

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 izvođenja 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	11.02.2025., 9:00	
	25.02.2025., 9:00	
	01.07.2025., 9:00	
	02.09.2025., 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 neutriini 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															
<p>Pregled astročestične fizike.</p> <p>Način ubrzanja nabijenih čestica na ultrarelativističke brzine. Fermijevi procesi prvog i drugog reda.</p> <p>Načini nastanka i emisije gama-zraka. Sinhrotronsko zračenje i inverzno Comptonovo raspršenje.</p> <p>Načini nastanka i potencijalni izvori neutrina.</p> <p>Načini detekcije kozmičkih glasnika (messengers): kozmičkih zraka, gama-zraka, neutrina.</p> <p>Tamna tvar (eksperimentalni dokazi).</p>															
1.5. Obvezna literatura															
M.S. Longair (2011): High energy Astrophysics															
1.6. Dopunska literatura															
<p>A. de Angelis, M. Pimenta (2018): Introduction to Particle and Astroparticle Physics, 2. ed.</p> <p>M. Spurio (2015): Particles and Astrophysics</p> <p>L. Bergstroem, A. Goobar (2006): Cosmology and Particle Astrophysics, 2. ed.</p>															
1.7. Obveze studenata, ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu															
<p>SUSTAV OCJENJIVANJA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Aktivnost koja se ocjenjuje</th> <th>Udio aktivnosti u ECTS bodovima</th> <th>Maximalan broj bodova</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table> <p>OPISI AKTIVNOSTI KOJE SE OCJENJUJU</p> <p>Seminarski rad i prezentacija</p> <p>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.</p> <p>Kolokviji / pismeni ispit</p> <p>Kolokviji se održavaju tijekom nastave, na sredini i na kraju semestra. Sastoje se od odgovora na pitanja i rješavanja problemskih zadataka.</p> <p>Studenti koji na kolokviju ne skupe dovoljno bodova, moraju izaći na završni usmeni ispit.</p> <p>Usmeni ispit</p> <p>Na usmenom ispitu, studenti usmeno odgovaraju na postavljena pitanja vezana uz gradivo obrađeno na nastavi (uključujući i seminare).</p>	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 neutrini 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,	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi. Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit). Usmena provjera znanja i vještina (završni usmeni ispit).

		rasprava, tumačenje, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka.	
Opisati eksperimentalne tehnike opažanja kozmičkih zraka, gama-zraka i neutrina.	Načini detekcije kozmičkih glasnika (messengers): kozmičkih zraka, gama-zraka, 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).
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,	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi. Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit).

		rasprava, tumačenje, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka.	
Navesti eksperimentalne indicije za postojanje tamne tvari i glavne kandidate za tamnu tvar.	Tamna tvar (eksperimentalni dokazi).	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).