

OPĆE INFORMACIJE		
Naziv kolegija	Statistička mehanika	
Studijski program	Sveučilišni diplomski studij Fizika	
Status kolegija	obvezni	
Semestar	1.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS bodovi	8
	Broj sati (P+V+S)	45+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	Dr. sc. natur. Mateo Paulišić, viši asistent	
Kontakt	mateo.paulisic@phy.uniri.hr	
Vrijeme i mjesto konzultacija	Prema dogovoru, ured O-S11	
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	45/15/15, 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	
Objasniti metode statističke mehanike, te njihovu primjenu. Iako je glavni naglasak na primjenama u fizici, objasniti će se kroz neke odabrane primjere iz drugih područja (biologija, financije i dr.) kako se metode i matematički formalizam mogu upotrijebiti u najširem mogućem kontekstu.	
1.2. Uvjeti za upis kolegija	
/	
1.3. Očekivani ishodi učenja za kolegij	
1. Objasniti vezu između statističke mehanike i termodinamike. 2. Formulirati teoriju ansambla. 3. Opisati sličnosti i razlike između mikrokanonskog, kanonskog i velekanonskog ansambla. 4. Primijeniti teoriju ansambla na razne fizikalne sisteme - izvesti partijske funkcije i izračunati termodinamičke parametre. 5. Formulirati kvantnu statistiku i kvantno-mehaničku teoriju ansambla.	

6. Navesti primjere idealnih bozonskih sistema te izračunati njihove termodinamičke parametre.		
7. Navesti primjere idealnih fermionskih sistema te izračunati njihove termodinamičke parametre.		
1.4. Sadržaj kolegija		
Osnovni principi statističke mehanike: mikrostanja, ansampli, entropija i informacija. Idealni plin: klasični, Fermi-Diracov, Bose-Einsteinov; primjene: zračenje crnog tijela, fononi, metali. Fluktuacije: fluktuacijsko-disipacijski teorem. Stohastički procesi: nasumični šetač, Markovljevi procesi.		
1.5. Obvezna literatura		
R. K. Pathria, P. D. Beale (2011): Statistical Mechanics, 3. izdanje		
1.6. Dopunska literatura		
J. P. Sethna (2006): Statistical Mechanics: Entropy, Order parameters and Complexity R. Kubo, H. Ichimura, T. Usui, N. Hashitsume (1990): Statistical Mechanics D. K. Sunko (2016): Statistička fizika i termodinamika		
1.7. Obveze studenata, ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu		
SUSTAV OCJENJIVANJA		
Aktivnost	Udio aktivnosti u ECTS	Maximalan broj bodova
Pohađanje nastave	3,0	/
Seminarski rad	0,5	10
Kolokvij (2)	2,5	50
Završni ispit	2,0	40
UKUPNO	8,0	100
OPISI AKTIVNOSTI KOJE SE OCJENJUJU		
Seminarski rad i prezentacija		
Seminarski rad sastoji se u rješavanju problema vezanih uz gradivo obrađeno na predavanjima i vježbama i prezentaciji rješenja na ploči.		
Kolokviji / pismeni ispit		
Kolokviji se održavaju tijekom nastave, a sastoje se od rješavanja problemskih zadataka. Za izlazak na završni ispit potrebno je potpuno ispravno riješiti barem 1 zadatak na svakom kolokviju.		
Studenti koji na kolokviju ne ostvare pravo na izlazak na završni ispit, moraju pisati pismeni ispit prije izlaska na završni ispit. Pismeni ispit se sastoji od rješavanja problemskih zadataka. Za izlazak na završni usmeni ispit potrebno je potpuno ispravno riješiti barem 1 zadatak.		
Usmeni ispit		
Na završnom ispitu studenti usmeno odgovaraju na postavljena pitanja vezana uz gradivo obrađeno na nastavi (uključujući i seminare). Student u pravilu odgovara na tri postavljena pitanja, koja odgovaraju cjelinama u sadržaju. Za prolaznu ocjenu, student mora ponuditi odgovor na sva tri postavljena pitanja.		
1.8. Dodatne informacije		
/		

POPIS TEMA PO TJEDNIMA NASTAVE

Tjedan	Oblik	Sati	Tema
--------	-------	------	------

	nastave*		
1.	P	3	Termodinamika: funkcije stanja i funkcije procesa, jednačba stanja, zakoni termodinamike.
1.	V	1	Osnovna relacija termodinamike. Maxwelllove jednačbe, Maxwelllove relacije.
1.	S	1	Veze među termodinamičkim veličinama. Plinski zakoni.
2.	P	3	Termodinamika: termodinamički potencijali. Statističke osnove termodinamike: makroskopska i mikroskopska stanja, klasični idealni plin, Gibbsov paradoks.
2.	V	1	Izračun entropije za razne primjere jedno i više komponentnog idealnog plina.
2.	S	1	Entropija miješanja idealnih plinova.
3.	P	3	Elementi teorije ansambla: fazni sustav klasičnog sistema, Liouvilleov teorem, mikrokanonski ansambl, primjeri.
3.	V	1	Izračun broja mikrostanja i entropije za razne termodinamičke sisteme.
3.	S	1	Izračun broja mikrostanja i entropije za razne termodinamičke sisteme.
4.	P	3	Kanonski ansambl; fizičko značenje statističkih veličina u kanonskom ansamblu, particijska funkcija, klasični sistemi, flukutacije enerije u kanonskom ansamblu.
4.	V	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne termodinamičke sisteme.
4.	S	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne termodinamičke sisteme.
5.	P	3	Kanonski ansambl: ekviparticijski i virijalni teorem, sistem harmonijskih oscilatora, paramagnetizam.
5.	V	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne termodinamičke sisteme.
5.	S	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne termodinamičke sisteme.
6.	P	3	Velekanonski ansambl: fizičko značenje statističkih veličina u velekanonskom ansamblu, primjeri, flukutacije gustoće i energije u velekanonskom ansamblu i korelacija s drugim ansamblima.
6.	V	1	Izračun velekanonske particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne termodinamičke sisteme.
6.	S	1	Izračun velekanonske particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne termodinamičke sisteme.
7.	P	3	Fazna ravnoteža, Clausius-Clapeyronova jednačba.
7.	V	1	Primjena Clausius-Clapeyronove jednačbe na fazne prijelaze.
7.	S	1	Primjena Clausius-Clapeyronove jednačbe na fazne prijelaze.
8.	P	3	Formulacija kvantne statistike.
8.	V	1	Prvi kolokvij.
8.	S	1	Prvi kolokvij.
9.	P	3	Teorija jednostavnih plinova: idealni plin u kvantno-mehaničkim ansamblima.
9.	V	1	Izračun particijske funkcije, entropije i ostalih termodinamičkih veličina za razne kvantno-mehaničke sisteme.
9.	S	1	Izračun particijske funkcije, entropije i ostalih termodinamičkih veličina za razne kvantno-mehaničke sisteme.
10.	P	3	Teorija jednostavnih plinova: kinetička razmatranja.
10.	V	1	Izračun particijske funkcije i ostalih termodinamičkih veličina za idealne plinove s unutarnjim stupnjevima slobode.
10.	S	1	Izračun particijske funkcije i ostalih termodinamičkih veličina za idealne plinove s unutarnjim stupnjevima slobode.
11.	P	3	Idealni Bozonski sistemi: velekanonski potencijal i broj čestica.

11.	V	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne bozonske sisteme.
11.	S	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne bozonske sisteme.
12.	P	3	Idealni Bozonski sistemi: Bose-Einsteinova kondenzacija, Planckova raspodjela.
12.	V	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne bozonske sisteme.
12.	S	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne bozonske sisteme.
13.	P	3	Idealni Fermionski sistemi: velekanonski potencijal i broj čestica.
13.	V	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne fermionske sisteme.
13.	S	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne fermionske sisteme.
14.	P	3	Idealni Fermionski sistemi: Fermijeva energija.
14.	V	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne fermionske sisteme.
14.	S	1	Izračun particijske funkcije i termodinamičkih veličina za razne fermionske sisteme.
15.	P	3	Fluktuacije i neravnotežna statistička mehanika.
15.	V	1	Izračun fluktuacija oko ravnotežnog stanja za razne termodinamičke sisteme. Primjena nasumičnog šetača.
15.	S	1	Izračun fluktuacija oko ravnotežnog stanja za razne termodinamičke sisteme. Primjena nasumičnog šetača.

*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 vezu između statističke mehanike i termodinamike.	Osnovni principi statističke mehanike. Veza između mikro i makrostanja sistema.	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). Usmena provjera znanja i vještina (završni usmeni ispit).
Formulirati teoriju ansambla.	Teorija ansambla. Fazni sustav. Liouvilleov teorem.	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.	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi. Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit). Usmena provjera znanja i vještina (završni usmeni ispit).

		Organizacija rasprave, interaktivno izlaganje, rasprava, tumačenje, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka.	
Opisati sličnosti i razlike između mikrokanonskog, kanonskog i velekanonskog ansambla.	Opis i izvod mikrokanonskog, kanonskog i velekanonskog ansambla.	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).
Primijeniti teoriju ansambla na razne fizikalne sisteme - izvesti particijske funkcije i izračunati termodinamičke parametre.	Izvod particijskih funkcija za različite fizičke sisteme (idealni plin, harmonijski oscilator, dipolna molekula, paramagnetski materijal,...) i izračun termodinamičkih veličina.	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).
Formulirati kvantnu statistiku i kvantno-mehaničku teoriju ansambla.	(Anti)simetrija valne funkcije. Kvantnomehanički analogon Liouvilleovog teorema. Bose-Einsteinova i Fermi-Diracova raspodjela.	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.	Opažanje izvedbe u izlaganju seminara i raspravi. Analiza pisanih provjera znanja i vještina (kolokvij, pismeni ispit). Usmena provjera znanja i vještina (završni usmeni ispit).

		Organizacija rasprave, interaktivno izlaganje, rasprava, tumačenje, rješavanje numeričkih i problemskih zadataka.	
Naveći primjere idealnih bozonskih sistema te izračunati njihove termodinamičke parametre.	Idealni bozonski plin i izračun termodinamičkih veličina. Bose-Einsteinov kondenzat. Planckova raspodjela.	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).
Naveći primjere idealnih fermionskih sistema te izračunati njihove termodinamičke parametre.	Idealni fermionski plin i izračun termodinamičkih veličina. Fermijeva energija i izvedene veličine.	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).