekstu i multimediji (izborni e-sadržaji)	Pitanja (pismeni kolokvij, završni ispit)
Razumjeti uzroke klimatskih promjena.	Uvod u klimatske promjene.	Izlaganje Rasprava Demonstriranje pokusa Rad na tekstu i multimediji (izborni e-sadržaji)	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća, pismeni ispit, pismeni kolokvij) Pitanja (pismeni kolokvij, završni ispit)
Formulirati, opisati i numerički postaviti model efekta staklenika.	Utjecaj Sunca na Zemljinu atmosferu. Efekt staklenika.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rad na tekstu i multimediji (izborni e-sadržaji)	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća, pismeni ispit, pismeni kolokvij) Pitanja (pismeni kolokvij, završni ispit)
Imenovati i diskutirati članove u jednadžbama gibanja s obzirom na prostorno-vremenske razmjere gibanja te identificirati one članove koji su na promatranoj prostorno-vremenskoj skali zanemarivi.	Tlak i sile u atmosferi. Izvod i analiza jednadžbi gibanja.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rad na tekstu i multimediji (izborni e-sadržaji)	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća, pismeni ispit, pismeni kolokvij) Pitanja (pismeni kolokvij, završni ispit)
Prezentirati, objasniti i diskutirati utjecaj rotacije Zemlje na atmosferu.	Geostrofička aproksimacija. Rossbyjevi valovi i Rossbyjev radijus deformacije. Jednadžba vrtložnosti. Interni težinski valovi i Taylor-Goldsteinova jednadžba.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rad na tekstu i multimediji (izborni e-sadržaji)	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća, pismeni ispit, pismeni kolokvij) Pitanja (pismeni kolokvij, završni ispit)
Prepoznate granični sloj atmosfere i njegove osnovne zakonitosti.	Atmosferski granični sloj i Richardsonovi brojevi.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rad na tekstu i multimediji (izborni e-sadržaji)	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća, pismeni ispit, pismeni kolokvij) Pitanja (pismeni kolokvij, završni ispit)
Imenovati i diskutirati članove u jednadžbi turbulentne kinetičke energije.	Turbulencija i Reynoldsovo usrednjavanje. Prognostička jednadžba turbulentne kinetičke energije.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka Rad na tekstu i multimediji (izborni e-sadržaji)	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća, pismeni ispit, pismeni kolokvij) Pitanja (pismeni kolokvij, završni ispit)
Objasniti osnovne analize podataka u fizici atmosfere uz korištenje odgovarajućih računalnih programa.	Model plitke vode.	Izlaganje Rasprava Rad na tekstu i multimediji (izborni e-sadržaji)	