

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Fizika elementarnih čestica 1	
Studijski program	Sveučilišni diplomski studij Fizika	
Status kolegija	izborni	
Semestar	2.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	8
	Broj sati (P+V+S)	45+30+15
Nositelj kolegija	doc. dr. sc. Darko Mekterović	
Kontakt	darko.mekterovic@uniri.hr	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Po dogovoru	
Suradnik na kolegiju	Filip Reščić	
Kontakt	filip.rescic@phy.uniri.hr	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Po dogovoru	
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	45P+30V+15S, 100%	
Virtualna nastava	0%	
Ispitni rokovi	7.7.2025.	
	21.7.2025.	
	8.9.2025.	

OPIS KOLEGIJA
1.1. Ciljevi kolegija
Cjeloviti prikaz trenutnog fizikalnog razumijevanja pojava u prirodi na najfundamentalnijem nivou. Usvajanje glavnih ideja i teorijskih okvira za opis elementarnih čestica i njihovih međudjelovanja. Opis i primjene Standardnog modela fizike čestica. Kroz seminarski rad ostvariti kontakt sa znanstvenom literaturom te istraživačkim pristupom i metodama rada.
1.2. Uvjeti za upis kolegija
1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij
Nakon položenog ispita student će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - rješavati zadatke iz relativističke kinematike; - predvidjeti ishode zamišljenih eksperimenata ili procesa koristeći zakone očuvanja i temeljna svojstva interakcija - izračunati udarne presjeke i/ili širine raspada za jednostavne elektroslabe procese - objasniti temeljne pojmove i koncepte fizike elementarnih čestica - izložiti temeljne principe mjerenja u fizici elementarnih čestica i objasniti vezu teorije i eksperimenta
1.4. Sadržaj kolegija

<p>"Osnovne" sile u prirodi – područja (skale) i jakosti djelovanja, konstante vezanja i njihova važnost. Kvantne teorije polja – čestice kao pobuđenja, važnost simetrija, antičestice. Čestični procesi – raspad, raspršenja, udarni presjeci, vezana stanja, Feynmanovi dijagrami. Kvantna elektrodinamika – baždarna invarijantnost, Comptonovo raspršenje, pozitronij. Jaka sila – kvarkovska slika, sužanjstvo, osnove kvantne kromodinamike. Slaba sila - beta-raspad, elektroslabo ujedinjenje, spontani lom simetrije, Higgsovi bozoni. Uvod u Standardni model fizike elementarnih čestica. Eksperimenti i veza sa astrofizikom i kozmologijom.</p>		
1.5. Obvezna literatura		
Griffiths D., Introduction to elementary particles, 2. izdanje, Wiley–VHC, 2008.		
1.6. Dopunska literatura		
Thomson M., Modern Particle Physics, Cambridge University Press, 2013.		
1.7. Obveze studenata, ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu		
Sustav ocjenjivanja		
Aktivnost koja se ocjenjuje	Udio aktivnosti u ECTS	Maksimalan broj bodova
Kolokvij	1	25
Domaća zadaća	1	30
Seminar	1	15
Završni ispit	2	30
UKUPNO	5	100
<p>Za seminar student samostalno obrađuje i prezentira odabranu temu iz fizike elementarnih čestica. Održavanje seminara donosi maksimalno 15 bodova.</p> <p>Uvjet za izlazak na završni ispit je najmanje 10 bodova iz kolokvija i najmanje 12 bodova iz domaće zadaće i održan seminar.</p> <p>Završni ispit je usmeni i donosi maksimalno 30 bodova.</p>		
1.8. Dodatne informacije		

POPIS TEMA PO TJEDNIMA NASTAVE			
Tjedan	Oblik nastave*	Sati	Tema
1.	P1	4	Uvod. Diracova jednačba i polje.
1.	V1	2	Uvod. Diracova jednačba i polje.
2.	P2	4	Noetherin teorem i zakoni očuvanja u standardnom modelu. Diskretne simetrije: C, P i T. CPT teorem.
2.	V2	2	Relativistička kinematika I.
3.	P3	4	Veza eksperimenata i teorije: vezana stanja, raspad i raspršenja.
3.	V3	2	Relativistička kinematika II.
4.	P4	2	Kvantna teorija polja.

4.	V4	4	Relativistička kinematika III.
5.	P5	4	Feynmanova pravila. Invarijantna amplituda. Fermijevo zlatno pravilo za raspade i raspršenja.
5.	V5	2	Feynmanova pravila. Invarijantna amplituda. Fermijevo zlatno pravilo za raspade i raspršenja.
6.	P6	4	Baždarni princip.
6.	V6	2	Račun s gama matricama. Casimirov trik.
7.	P7	4	Kvantna elektrodinamika. Renormalizacija.
7.	V7	2	Osnovni procesi u kvantnoj elektrodinamici.
8.	P8	2	Povijesni razvoj ideja i osnovna svojstva jake sile. Izospin.
8.	V8	4	Angularni moment.
9.	P9	4	Klasifikacija hadrona. Kvarkovski model. Elektron-proton raspršenje.
9.	V9	2	Klasifikacija hadrona. Kvarkovski model.. Valna funkcija protona.
10.	P10	4	Yang-Millsova teorija. Kvantna kromodinamika. Hipoteza zatočenja boje. Asimptotska sloboda.
10.	V10	2	Feynmanova pravila za kvantnu kromodinamiku.
11.	P11	4	Povijesni razvoj ideja i osnovna svojstva slabe sile. Fermijeva teorija beta raspada. Narušenje pariteta. V-A oblik interakcije. Helicitet i kiralnost. Raspad miona. Raspad piona: potisnuće helicitetom.
11.	V11	2	Feynmanova pravila za GWS model.
12.	P12	4	Nabijene slabe interakcije kvarkova. GIM mehanizam i CKM matrica. CP narušenje. Neutralne slabe interakcije.
12.	V12	2	Kolokvij
13.	P13	4	Neutrinske oscilacije. Higgsov mehanizam I.
13.	P14	2	Higgsov mehanizam II.
14.	P15	4	GWS model. Pregled standardnog modela. Fizika izvan standardnog modela.
14.	S1	2	Prezentacija studentskih seminara.
15.	S2	2	Prezentacija studentskih seminara.
15.	S3	2	Prezentacija studentskih seminara.

*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
1 Rješavati zadatke iz relativističke kinematike.	Relativistička kinematika I. Relativistička kinematika II. Relativistička kinematika III.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka. Rješavanje problemskih zadataka.	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća, kolokvij)
2. Predvidjeti ishode zamišljenih eksperimenata ili procesa	Noetherin teorem i zakoni očuvanja u standardnom	Izlaganje Rasprava	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća)

koristeći zakone očuvanja i temeljna svojstva interakcija.	modelu. Diskretne simetrije: C, P i T. CPT teorem. Osnovni procesi u kvantnoj elektrodinamici. Izospin. Angularni moment.	Rješavanje problemskih zadataka.	Pitanja (završni ispit)
3. Izračunati udarne presjeke i/ili širine raspada za jednostavne elektroslabe procese.	Feynmanova pravila. Invarijantna amplituda. Fermijevo zlatno pravilo za raspade i raspršenja. Račun s gama matricama. Casimirov trik. Feynmanova pravila za GWS model.	Izlaganje Rasprava Rješavanje numeričkih zadataka Rješavanje problemskih zadataka	Analiza riješenih zadataka (domaća zadaća, kolokvij)
4 Objasniti temeljne pojmove i koncepte fizike elementarnih čestica.	Diracova jednadžba i polje. Kvantna teorija polja. Baždarni princip. Kvantna elektrodinamika. Renormalizacija. Kvarkovski model. Yang-Millsova teorija. Kvantna kromodinamika. Hipoteza zatočenja boje. Asimptotska sloboda. Narušenje pariteta. CP narušenje. Neutrinske oscilacije. Higgsov mehanizam. GWS model. Pregled standardnog modela.	Izlaganje Rasprava	Pitanja (završni ispit)
5. Izložiti temeljne principe mjerenja u fizici elementarnih čestica i objasniti vezu teorije i eksperimenta.	Veza eksperimenata i teorije: vezana stanja, raspadi i raspršenja.	Izlaganje Rasprava	Pitanja (završni ispit)