

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Astročestična fizika	
Studijski program	Sveučilišni diplomski studij Fizika	
Status kolegija	izborni	
Semestar	3.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	6
	Broj sati (P+V+S)	30+15+15
Nositelj kolegija	Izv. prof. dr. sc. Tomislav Terzić	
Kontakt	tterzic@phy.uniri.hr, 051 / 584 626	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Prema dogovoru, ured O-114	
Suradnik na kolegiju	/	
Kontakt	/	
Vrijeme i mjesto konzultacija	/	
Jezik izvođenje nastave	hrvatski	
Web stranica kolegija	Portal sustava Merlin (srce.hr)	
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	08.02.2027., 9:00	
	22.02.2027., 9:00	
	01.07.2027., 9:00	
	31.08.2027., 9:00	

OPIS KOLEGIJA	
1.1. Ciljevi kolegija	
Dati pregled istraživanja u području astročestične fizike. Objasniti metode istraživanja i pregled eksperimenata. Objasniti metode ubrzavanja i emisije čestica na vrlo visokim energijama.	
1.2. Uvjeti za upis kolegija	
Fizika elementarnih čestica 1; Astronomija i astrofizika 1	
1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij	
1. Objasniti fizikalne procese u kojima nastaje kozmičko zračenje, gama-zračenje i neutrini u astrofizičkim izvorima.	
2. Izračunati maksimalne dostupne energije i izvesti spektre za pojedine astrofizičke objekte i vrste čestica.	
3. Opisati propagaciju različitih vrsta čestica kroz svemir.	
4. Opisati eksperimentalne tehnike opažanja kozmičkih zraka, gama-zraka i neutrina.	
5. Navesti eksperimentalne indicije za postojanje tamne tvari i glavne kandidate za tamnu tvar.	

1.4. Sadržaj kolegija																	
Pregled astročestične fizike. Način ubrzavanja nabijenih čestica na ultrarelativističke brzine. Fermijevi procesi prvog i drugog reda. Načini nastanka i emisije gama-zraka. Sinhrotronsko zračenje i inverzno Comptonovo raspršenje. Načini nastanka i potencijalni izvori neutrina. Načini detekcije kozmičkih glasnika (messengers): kozmičkih zraka, gama-zraka, neutrina. Tamna tvar (eksperimentalni dokazi).																	
1.5. Obvezna literatura																	
M.S. Longair (2011): High energy Astrophysics																	
1.6. Dopunska literatura																	
A. de Angelis, M. Pimenta (2018): Introduction to Particle and Astroparticle Physics, 2. ed. M. Spurio (2015): Particles and Astrophysics L. Bergstroem, A. Goobar (2006): Cosmology and Particle Astrophysics, 2. ed.																	
1.7. Obveze studenata, ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu																	
SUSTAV OCJENJIVANJA <table> <tr> <th>Aktivnost koja se ocjenjuje</th><th>Udio aktivnosti u ECTS bodovima</th><th>Maximalan broj bodova</th></tr> <tr> <td>Pohađanje nastave</td><td>2,0</td><td>/</td></tr> <tr> <td>Seminarski rad</td><td>1,6</td><td>40</td></tr> <tr> <td>Kontinuirana provjera znanja</td><td>2,4</td><td>60</td></tr> <tr> <td>UKUPNO</td><td>6,0</td><td>100</td></tr> </table> OPISI AKTIVNOSTI KOJE SE OCJENJUJU Seminarski rad i prezentacija Seminarski rad sastoji se u prezentaciji znanstvenog rada iz područja astročestične fizike. Studenti sami odabiru rad s popisa ponuđenih radova. Popis se mijenja kako izlaze novi radovi. Ocjenjuje se prezentacija i diskusija rada koji student prezentira, ali i diskusija radova koje drugi studenti prezentiraju. Prezentacija nosi maksimalno 30 bodova. Diskusija radova maksimalno 10 bodova. Kolokviji / pismeni ispit Kolokviji se održavaju tijekom nastave, na sredini i na kraju semestra. Sastoje se od odgovora na pitanja i rješavanja problemskih zadataka. Studenti koji na kolokviju ne skupe dovoljno bodova, moraju izaći na završni usmeni ispit. Usmeni ispit Na usmenom ispitu, studenti usmeno odgovaraju na postavljena pitanja vezana uz gradivo obrađeno na nastavi (uključujući i seminare).			Aktivnost koja se ocjenjuje	Udio aktivnosti u ECTS bodovima	Maximalan broj bodova	Pohađanje nastave	2,0	/	Seminarski rad	1,6	40	Kontinuirana provjera znanja	2,4	60	UKUPNO	6,0	100
Aktivnost koja se ocjenjuje	Udio aktivnosti u ECTS bodovima	Maximalan broj bodova															
Pohađanje nastave	2,0	/															
Seminarski rad	1,6	40															
Kontinuirana provjera znanja	2,4	60															
UKUPNO	6,0	100															
1.8. Dodatne informacije																	
/																	

POPIS TEMA PO TJEDNIMA NASTAVE			
Tjedan	Oblik nastave*	Sati	Tema
1.	P	2	Uvod. Pregled povijesnih otkrića i razvoja astročestične fizike.
1.	V	1	

1.	S	1	
2.	P	2	Metode detekcije kozmičkih zraka, gama-zraka i neutrina.
2.	V	1	
2.	S	1	
3.	P	2	Glavni današnji eksperimenti u astročestičnoj fizici.
3.	V	1	
3.	S	1	
4.	P	2	Kozmičke zrake: nabijena komponenta zračenja. Spektar zračenja i GZK rez. Porijeklo kozmičkog zračenja.
4.	V	1	
4.	S	1	
5.	P	2	Akceleracijski mehanizmi; Fermijev mehanizam; akceleracija u udarnim valovima; primjeri. Spektar energija primarnih čestica.
5.	V	1	
5.	S	1	
6.	P	2	Izvori kozmičkih zraka.
6.	V	1	
6.	S	1	
7.	P	2	Nastanak i ubrzavanje kozmičkih zraka u relativističkim mlazovima.
7.	V	1	
7.	S	1	
8.	P	2	Mehanizmi produkcije gama-zračenja; sinkrotronsko zračenje; inverzno Comptonovo raspršenje; raspad neutralnih piona; produkcija para i anihilacija.
8.	V	1	Prvi kolokvij
8.	S	1	
9.	P	2	Astronomski izvori gama-zraka.
9.	V	1	
9.	S	1	
10.	P	2	Propagacija gama-zraka.
10.	V	1	
10.	S	1	
11.	P	2	Mehanizmi nastanka neutrina.
11.	V	1	
11.	S	1	
12.	P	2	Astronomski izvori neutrina.
12.	V	1	
12.	S	1	
13.	P	2	Astrofizika višestrukih glasnika (multi-messenger).
13.	V	1	
13.	S	1	
14.	P	2	„Nova fizika”.

14.	V	1	
14.	S	1	
15.	P	2	Tamna materija: eksperimentalni dokazi; kandidati za tamnu tvar.
15.	V	1	Drugi kolokvij.
15.	S	1	

*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
Objasniti fizikalne procese u kojima nastaje kozmičko zračenje, gama-zračenje i neutrimi u astrofizičkim izvorima.	Način ubrzavanja nabijenih čestica na ultrarelativističke brzine. Fermijevi procesi prvog i drugog reda. Načini nastanka i emisije gama-zraka. Sinhrotronsko zračenje i inverzno Comptonovo raspršenje. Načini nastanka i potencijalni izvori neutrina.	Izlaganje, rasprava, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka, samostalni rad.	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi. Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit).
Izračunati maksimalne dostupne energije i izvesti spektre za pojedine astrofizičke objekte i vrste čestica.	Način ubrzavanja nabijenih čestica na ultrarelativističke brzine. Fermijevi procesi prvog i drugog reda. Načini nastanka i emisije gama-zraka. Sinhrotronsko zračenje i inverzno Comptonovo raspršenje. Načini nastanka i potencijalni izvori neutrina.	Odabiranje i dodjeljivanje zadataka studentima: priprema literature i pitanja na koja studenti trebaju odgovoriti kako bi se pripremili za sat; priprema problemskih zadataka za samostalni rad. Rad studenata, samostalni ili grupni. Organizacija rasprave, interaktivno izlaganje, rasprava, tumačenje, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka.	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi. Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit). Usmena provjera znanja i vještina (završni usmeni ispit).
Opisati eksperimentalne tehnike opažanja kozmičkih zraka, gama-zraka i neutrina.	Načini detekcije kozmičkih glasnika (messengers): kozmičkih	Odabiranje i dodjeljivanje zadataka studentima: priprema	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi.

	zraka, gama-zraka, neutrina.	literature i pitanja na koja studenti trebaju odgovoriti kako bi se pripremili za sat; priprema problemskih zadataka za samostalni rad. Rad studenata, samostalni ili grupni. Organizacija rasprave, interaktivno izlaganje, rasprava, tumačenje, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka.	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit).
Analizirati termodinamička svojstva ranog svemira.	Veliki prasak.	Odabiranje i dodjeljivanje zadataka studentima: priprema literature i pitanja na koja studenti trebaju odgovoriti kako bi se pripremili za sat; priprema problemskih zadataka za samostalni rad. Rad studenata, samostalni ili grupni. Organizacija rasprave, interaktivno izlaganje, rasprava, tumačenje, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka.	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi. Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit).
Opisati procese u ranom svemiru i navesti eksperimentalne dokaze.	Elektromagnetsko zračenje i neutriini iz ranog svemira.	Odabiranje i dodjeljivanje zadataka studentima: priprema literature i pitanja na koja studenti trebaju odgovoriti kako bi se pripremili za sat; priprema problemskih zadataka za samostalni rad. Rad studenata, samostalni ili grupni. Organizacija rasprave, interaktivno izlaganje, rasprava, tumačenje, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka.	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi. Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit).
Navesti eksperimentalne indicije za postojanje tamne tvari i glavne kandidate za	Tamna tvar (eksperimentalni dokazi).	Odabiranje i dodjeljivanje zadataka studentima: priprema	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi.

tamnu tvar.		literature i pitanja na koja studenti trebaju odgovoriti kako bi se pripremili za sat; priprema problemskih zadataka za samostalni rad. Rad studenata, samostalni ili grupni. Organizacija rasprave, interaktivno izlaganje, rasprava, tumačenje, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka.	Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit).