



I. OSNOVNI PODACI O KOLEGIJU

Naziv predmeta	Kvantna mehanika				
Akadska godina	2020./21.				
Studijski program	Preddiplomski studij Fizika	Smjer	Fizika		
Status predmeta	Obvezatan	Godina	3	Semestar	6
BODOVNA VRIJEDNOST I NAČIN IZVOĐENJA NASTAVE	ECTS koeficijent opterećenja studenta	Broj sati (P+V+S)			
	12	45+45+15			
NASTAVNICI / LABORANTI	Ime i prezime	Kontakt (email, telefon)			
Nositelj predmeta 1	Zoran Kaliman	Kaliman@phy.uniri.hr			
Nositelj predmeta 2					
Asistent 1	Velimir Labinac	vlabinac@phy.uniri.hr			
Asistent 2					
Laborant 1					
Laborant 2					
ODRŽAVANJE NASTAVE	Vrijeme	Učionica			
Predavanja	Prema rasporedu				
Vježbe	Prema rasporedu				
Seminar/Praktikum					
KONZULTACIJE	Vrijeme	Ured			
Nositelj predmeta 1	po dogovoru	O-111			
Asistent 1	po dogovoru	O-S05			
Laborant 1					

II. POPIS TEMA - PREDAVANJA

Tjedan	Dat	Sati	Tema
1.		3	Uvodno predavanje, upoznavanje s kolegijem i obvezama. Poteškoće klasične mehanike; matricna i valna mehanika
		3	Vježbe: Valna funkcija / Osnovna svojstva Schrödingerove jednačbe
2.		3	Postulati kvantne teorije Kompleksni vektorski prostori i QM Bra-ket notacija, matricna reprezentacija
		3	Vježbe: Potencijalna jama / Slobodna čestica
3.		3	Reprezentacija u kontinuiranoj bazi; koordinatna i impulsna aproksimacija
		3	Vježbe: Potencijal oblika delta funkcije / Harmonički oscilator
4.		3	Operatori projekcije i mjerenje; veza klasične i kvantne mehanike Heisenbergove relacije neodređenosti
		3	Vježbe: Ket i bra vektori / Hermitski operatori
5.		3	Schrödingerova jednačba (SJ) Prema SJ, osobine SJ; statistička interpretacija, normalizacija
		3	Vježbe: Valna funkcija i vektori stanja / Postulati kvantne mehanike
6.		3	Vremenski neovisna SJ Kvantni sistemi: opće napomene, kontinuiranost valne funkcije i njene derivacije; slobodna čestica
		3	Vježbe: 1. KOLOKVIJ

7.	3	SJ u jednoj dimenziji: Skok potencijalne energije, potencijalna barijera – tunel efekt
	3	Vježbe: Orbitalni angularni moment / Spin
8.	3	Od konačne do beskonačne jame; harmonijski oscilator
	3	Vježbe: Zbrajanje angularnih momenata / Sferno-simetrični potencijal
9.	3	SJ u tri dimenzije SJ u sfernim koordinatama
	3	Vježbe: Vodikov atom / Čestica u električnom i magnetskom polju
10.	3	Vodikov atom
	3	Vježbe: Identične čestice / Varijacijski princip
11.	3	Identične čestice Atomi: Helij, periodni sustav elemenata
	3	Vježbe: 2. KOLOKVIJ
12.	3	Aproksimativne metode Vremenski neovisni račun smetnje
	3	Vježbe: Vremenski neovisan račun smetnje: nedegenerirana stanja / Vremenski neovisan račun smetnje: degenerirana stanja
13.	3	Vremenski račun smetnje; Varijacijski princip
	3	Vježbe: Vremenski ovisan račun smetnje / Teorija raspršenja. Bornova aproksimacija
14.	3	Raspršenje: metoda parcijalnih valova, Bornova aproksimacija
	3	Vježbe: Metoda parcijalnih valova
15.	3	Druga kvantna revolucija: Spregnutost, Bellova nejednakost, kvantna informacija
	3	Vježbe: 3. KOLOKVIJ

III. SUSTAV OCJENJIVANJA

Aktivnost koja se ocjenjuje	Udio aktivnosti u ECTS bodovima	Maximalan broj bodova
Pohađanje nastave i aktivnost	0	0
Domaće zadaće	1	10
Kontinuirana provjera znanja	5	40
Seminarski rad	1	10
Završni ispit	5	40
UKUPNO	12	100

OPISI AKTIVNOSTI KOJE SE OCJENJUJU

Pohađanje vježbi (0 bodova)

Studenti su obvezni dolaziti na vježbe i mogu izostati (opravdano ili neopravdano) najviše **5 puta**. U suprotnom, student gubi pravo polaganja kolegija i mora ga sljedeće godine ponovo upisati ukoliko želi nastaviti studij.

Aktivnost na nastavi (maksimalno 15 bodova)

Studenti su obvezni rješavati domaće zadaće zadane na vježbama. Redovitom predajom domaćih zadaća student može ostvariti maksimalno 5 bodova. Redovitom predajom smatra se predaja u roku od dva tjedna od zadavanja. Student može predati domaće zadaće sa zakašnjenjem, i time ostvariti maksimalno 3 boda.

Pismeni zadaci (kolokviji / ispit) (maksimalno 40 bodova)

Mogućih 40 bodova za pismene zadatke student može skupiti na dva načina:

1. Kolokviji: Tijekom nastave kolegija, bit će organizirana tri kolokvija. Ukupan broj zadataka na tri kolokvija je 10, svaki zadatak ima 4 boda. Prolaz na kolokvij ostvaruje se uz minimalno 40% zadataka ispravno riješenih.
2. Ispit: Nakon održanih svih termina vježbi bit će organiziran pismeni ispit (dva u zimskom, jedan u ljetnom i jedan u jesenskom ispitnom roku). Zadaci na pismenom ispitu obuhvaćat će ukupno gradivo vježbi i biti

opširniji od zadataka na kolokviju. Prolaz na pismenom ispitu ostvaruje se uz minimalno 50% zadataka ispravno riješenih.

Moguće je izlazak na ispit i nakon izlaska na kolokvije. U tom slučaju student ostvaruje bodove za pismene zadatke samo na pismenom ispitu. Nije moguće zbrajanje ostvarenih bodova na kolokvijima i ispitu.

Seminarski rad (maksimalno 10 bodova)

Na seminaru iz kolegija Kvantna mehanika studenti su dužni samostalno izraditi i izložiti seminar s temama iz kvantne fizike i primjena u užim područjima moderne fizike. Studenti teme mogu izabrati iz vodećih svjetskih časopisa iz fizike namijenjenih širem čitateljstvu: American Journal of Physics, Physics Today, European Journal of Physics ili sličnih. Seminarski radovi moraju biti pripremljeni kao PowerPoint prezentacija i izloženi pred ostalim studentima u trajanju od 10 - 15 min. Studenti su dužni prisustvovati svim seminarskim izlaganjima i aktivno sudjelovati u diskusiji nakon seminara.

Završni ispit (maksimalno 40 bodova)

Student može ostvariti maksimalno 40 bodova. Za prolaz na završnom ispitu potrebno je ostvariti minimalno 50%. Ako student ne odgovori pozitivno na završnom ispitu, nije položio ispit, bez obzira na ranije skupljene bodove.

Ukoliko je završni ispit pozitivan, 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 – 89.9 bodova	B Vrlo dobar (4)
60 – 74.9 bodova	C Dobar (3)
50 – 59.9 bodova	D Dovoljan (2)
0 – 49.9 bodova	E Nedovoljan (1)

IV. OČEKIVANI ISHODI UČENJA ZA PREDMET

ISHODIŠTA KVANTNE FIZIKE

1. Opisati nastanak kvantne mehanike

POSTULATI KVANTE TEORIJE

2. Izreći i objasniti postulate kvantne teorije

MATEMATIČKI UVOD

3. Znati koristiti bra—ket notaciju
4. Napraviti korespondenciju između nove notacije i matricnih veličina
5. Primjeniti kontinuiranu bazu; definirati reprezentacije i veze među njima
6. Računati s operatorima, svojstvenim vrijednostima; izvesti i objasniti relacije neodređenosti

SCHROEDINGEROVA JEDNADŽBA

7. Izvesti SJ; Izvesti vremenski neovisnu SJ. Objasniti osobine rješenja SJ
8. Definirati i riješiti jednodimenzionalne probleme u kvantnoj mehanici
9. Napraviti separaciju varijabli za sferno simetričnu SJ; Riješiti i objasniti vodikov atom

IDENTIČNE ČESTICE

10. Objasniti razliku između bozona i fermiona; Objasniti periodični sustav elemenata
11. Riješiti helijev atom

APROKSIMATIVNI RAČUNI

12. Izvesti račun smetnje za nede degenerirane i degenerirane nivoe
13. Izvesti i koristiti varijacijski račun

KVANTNA TEORIJA RASPRŠENJA

14. Izvesti formulu za udarni presjek



SVEUČILIŠTE U RIJECI
UNIVERSITY OF RIJEKA



ODJEL ZA FIZIKU
DEPARTMENT OF PHYSICS

Radmile Matejčić 2 · 51000 Rijeka · Hrvatska
tel: +385 51 584600
www.phy.uniri.hr · e-mail: fizika@phy.uniri.hr

IV. DODATNE INFORMACIJE O PREDMETU

Pohađanje nastave

Pohađanje vježbi

Studenti su obvezni dolaziti na vježbe i mogu izostati (opravdano ili neopravdano) najviše **5 puta**. U suprotnom, student gubi pravo polaganja kolegija i mora ga sljedeće godine ponovo upisati ukoliko želi nastaviti studij.

Pridržavanje dogovorenih rokova

Ostale relevantne informacije