



UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA NARAVOSLOVJE IN MATEMATIKO
Koroška cesta 160, 2000 Maribor



PODIPLOMSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM

FIZIKA - področje izobraževanja

MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM

DOKTORSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM

Program je bil sprejet na seji Sveta za visoko šolstvo RS dne 16. 10. 1998. K spremembam študijskega programa je bilo dano soglasje na Svetu za visoko šolstvo RS dne 16. 4. 2004.

Na podlagi Odloka o spremembah in dopolnitvah Odloka o preoblikovanju Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št. 36/06) ter določil Statuta Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št. 75/06) izvaja navedeni študijski program Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru.

Maribor, 2007

I. Podiplomski študijski program za pridobitev magisterija iz fizike - področje izobraževanja

1. Temeljni cilji programa

Temeljni cilji programa so :

- predstaviti pomen interdisciplinarnosti fizike (prevsem v povezavi z biologijo, kemijo, ekologijo in računalništvom);
- predstaviti uporabo računalnika v fiziki in pri poučevanju fizike (predvsem računalniško podprti poskusi, numerične simulacije naravnih pojavov, interaktivno učenje z uporabo računalnika);
- predstaviti moderne načine učenja in poučevanja pri pouku fizike (predvsem snovanje novih poskusov, sestava vprašanj in nalog);
- usposobiti kandidata za samostojno razvijanje pouka fizike in za samostojno raziskovalno delo na nacionalnih in mednarodnih projektih.

2. Trajanje študija

Organiziran del (predavanja) podiplomskega študijskega programa a pridobitev magisterija traja 2 leti oz. 4 semestre. Organizira se skupaj s podiplomskim študijskem programu za pridobitev specializacije. Kandidat mora opraviti še magistrsko delo.

3. Povezanost z drugimi programi

Podiplomski študijski program za pridobitev magisterija se navezuje na dodiplomski študij dvopredmetne in enopredmetne fizike-področje izobraževanje in dodiplomski študij splošne fizike.

4. Viri financiranja

Magistrski študij se financira iz prispevkov kandidatov ali organizacij, ki jim študij omogočajo ter iz drugih sistemskih virov (MVŠZT). Višino šolnine določi skladno s predpisi Upravni odbor Univerze.

5. Možnost zaposlitve

Program je namenjen učiteljem fizike v vseh srednjih in osnovnih šolah, pedagoškim svetovalcem za fiziko na zavodih oziroma uradih za šolstvo in asistentom na visokošolskih ustanovah. Kandidat se usposobi za samostojno raziskovalno delo na zahtevnih nacionalnih in mednarodnih projektih, samostojno razvijanje pouka fizike in omogočena mu je univerzitetna akademska kariera.

6. Lik diplomanta

Kandidat, ki opravi podiplomski študijski program za pridobitev magisterija iz fizike - področje izobraževanja, poglobljeno obvlada področje fizike, spozna njen interdisciplinarni pomen, je usposobljen za samostojno razvijanje pouka fizike in samostojno raziskovalno delo na nacionalnih in mednarodnih projektih.

7. Podatki o predmetniku

Študij se sestoji iz SKUPNEGA JEDRA predmetov (80 kreditov = 300 ur) in IZBIRNIH predmetov (najmanj 40 kreditov = 150 ur), skupaj 120 kreditov enakovrednih 450 uram. Organizirani del programa je dvoletni. Študij se praviloma izvaja ciklično, kar pomeni, da predavanja poslušajo študenti 1. in 2. letnika istočasno.

V prvem letniku se izvajajo "predmeti skupnega jedra"

Skupno jedro predmetov. Skupno št. kreditov: 80 ECTS (182 ur + IRD). Izvedba v 1. letniku.

Predmet	Ep ure	Ep ECTS	nosilec
Didaktika fizike	60	16	I. Gerlič, M. Marhl
Pregled klasične in moderne fizike	132	35	D. Bajc, M. Brumen, S. Kralj, N. Vaupotič
IRD		29	

Ep: eksperimentalno predavanje; IRD: individualno raziskovalno delo

Individualno raziskovalno delo

V prvem letniku je 29 kreditov namenjeno individualnemu raziskovalnemu delu. V teh urah kandidat na izbranem problemu, ki ga definirajo nosilci skupnega jedra predmetov, v obliki samostojnega raziskovalnega dela uporabi pridobljeno didaktično in fizikalno znanje.

Izbirni predmeti. Skupno št. kreditov: 40 ECTS (90 ur + IRD). Izvedba v 2.letniku.

Predmet	Ep ECTS (ur)	Se ECTS (ur)	Lv ECTS (ur)	Nosilec
Astrofizika	8 (30)	8 (30)		W. Kundt
Astronomija in kozmologija	8 (30)			T. Zwitter
Biološka fizika	16 (60)	8 (30)		M. Brumen, R. Podgornik, G. Lahajnar, S. Svetina
Elementarna fizika		8 (30)		L. Mathelitsch
Fizika kompleksnih sistemov	4 (15)	4 (15)		A. Zidanšek
Fizika tekočih kristalov	4 (15)	4 (15)		S. Kralj
Fizikalna kemija	12 (45)	4 (15)		V. Doleček
Hidrodinamika in teorija valov	12 (45)	4 (15)		D. Bajc
Informatika in računalništvo pri pouku fizike	8 (30)	4 (15)	4 (15)	S. Divjak, I. Gerlič
Metode eksperimentalne fizike	12 (45)	4 (15)		J. Dolinšek
Modelska fizika	8 (30)	8 (30)		D. Bajc, A. Zidanšek
Napredne matematične metode v fiziki*	8 (30)	8 (30)		A. Ruffing
Nelinearna dinamika	8 (30)	8 (30)		M. Robnik
Numerične simulacije v fiziki	4 (15)	4 (15)		F. Vesely, S. Kralj
Numerično modeliranje ekoloških procesov	4 (15)	4 (15)		M. Četina
Računalniška	8 (30)	8 (30)		I. Mozetič

omrežja in storitve				
Seminar	8 (30)	8 (30)		M. Robnik
Uvod v kvantno teorijo polja in fiziko delcev	8 (30)	8 (30)		M. Cvetič
IRD	16			

Ep: eksperimentalno predavanje; Se: seminar; Lv: laboratorijske vaje

IRD: Individualno raziskovalno delo

Izbirni predmeti so osnovani na kreditnem sistemu.

- Kandidat izbere tekom študija predmete s skupnim št. najmanj 40 kreditov. Od tega je 16 kreditov rezervirano za individualno raziskovalno delo.
- Študent ima možnost najmanj 10% predavanj in seminarjev opraviti v drugih študijskih programih na istem oziroma drugih visokošolskih zavodih, lahko pa vseh 40 kreditov opravi v drugih študijskih programih, bodisi na domačem, bodisi na drugem visokošolskem zavodu.
- Možno je izbrati tudi predmet, ki ni vpisan v predmetnik, s skupnim številom do 16 kreditov. V tem primeru mora predlagan predmet potrditi Oddelek za fiziko in Senat fakultete. Predmeti, ki so bili naknadno potrjeni po tej poti, so v predmetniku označeni z zvezdico.

Med študijem mora kandidat opraviti seminarsko nalogo iz poljubnega izbirnega predmeta. Naloga se predstavi v obliki predavanja v podiplomskem seminarju.

Izbirni predmeti. Skupno št. kreditov: 55 ECTS (90 ur + IRD). Izvedba v 1.letniku.

Predmet	Ep ECTS (ur)	Se ECTS (ur)	Lv ECTS (ur)	Nosilec
Astrofizika	8 (30)	8 (30)		W. Kundt
Astronomija in kozmologija	8 (30)			T. Zwitter
Biološka fizika	16 (60)	8 (30)		M. Brumen, R. Podgornik, G. Lahajnar, S. Svetina
Elementarna fizika		8 (30)		L. Mathelitsch
Fizika kompleksnih sistemov	4 (15)	4 (15)		A. Zidanšek
Fizika tekočih kristalov	4 (15)	4 (15)		S. Kralj
Fizikalna kemija	12 (45)	4 (15)		V. Doleček
Hidrodinamika in teorija valov	12 (45)	4 (15)		D. Bajc
Informatika in računalništvo pri pouku fizike	8 (30)	4 (15)	4 (15)	S. Divjak, I. Gerlič
Metode eksperimentalne fizike	12 (45)	4 (15)		J. Dolinšek
Modelska fizika	8 (30)	8 (30)		D. Bajc, A. Zidanšek
Napredne matematične metode v fiziki	8 (30)	8 (30)		A. Ruffing

Nelinearna dinamika	8 (30)	8 (30)		M. Robnik
Numerične simulacije v fiziki	4 (15)	4 (15)		F. Vesely, S. Kralj
Numerično modeliranje ekoloških procesov	4 (15)	4 (15)		M. Četina
Računalniška omrežja in storitve	8 (30)	8 (30)		I. Mozetič
Seminar	8 (30)	8 (30)		M. Robnik
Uvod v kvantno teorijo polja in fiziko delcev	8 (30)	8 (30)		M. Cvetič
IRD	31			

Ep: eksperimentalno predavanje; Se: seminar; Lv: laboratorijske vaje

IRD: individualno raziskovalno delo

- Izbirni predmeti so osnovani na kreditnem sistemu.
- Kandidat izbere tekom študija predmete s skupnim št. najmanj 24 kreditov.
- Študent ima možnost najmanj 10% predavanj in seminarjev opraviti v drugih študijskih programih na istem oziroma drugih visokošolskih zavodih, lahko pa vseh 40 kreditov opravi v drugih študijskih programih, bodisi na domačem, bodisi na drugem visokošolskem zavodu.
- Možno je izbrati tudi predmet, ki ni vpisan v predmetnik, s skupnim številom do 16 kreditov. V tem primeru mora predlagan predmet potrditi Oddelek za fiziko in Senat fakultete.

Med študijem mora kandidat opraviti seminarsko nalogo iz poljubnega izbirnega predmeta. Naloga se predstavi v obliki predavanja v podiplomskem seminarju.

Skupno jedro predmetov. Skupno št. kreditov (ur): 65 ECTS (182 + IRD) Izvedba v 2. letniku.

Predmet	Ep ur	Ep ECTS	nosilec
Didaktika fizike	60	16	I. Gerlič, M. Marhl
Pregled klasične in moderne fizike	132	35	D. Bajc, M. Brumen, S. Kralj, N. Vaupotič
IRD		14	

Ep: eksperimentalno predavanje

IRD: individualno raziskovalno delo

Individualno raziskovalno delo

V prem in drugem letniku je 45 kreditov namenjenih individualnemu raziskovalnemu delu. V teh urah kandidat na izbranem problemu, ki ga definirajo nosilci skupnega jedra predmetov, v obliki samostojnega raziskovalnega dela uporabi pridobljeno didaktično in fizikalno znanje.

8. NAČIN ŠTUDIJA

8.1. Pogoji za vpis

Število vpisnih mest je 15 (skupno za specialistični in magistrski študij). V primeru večjega števila kandidatov se bodo kandidati izbrali na podlagi uspeha v dodiplomskem študiju in glede na bibliografijo.

- V program se lahko vključijo diplomanti univerzitetnega dodiplomskega študija enopredmetne in dvopredmetne fizike-izobraževalna smer ter diplomanti visokošolskega nepedagoškega programa fizike, ki izpolnjujejo pogoje za

poučevanje v Republiki Sloveniji. Ostali visokošolski diplomanti se lahko vključijo v študij po komisijem izpitu iz klasične in moderne fizike.

- Kandidat mora imeti povprečno oceno nad ali enako 8 v dodiplomskem študiju ali pa dve leti delovnih izkušenj s področja fizike.
- Znanje angleščine.

8.2. Pogoji za napredovanje

Minimalni pogoji za napredovanje iz 1. v 2. letnik so opravljene študijske obveznosti 1. letnika v obsegu najmanj 45 ECTS. Kandidat lahko zaprosi za odobritev teme magistrskega študija, ko opravi vse zahtevane izpite in seminarsko nalogo iz individualnega raziskovalnega dela. Izpit iz predmeta Pregled klasične in moderne fizike se opravlja zadnji pred ustrezno sestavljeno komisijo.

8.3. Pogoji za dokončanje študija

Kandidat konča magistrski študij, ko opravi naslednje obveznosti:

- izpit in seminar iz predmeta Didaktika fizike,
- izpite iz izbirnih predmetov,
- seminarsko nalogo iz individualnega raziskovalnega dela,
- komisijem izpit iz predmeta Pregled klasične in moderne fizike,
- konča magistrsko nalogo.

Naloga mora biti originalno delo s področja fizike ali didaktike fizike na nivoju, ki omogoča objavo v ugledni reviji (I. ali II. kategorija iz Meril Univerze v Mariboru).

8.4. Načini in oblike izvajanja študija

Predavanja bodo potekala v petek in soboto. Če bo kandidatov manj kot 5, bodo organizirane konsultacije. Kandidati bodo lahko dobili sprotne splošne informacije o vsebini predavanj na internetu. Pri nekaterih predmetih bo omogočen študij na daljavo.

8.5. Strokovni naslov

Kandidat si po uspešno opravljenem podiplomskem študijskem programu za pridobitev magisterija iz fizike - področje izobraževanja pridobi naslov "**magister/magistrica znanosti s področja fizike - področje izobraževanja**".

II. Podiplomski študijski program za pridobitev doktorata znanosti iz fizike - področje izobraževanja

1. Temeljni cilj programa

Temeljni cilj programa je usposobiti kandidata za samostojno mednarodno konkurenčno raziskovalno delo s področja fizike.

2. Trajanje študija

2 leti intenzivnega raziskovalnega dela pod vodstvom mentorja.

3. Povezanost z drugimi programi

Doktorski študij fizike se navezuje predvsem na magistrske naravoslovno-tehnične programe.

4. Možnost zaposlitve

Program je namenjen predvsem kandidatom, ki so opravili magistrski študij iz naravoslovno-tehničnega področja. Kandidat se usposobi za samostojno raziskovalno

delo na zahtevnih nacionalnih in mednarodnih projektih in omogočena mu je univerzitetna akademska kariera. Zaposli se lahko v raziskovalnih in razvojnih organizacijah, fakultetah in kot samostojni podjetnik.

5. Lik diplomanta

Kandidat, ki opravi podiplomski študijski program za pridobitev doktorata iz znanosti iz fizike-področje izobraževanja, poglobljeno obvlada področje fizike in je usposobljen za samostojno raziskovalno delo na nacionalnih in mednarodnih projektih.

6. Podatki o predmetniku

Kandidat opravi 120 kreditov individualnega raziskovalnega dela na mednarodno konkurenčnem projektu s področja fizike. Od tega je možno 60 kreditov opraviti na drugem visokošolskem zavodu.

7. NAČIN ŠTUDIJA

7.1. Pogoji za vpis

Kandidat se lahko vpiše na doktorski študij fizike, če ustreza kriterijem in če ima ustrežno habilitiranega mentorja.

Kandidat lahko zaprosi za doktorsko disertacijo na Oddelku za fiziko v naslednjih primerih.

- Direktno po zaključenem magistrskem študiju fizike.
- Izjemno uspešnim kandidatom je omogočen prepis na doktorski študij pred zaključkom podiplomskega študijskega programa za pridobitev magisterija iz fizike-področje izobraževanja pod naslednjimi pogoji:
 - 1) kandidat opravi vse obveznosti iz skupnega jedra predmetov, izbirnih predmetov in seminarsko nalogo iz individualnega raziskovalnega dela s **povprečno oceno večjo ali enako devet**,
 - 2) kandidat opravi komisijski izpit iz predmeta Pregled klasične in moderne fizike z **oceno najmanj devet** (ta izpit se v magistrskem študiju opravlja zadnji), objavi članek v mednarodno priznani reviji (**I. kategorija iz Meril Univerze v Mariboru**) in izbere najmanj 5 točk (Merila I-IV). V kolikor je pri članku več avtorjev, mora biti prispevek kandidata bistven.
- Po opravljenem magistrskem študiju iz naravoslovno-tehničnega področja in opravljenim komisijskim izpitom iz predmeta Pregled klasične in moderne fizike.

7.2. Pogoji za napredovanje

Kandidat predstavi rezultate doktorske naloge po objavi (oziroma sprejetju članka) svojega dela v mednarodno ugledni reviji s področja fizike (I. kategorija iz Meril Univerze v Mariboru). Pri večjem številu avtorjev mora avtor prispevati bistven delež.

7.3. Pogoji za dokončanje študija

V okviru doktorskega študija kandidat opravi raziskovalno delo, ki predstavlja nov prispevek v svetovno zakladnico fizikalnega znanja s področja fizike ali didaktike fizike. Kandidat mora rezultate raziskovalnega dela objaviti pred zagovorom doktorata znanosti v mednarodno priznani reviji s področja fizike ali didaktike fizike (I. kategorija iz Meril Univerze v Mariboru) in zbrati najmanj 5 točk (Merila I-IV).

7.4. Načini in oblike izvajanja študija

Samostojno raziskovalno delo pod vodstvom ustrezno habilitiranega mentorja.

7.5. Znanstveni naslov

Kandidat si po uspešno opravljenem podiplomskem študijskem programu za pridobitev doktorata znanosti iz fizike-področje izobraževanja pridobi naslov "**doktor znanosti s področja fizike - področje izobraževanja**".

8. OKVIRNI UČNI NAČRT PREDMETOV

PREDMETI:

ASTROFIZIKA
ASTRONOMIJA IN KOZMOLOGIJA
BIOLOŠKA FIZIKA
DIDAKTIKA FIZIKE
ELEMENTARNA FIZIKA
FIZIKA KOMPLEKSNIH SISTEMOV
FIZIKA TEKOČIH KRISTALOV
FIZIKALNA KEMIJA
HIDRODINAMIKA IN TEORIJA VALOV
INFORMATIKA IN RAČUNALNIŠTVO PRI POUKU FIZIKE
METODE EKSPERIMENTALNE FIZIKE
MODELSKA FIZIKA
NAPREDNE MATEMATIČNE METODE V FIZIKI
NELINEARNA DINAMIKA
NUMERIČNE SIMULACIJE V FIZIKI
NUMERIČNO MODELIRANJE EKOLOŠKIH PROCESOV
PREGLED KLASIČNE IN MODERNE FIZIKE
RAČUNALNIŠKA OMREŽJA IN STORITVE
SEMINAR
UVOD V KVANTNO TEORIJU POLJA IN FIZIKO DELCEV

Legenda

Ep : eksperimentalna predavanja

Se : seminar

Sv : seminarsko-teoretične vaje

Lv : laboratorijske vaje

Ird: individualno raziskovalno delo

ASTROFIZIKA

A. Obseg ur

16 kreditov (8 Ep, 8 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Na osnovi znanja, ki si ga je pridobil pri dodiplomskem predmetu, se kandidat seznani s teoretičnimi osnovami astrofizike.

Vsebina

- KOZMIČNE STRUKTURE: sončni sistem; zvezde, njihovi planeti in vetrovi; zvezdne kopice; Mlečna pot, medzvezdni prostor; kozmični žarki; kemična sestava; sevanje ozadja; galaksije; galaktični skupki; kozmos
- DINAMIKA PLINOV: galaktični tlak; udarni valovi; supernove; pulzarji, meglice.
- RADIACIJA IN SPEKTER: multipoli, ciklotron, Čerenkov, sinhrotron; Compton; termični spekter; črte; koherentna radiacija; prozornost; transport radiacije; funkcije hlajenja.
- TERMIČNI PROCESI: termo-hidrodinamika; čas ohlajanja; proces segrevanja; stabilne in nestabilne temperaturne domene.
- MAGNETO-HIDRODINAMIKA: prevodnosti, mehanizem transporta toka in dinamo; gibanje ionov v tanki plazmi.
- DISKI: parametri stanja; viskoznosti; tokovi; nestabilnosti; spekter; goreči diski.
- FORMACIJA ZVEZD
- RAZVOJ ZVEZD: porazdelitve; izgorevanje; časovne skale; spekter; spinski popravki; izmenjava mase.
- POZNI STADIJ ZVEZD: bele pritlikavke in meglice; nove; nevtronske zvezde; pulzarji; supernove; binarni izvori x-žarkov; črne luknje; nastanek kozmičnih žarkov, γ -žarkov.
- BIPOLARNI TOKOVI: 4-razredi; aktivna galaktična jedra; mladi zvezdni objekti; binarne nevtronske zvezde; binarne bele pritlikavke; koronalna tvorba parov.
- POSEBNI IZVORI: Rakova meglica; Cyg X-1; SS 433; CTB 80; SN v Orionu; Eta Carinae.

C. Osnovna literatura

- 1) M. Harwit: Astrophysical Concepts, John Wiley&Sons, 1973.
- 2) F. Hoyle: Astronomy and Cosmology, a Modern Course, Freeman&Co, 1975.
- 3) F. Hoyle, J. Narlikar: The Physics-Astronomy Frontier, Freeman&Co, 1980.
- 4) G.B. Field, E.J. Chaisson: The Invisible Universe, Birkhauser 1985, Ulstein 1990.
- 5) D. Layzer: Cosmogogenesis, Oxford University Press 1990.
- 6) K.R. Lang, Astrophysical Formulae, Springer 1986.
- 7) J. Kleczek: The Universe, Reidel 1976.
- 8) J.I. Katz: High-Energy Astrophysics, Frontiers in Physics, Addison-W. 1987.
- 9) G.O. Gabeli: Exploration of the Universe, Holt, Rinehart&Winston, 1975.
- 10) I.S. Shklovskii: Stars: Their Birth, Life and Death, Freeman, 1987.
- 11) J.M. Pasachoff: Astronomy: from the Earth to the Universe, Saunders College Publ., 1998.
- 12) M. Zeilik, S.A. Gregory: Astronomy&Astrophysics, Saunders College Publishing, 1998.
- 13) F. Shu: The Physical Universe, an Introduction to Astronomy, Hill Valley, Calif. 1982.

D. Obveznosti kandidata

Izpit.

ASTRONOMIJA IN KOZMOLOGIJA

A. Obseg ur

8 kreditov (8 Ep)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Na osnovi znanja, ki si ga je pridobil pri dodiplomskem predmetu, se kandidat seznani s teoretičnimi in praktičnimi metodami reševanja astrofizikalnih problemov. Kandidat se nauči razumeti in vrednotiti znanstveno literaturo enega od spodaj navedenih sklopov ter s samostojnim seminarskim delom poglobi in razširi razumevanje specifičnih med predavanji nakazanih odprtih problemov.

Predstavljena so predvsem tista opazovanja, ki so izvedljiva v šolah. Kandidati se seznajajo z različnimi merskimi aparaturami in njihovimi zmožnostmi. S pridobljenim znanjem je kandidat usposobljen postaviti in izvesti raznovrstna astronomska opazovanja v šolah.

Vsebina

Ciklično bo glavno težišče predavanj na enem od naslednjih treh sklopov:

- (1) Fizikalna razlaga opazovanj teles v Sončevem sistemu.
 - (a) Geocentrična rešitev Keplerjevih enačb in njihove perturbacije.
 - (b) Sferna astronomija: ekliptični, ekvatorialni in altazimutalni koordinatni sistemi.
 - (c) Fizikalne lastnosti in gibanja teles Sončevega sistema.
 - (d) Tehnika opazovanj, njihova obdelava, avtomatizacija in interpretacija.
- (2) Fizika masnih tokov na različnih velikostnih skalah.
 - (a) Dinamika in energetika prenosa mase.
 - (b) Akrecijski disk: model Shakura-Sunajev in njegove izpopolnitve.
 - (c) Razredi tesnih dvojnih zvezdnih sistemov in njihova fizikalna razlaga.
 - (d) Unificirani model aktivnih galaktičnih jeder: testiranje njegove skladnosti z opazovanji.
- (3) Kozmologija in opazovana razporeditev mase na velikih skalah.
 - (a) Merjenje galaktičnih in zunajgalaktičnih razdalj.
 - (b) Negotovosti posameznih indikatorjev razdalj.
 - (c) Standardni kozmološki model in problem manjkajoče mase.
 - (d) Trodimenzionalna porazdelitev objektov v vesolju in primerjava z napovedmi kozmoloških modelov.

C. Osnovna literatura

- 1) Frank Shu: The Physical Universe.
- 2) Piere Lena: Observational Astronomy.
- 3) Smart: Spherical Astronomy.
- 4) King idr.: Accretion power in astrophysics.
- 5) Članki v znanstvenih revijah, zlasti Astrophysical Journal in Astronomy and Astrophysics.

D. Obveznosti kandidata

Sprotne pisne domače naloge in zaključni izpit.

BIOLOŠKA FIZIKA

A. Obseg ur

24 kreditov (16 Ep, 8 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Študent se seznani s fizikalnimi in kemijskimi koncepti strukturnih bioloških gradnikov: DNK, lipidov, proteinov, na osnovi katerih spozna strukturo in funkcijo bioloških sistemov na različnih ravneh organiziranosti. Tako obravnava biološki sistem na molekularni in makromolekularni ravni, na stopnji supramolekularne organiziranosti ter na ravni celice oziroma interakcije med celicami.

Spremljajoči pregled eksperimentalnih metod in modelnih pristopov prispeva k osvojitvi širokega interdisciplinarnega naravoslovnega znanja. Nakazane so možnosti vpletanja predstavljenih vsebin v različna poglavja osnovnošolske in srednješolske fizike. Kandidat se okvirno seznani z različnimi eksperimenti, ki so izvedljivi s klasičnim obstoječim inventarjem šol. Na nekaterih vsebinah so demonstracijsko predstavljeni različni načini predstavitve, ki naj bi v učencih vzbudili motivacijo za nadaljnjo samostojno delo.

Vsebina

Biološke makromolekule: DNK, lipidi, proteini. Voda in njen pomen za biološke sisteme. Medmolekularne interakcije. Biofizika DNK. Biofizika membran.

Biofizika celice (osmozno ravnovesje in kislinsko-bazno ravnotežje, metabolizem celice, mehanske lastnosti, transport preko celične membrane, električna vzdražljivost celice in prenos električnega impulza). Skeleti in stroji subceličnih dimenzij. Regulacija bioloških sistemov (regulacija metaboličnih sistemov - kontrolna teorija, alosterične interakcije, regulacije prenosa genetske informacije, sistemska analiza). Pregled eksperimentalnih metod.

Podrobnejša vsebina in zahtevnost je opredeljena z navedeno literaturo.

C. Osnovna literatura

- 1) J.N. Israelachvili: Intermolecular and Surface Forces, Academic Press, London 1991.
- 2) C.R. Cantor in P.R. Schimmel: Biophysical Chemistry, I., II. in III. del, W.H. Freeman and Co., San Francisco 1980

D. Obveznosti kandidata

Izpit.

DIDAKTIKA FIZIKE

A. Obseg ur

30 kreditov (16 Ep, 14 lrd)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Kandidati se seznanijo z razvojem fizike kot strokovne in izobraževalne znanosti. Seznanijo se z značilnimi sistemi izvajanja pouka fizike (učni načrti - programi, učbeniško gradivo, pripomočki, učila...) v svetu, podrobneje spoznajo značilna gibanja in projekte pouka fizike v svetu in pri nas ter spoznajo in preizkusijo nekaj značilnih metod, oblik in organizacijskih shem, ki so značilne za te pristope oz. projekte. Spoznajo in osvojijo zahtevnejša strokovna in didaktična znanja za snovanje, artikuliranje, načrtovanje, pripravo in izvajanje, analizo in vrednotenje sodobnega pouka fizike. Samostojno razvijajo in preizkušajo sisteme učne diferenciacije in individualizacije pomembne za pouk fizike, kakor tudi najsodobnejšo izobraževalno in informacijsko tehnologijo.

Namen raziskav izobraževalne fizike je izboljšati kakovost učenja in poučevanja fizike v osnovnih in srednjih šolah, prav tako pa tudi izboljšati kakovost predavanj fizike na univerzi, saj lahko le s trajnim izboljševanjem kakovosti poučevanja fizike na vseh nivojih pripravimo nove generacije na uspeh v sodobnem svetu visoke tehnologije, ki temelji predvsem na fizikalnih odkritjih. Pri izvajanju raziskav na področju izobraževalne fizike bo poudarek na proučevanju uspešnosti odpravljanja napačnih konceptov ter

na uvajanju študija na daljavo. Predvideno je sodelovanje z Oddelkom za fiziko na Montana State University, ZDA, kjer profesor G. Francis raziskuje uspešnost metode »Physics by Inquiry« pri odpravljanju različnih napačnih konceptov študentov, prof. G. Tuthill pa vodi projekt izobraževanja na daljavo za učitelje fizike. Raziskave v okviru magistrskega študija bodo prispevale k razvoju teh projektov ter omogočile uporabo dosežkov tudi pri pouku fizike v Sloveniji.

Vsebina

1. Metodologija zgodovine fizike, zgodovinski viri. Osnovni centri in obdobja razvoja fizike. Razvoj posameznih področij fizike, kot npr.: klasične mehanike, termodinamike, elektrodinamike, optike, kvantne mehanike, statistične fizike, atomske in nuklearne fizike, fizike subatomske delcev, didaktike fizike, aplikativnih vej fizike itd. Pomembni fiziki in njihov prispevek k razvoju fizike. Slovenski fiziki. Filozofski, sociološki, psihološki, lingvistični itd. aspekti fizike. Fizika in druge znanosti.
2. Temeljna didaktika pouka fizike. Problemski in eksperimentalni pouk fizike. Sistemi in projekti pouka fizike v svetu in pri nas. Nivojski pouk fizike. Eksterno preverjanje, zaključni izpit, matura. Raziskovalno - mentorsko delo v razredu. Reševanje fizikalnih problemov - priprava raziskovalnih in problemskih izhodišč. Učitelj raziskovalec.
3. Sodobne smeri v didaktiki pouka fizike. Diferenciacija in individualizacija pouka fizike. Sukcesivno kombiniranje temeljnega in nivojskega učnega dela. Individualno načrtovani pouk fizike. Projektno učno delo v fiziki. Timski pouk. Izbirna učna diferenciacija in individualizacija. Delo z nadarjenimi učenci. Interesne in izvenšolske dejavnosti fizike.
4. Sodobna izobraževalna in informacijska tehnologija pri pouku fizike. Računalnik pri pouku fizike. Konceptualno poučevanje fizike. Izobraževalna omrežja - Internet... Multimedija. VRML.
5. Sodelovanje v raziskovalnem projektu (vodenje mladega raziskovalca - srednješolca, delo na raziskovalnem projektu oddelka za fiziko).
6. Uvod v raziskave učenja in poučevanja fizike:
 - pregled modernih metod učenja in poučevanja,
 - primerjalna analiza uspešnosti učnih metod,
 - osnovne metode za oceno uspešnosti: anketa, standardizirani testi,
 - statistična analiza podatkov,
 - vključevanje v mednarodne projekte raziskav poučevanja fizike.
7. Eksperimentalne vaje: sodobne merske tehnike, zahtevnejši demonstracijski in množični eksperimenti, raziskovalni eksperimenti (fizika trdne snovi, tekoči kristali, atomska fizika, biofizika, fizika delcev...), razvijanje, konstruiranje in preverjanje eksperimentalnega pribora, naprav, zbirk, zahtevnejših eksperimentalnih vaj itd.

C. Osnovna literatura

- 1) Resnick, D. Halliday: Fundamentals of Physics. London: Wiley and Sons, 1993.
 - 2) Beiser: Concepts of Modern Physics. New York: Mc Graw-Hill, 1987.
 - 3) Strnad: Fizika I,II,III in IV. Ljubljana: DZS, 1982.
 - 4) Gerlič: Metodika in metodologija pouka fizike. Maribor: PEF Maribor, 1984.
 - 5) Gerlič: Računalništvo v izobraževanju. Maribor: PEF Maribor, 1991.
 - 6) Učbeniki, priročniki, napotki za eksperimentalno delo slovenskih in tujih založb.
- Revije: Physics Teacher, Physics Education, Technology&Learning, Computers&Education, Educational Technology in slovenske fizikalne, računalniške ter didaktične revije.

D. Obveznosti kandidata

Izpit in seminar.

ELEMENTARNA FIZIKA

A. Obseg ur

8 kreditov (8 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji:

Študent naj ponovi osnovne koncepte elementarne fizike iz mehanike, toplote, elektrostatike in elektrodinamike, optike in atomike. Pri tem se osredotoči predvsem na naravoslovne primere vsakdanjega življenja (fizika, biologija, kemija). S tem razširi področje obravnave fizikalnih zgledov na ostala naravoslovna področja in se tako usposobi za interdisciplinarno obravnavo naravoslovnih pojavov na elementarni ravni. Namen predstavljenega predmeta je predvsem vzpostaviti povezavo med vsakdanjim življenjem in vsebino osnovne in srednješolske fizike. Na ta način želimo učencem vzbuditi interes za pouk fizike. Poleg tega se v predmetu izraža interdisciplinarni značaj fizike.

Vsebina:

- vremenski pojavi, blisk in grom,
- fizika raznih zvrsti športa (tek, skok, plezanje, tenis, plavanje, potapljanje,...),
- barve in zaznavanje barv,
- glas in sluh,
- glasbeni instrumenti.

Vsebina se bo posodabljala, dopolnjevala in prilagajala interesom študentov in ožjemu področju njihove usmeritve v tem študiju.

C. Osnovna literatura

- 1) David Falk, Dieter Brill, David Stork "Seeing the Light", Harper and Row, New York, 1986.
- 2) Thomas D. Rossing "The Science of Sound", Addison Wesley, Reading, 1982.
- 3) Klaus Willimczik "Biomechanik der Sportarten", rororo 2680, Rowohlt, Reinbek/Hamburg, 1989.
- 4) David F. Griffing, "The Dynamics of Sports" , The Dalog Company, Oxford/Ohio, 1988.
- 5) Karl Luchner, "Fliegen - Angewandte Physik", Praxis Schriftenreihe Physik Bd. 48, Aulis Verlag, Koeln, 1992.
- 6) Edeltraud Schweiger, "Groessenordnungen in der Physik", Unterrichtsthemen Bd.2, Hoelder-Pichler-Tempsky, Wien, 1994.
- 7) John R. Cameron, James G. Skofronick, Roderick M Grant, "Physics of the Body", Madison Physics Pub., Madison/Wisconsin, 1992.

D. Obveznosti kandidata

Pisni in ustni izpit iz elementarne fizike.

FIZIKA KOMPLEKSNIH SISTEMOV

A. Obseg ur

8 kreditov (4 Ep, 4 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Fenomenološki opis za pojave, ki jih opišemo s sistemi diferencialnih enačb v evklidski ali fraktalni geometriji in se obravnavajo pri pouku fizike v osnovni in srednji šoli. Študent razvija sposobnost za modeliranje kompleksnih naravnih pojavov. Predmet nakazuje uporabo fizike pri opisu transporta makromolekul, kemijskih in biokemijskih reakcij ter bioloških in medicinskih sistemov.

Poleg tega so predstavljeni preprosti modelni sistemi, ki pojasnjujejo vrsto vsakdanjih naravnih pojavov. Med drugim je predstavljena fizikalna interpretacija evolucije živih bitij, razvoja pogovornega jezika, populacije velemest, prometnih zastojev, potresnih aktivnosti, osnovnih zakonitosti ekonomije, življenske poti posameznika... Vse te raznovrstne pojave opisuje teorija samoorganizirane kritičnosti, za katere razumevanje zadostuje nivo srednješolske fizike. Posebno slednje teme predstavljajo privlačno vez za učenje fizike in nakazujejo njen širok interdisciplinarni doseg.

Vsebina

1. Opis fizikalnih sistemov s fraktalno geometrijo. Fizika makromolekul. Tekoči kristali. Geli in aerogeli.
2. Opis transporta v poroznih materialih. Darcyjev zakon. Transport encimov v bioloških sistemih. 'Pametni geli': uporaba pri konzervaciji umetniških del in v medicini.
3. Kemijske reakcije, omejene s transportom: difuzijsko omejena agregacija, reakcija Belousov-Žabotinski, fibrinoliza.
4. Nevronske mreže. Opis pomnjenja z modeli spinskih stekel. Hopfieldova nevrnska mreža. Učna pravila pri večnivojskih nevrnskih mrežah. Uporaba pri modeliranju fizikalnih sistemov.
5. Teorija samo-organizirane kritičnosti: potresi, evolucija živih bitij, razvoj jezika, prometni zastoji, populacija velemest, osnovne zakonitosti ekonomije, življenje posameznika.

C. Osnovna literatura

- 1) Feder, Fractals (Plenum, New York, 1988).
- 2) Bear, Dynamics of Fluids in Porous Media (Elsevier, New York, 1972).
- 3) Vicsek, Fractal Growth Phenomena (World Scientific, Singapore, 1989).
- 4) Khanna, Foundations of Neural Networks (Addison-Wesley, 1990).
- 5) J. MacGregor, Neural and Brain Modeling (Academic Press, San Diego, 1987).
- 6) M. Gell-Mann, The Quark and the Jaguar (W.H. Freeman and Co., New York, 1996).

D. Obveznosti kandidata

Pisni in ustni izpit.

FIZIKA TEKOČIH KRISTALOV

A. Obseg ur

8 kreditov (4 Ep, 4 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Kandidat se seznani z različnimi tekoče-kristalnimi fazami. Raznovrstne tekoče kristalne faze predstavljajo "eksperimentalni poligon" fizike, saj lahko na njih relativno enostavno in ceneno preučujemo praktično vse fizikalne pojave z izjemo relativističnih efektov. V predmetu je poudarjen predvsem interdisciplinarni pomen študija tekočih kristalov.

Predstavljeni so poskusi, ki so izvedljivi v šolah. Kandidati dobijo dovolj namigov, da lahko le-te sami postavijo v okviru finančnih možnosti šole. Poseben poudarek je na analogiji med vrsto popularnih področij fizike (npr. nastanek in širjenje vesolja, kvarki, superprevodnost) in fiziko tekočih kristalov. Na primeru tekočih kristalov so ti pojavi predstavljeni na nivoju, ki je sprejemljiv za program fizike osnovne in srednje šole. Za nekatere pojave so predstavljene računalniške simulacije, ki so zastonj dosegljive na internetu.

Vsebinska

1) Predstavitev nekaterih tekočokristalnih (TK) faz (nematična, holesaterična in smektične faze).

2) Modelni opisi TK faz:

molekularni (Maier-Saupe model) in kontinuumski pristop (Frankov in Landau-

de Gennesov model), fazni prehodi; primerjava s faznim prehodom voda-

para.

3) Defekti v tekočih kristalih:

- primerjava sil med defekti v TK in silami med električnimi naboji, sile med kvarki,
- dinamika defektov TK in analogija s širjenjem vesolja,
- struktura nematičnega točkovnega defekta, analogija s hipotetičnim magnetnim monopolom,
- primerjava zvite dislokacije v smektični A fazi in defekti v supraprevodniku.

4) Omejeni tekoči kristali:

vpliv pojava končnih dimenzij površine na fazno obnašanje tekočega kristala.

5) Tekoči kristali in različne aplikacije. Predstavljeni so predvsem poskusi, ki so izvedljivi v šolah.

Vsebinska se bo posodabljalala, dopolnjevala in prilagajala interesom študentov in ožjemu področju njihove usmeritve v tem študiju.

C. Osnovna literatura

- 1) P.G.De Gennes, J.Prost, The Physics of Liquid Crystals, Oxford University Press, 1993.
- 2) G.Vertogen, W.H.de Jeu, Thermotropic Liquid Crystals, Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- 3) S. Chandrasekhar, Liquid Crystals, Cambridge, University Press, New York, 1992.d

D. Obveznosti kandidata

Sprotne pisne domače naloge, ustni izpit.

FIZIKALNA KEMIJA

A. obseg ur

16 kreditov (12 Ep, 4 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Kandidat se seznani z določenimi izbirnimi vsebinami iz fizikalne kemije in pri tem podrobneje spozna povezanost fizike in kemije pri snovnih preosnovah. Razen tega razvije študent sposobnosti samostojnega kreativnega razmišljanja na osnovi modelnih predstav in teoretičnih izpeljav.

Nakazana je povezava predstavljenih vsebin z vsebinami osnovno in srednješolskih programov. Program poudarja povezavo med kemijo in fiziko. Učitelju fizike je v pomoč predvsem pri izvedbi poskusov na področjih, ki povezujejo fiziko in kemijo.

Vseбина

1. Termokemija, drugi zakon termodinamike, koncept statistične termodinamike.
2. Sprememba stanja, kemijske reakcije, ravnotežje.
3. Ionski transport in molekulska difuzija, hitrost kemijskih reakcij, kinetika kompleksnih reakcij, molekulska reakcijska dinamika.

C. Osnovna literatura

- 1) P. W. Atkins, Physical Chemistry, 5th ed., Oxford University Press, Oxford 1994.
- 2) R. A. Alberty, R. J. Silbey, Physical Chemistry, 1st ed. John Wiley & Sons Inc., New York, 1992.
- 3) I. N. Levine, Physical Chemistry, 2nd ed., Mc Graw-Hill Book Company, 1983.

D. Obveznost kandidata

Ustni izpit.

HIDRODINAMIKA IN TEORIJA VALOV

A. Obseg ur

16 kreditov (12 Ep, 4 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Kandidat se seznani s hidrodinamiko v celoti, tako idealno nestisljivo kot viskozno in stisljivo. V okviru prve se posebej poglobi v linearno in nelinearno teorijo površinskih valov.

Predmet je predvsem namenjen srednješolskim učiteljem. Na primeru hidrodinamike in teorije valov se seznani z nekaterimi splošnimi nelinearnimi pojavi, ki se pojavljajo v raznovrstnih naravnih pojavih. Predmet je pomemben predvsem zato, ker popravlja zavajajoč pogled na naravne pojave, ki ga vsiljuje osnovno in srednješolski program fizike. Le ta sloni na linearnih pojavih, ki so analitično rešljivi in zato z didaktičnega stališča primernejši. Po drugi strani pa to vodi do napačne predstave o prevladujočem linearnem obnašanju narave.

Vseбина

Idealne nestisljive tekočine. Kontinuitetna, Eulerjeva in Bernoullijeva enačba. Kelvinov zakon. Potencialni tok. 2D tok. Milne-Thomsonov in Blasiusov izrek. Uporaba konformnih preslikav. Tok okoli letalskega krila. Gravitacijski in kapilarni valovi na globoki in plitvi vodi. Linearizacija. Stokesov razvoj. Samotni val. Nelinearne resonančne interakcije. Stabilnost valov. Viskozne tekočine. Eksaktne rešitve. Tok pri majhnem in velikem Reynoldsovem številu. Efekti stisljivosti. Udarni valovi. Uporaba karakteristik pri dinamiki plinov.

C. Osnovna literatura

- 1) M.E. O Neil, F. Chorlton, Ideal and incompressible fluid dynamics, Ellis Horwood Limited (1986).
- 2) M.E. O Neil, F. Chorlton, Viscous and incompressible fluid dynamics, Ellis Horwood Limited (1989).

3) L. Debnath, Nonlinear water waves, Academic Press (1994).

D. Obveznosti kandidata

Pismeni in ustni izpit.

INFORMATIKA IN RAČUNALNIŠTVO PRI POUKU FIZIKE

A. Obseg ur

16 kreditov (8 Ep, 4 Se, 4 Lv)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Kandidati se seznajajo z možnostmi povezovanja informatike in računalništva s poukom fizike. Spoznajo fizikalne osnove računalništva in informacijskih sistemov, razširijo znanja s področja programiranja, podatkovnih struktur, omrežij, informacijskih sistemov... Spoznajo pomembnejše poti za izboljšanje, moderniziranje metod in tehnik poučevanja fizike z in ob računalniku.

Vsebina

1. Fizikalne osnove računalništva. Organizacija in arhitektura sodobnih računalniških sistemov. Računalniška periferija. Operacijski sistemi.
2. Analiza in implementacija programskih jezikov ter spoznavanje sodobnih metod v programiranju. Objektno - dogodkovno programiranje.
3. Osnovne podatkovne strukture in algoritmi. Podatkovne baze in delo z njimi.
4. Področja in modeli uporabe računalnika pri pouku fizike. Strategije nižje zahtevnosti uporabe računalnika pri pouku fizike: vzgojno-izobraževalne igre, vaja in utrjevanje, testni sistemi, računalniške programirane učne enote - strategija poučevanja.
5. Strategija dialoga in iskanja informacij - tradicionalna izobraževalna podatkovja, strategija reševanja problemov, računalniške simulacije fizikalnih problemov, računalniška učila, računalniška pomagala.
6. Teorija in praksa vključevanja računalnika v fizikalni eksperiment. Osnove računalniških krmiljenj in robotike.
7. Konceptualno poučevanje fizike - CoLoS.
8. Multimedijски sistemi v pouku fizike. Vizualizacija fizikalnih pojavov. Avtorski sistemi za pripravo tradicionalnih in multimedijskih prezentacij.
9. Izobraževalna omrežja. Internet in pouk fizike. Osnove HTML in VRML.
10. Planiranje in strokovno ter didaktično ovrednotenje uporabe informatike in računalništva pri pouku fizike.

C. Osnovna literatura

F. Bratkovič, V. Guštin: Osnove računalnikov za elektrotehnike. Ljubljana: FER, 1992
L. Bolc: Computational Models of Learning. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo: Springer- Verlag, 9187.
R. Azarmsa: Educational Computing - Principles and Applications. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications, 1991.
R.E. Bergman, T.V. Moore: Managing Interactive Video / Multimedia projects. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications, 1991.
I. Gerlič: Metodika in metodologija pouka fizike. Maribor: PEF Maribor, 1984.
I. Gerlič: Računalništvo v izobraževanju. Maribor: PEF Maribor, 1991.
Učbeniki, priročniki, napotki za učitelje, medijska in računalniška programska oprema slovenskih in tujih založb. Revije: Physics Teacher, Physics Education, Technology&Learning, Computers&Education, Educational Technilogy in slovenske fizikalne, računalniške ter didaktične revije.

D. Obveznosti kandidata

Opravljenе vaje, zagovor projektne naloge, praktični - ustni izpit.

METODE EKSPERIMENTALNE FIZIKE

A. Obseg ur

16 kreditov (12 Ep, 4 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Kandidat se seznani z eksperimentalnimi merskimi metodami v fiziki. Najprej se obdelajo fizikalni principi raznih spektroskopskih metod, nato pa se obdelava izvedba eksperimentov ter analiza rezultatov meritev. Fizika v tem predmetu se navezuje na glavna predmeta podiplomskega študija Trdna snov in Pregled klasične fizike.

Prikazana je možna izvedba nekaterih poskusov s standardno opremo v osnovnih in srednjih šolah. Za te primere je predstavljena možna eksperimentalna postavitve in dosegljiva natančnost poskusov. Nakazane so vsebine v programu osnovnih in srednjih šol, v katere bi lahko vključili te poskuse. Za bolj zahtevne poskuse so predstavljeni računalniški simulacijski programi, ki so zastonj dosegljivi na internetu.

Vsebina

1. Jedrska magnetna resonanca
2. Jedrska kvadrupolna resonanca
3. Elektronska paramagnetna resonanca
4. Slikanje z magnetno resonanco v medicini
5. Dielektrična spektroskopija
6. Meritve magnetne susceptibilnosti
7. Optično sipanje
8. Nevtronsko sipanje
9. Uporaba SQUID-a (Superconducting Quantum Interference Device) za meritve majhnih magnetnih polj
10. Poskusi v posebni in splošni teoriji relativnosti
11. Merjenje radioaktivnih razpadov
12. Doseganje ultra nizkih temperatur

C. Osnovna literatura

C.P. Slichter, Principles of Magnetic Resonance, Springer, Berlin (1980).

R.Blinč, B.Žekš, Soft Modes in Ferroelectrics and Antiferroelectrics, North Holland, Amsterdam (1974).

D. Obveznosti kandidata

Kandidat pripravi predstavitev fizikalnih principov, izvedbe in analize izbrane eksperimentalne merske metode v obliki seminarske naloge.

MODELSKA ANALIZA

A. Obseg ur

16 kreditov (8 Ep, 8 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Študenti:

- spoznajo osnove matematično fizikalnega modeliranja,
- na primerih nekaj zahtevnejših nalog spoznajo formulacije nalog, naučijo se ustreznih metod za reševanje in interpretacijo rezultatov.

Predmet je namenjen predvsem srednješolskim učiteljem. Naučijo se osnovnih zakonitosti prepisa naravnih pojavov v matematični jezik. Dobijo vpogled v

verodostojnost takšnega opisa in se seznanijo s pojmom univerzalnosti. Posebno ta komponenta predmeta je bistvena za razumevanje interdisciplinarnega pomena fizike.

Vsebina

1. Razmerje med enostavnostjo in vernostjo modelov: modeliranje sistema plenilec-plen, modeliranje pretoka prometa v mestu, razdelčni modeli transporta.
2. Lokalni in globalni modeli: modeli iz zakonov gibanja v lokalni obliki, modeli iz variacijskih načel.
3. Zvezni in diskretni modeli: diskretni modeli fizikalnih sistemov, numerične sheme osnovnih enačb matematične fizike.
4. Linearni in nelinearni modeli: hidrodinamika, linearizacija, stabilnost na fluktuacije.
5. Slučajni modeli: molekularna dinamika, metoda Monte Carlo, Metropolisov algoritem.
6. Eliptične parcialne diferencialne enačbe in Greenove funkcije.
7. Analitične funkcije in konformne preslikave.
8. Hiperbolične in parabolične parcialne diferencialne enačbe.
9. Variacijski modeli: problem lastnih vrednosti, Ritzova metoda, metoda Galerkina.

C. Osnovna literatura

A. V. Bitsadze, Equations of Mathematical Physics, Mir Publishers, 1980.
R. H. Martin, Elementary Differential Equations with Boundary Value Problems, McGraw-Hill, 1984.
Press et al., Numerical Recipes.

D. Obveznosti kandidata

Sprotno pisne domače naloge, pisni in ustni izpit.

NAPREDNE MATEMATIČNE METODE V FIZIKI

A. Obseg ur

16 kreditov (8 Ep, 8 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Splošna težnja je, da se razvijejo pomembna orodja funkcionalne analize, teorija operatorjev in teorija parcialnih diferencialnih enačb v vzajemnem predmetu. Da vpeljemo osnove Hilbertovih prostorov, začnemo s konceptom normiranega linearnega prostora. Zaradi njihovega izjemnega pomena v kvantni mehaniki se posvetimo njihovim detaljnim lastnostim. Najprej preučimo osnovne lastnosti simetričnih in kompaktnih operatorjev, ki predstavljajo prvi korak k uvedbi sebi-adjungiranih operatorjev, ki igrajo pomembno vlogo v kvantni mehaniki.

Teorija sebi-adjungiranih operatorjev je raziskana glede na njihove najbolj izstopajoče aplikacije, kot npr. lastnosti rešitev Schrödingerjeve enačbe. Obravnavani so posebni Schrödingerjevi operatorji kot npr. Hamiltonian H-atoma. S stališča neanalitičnih rešitev Schrödingerjeve enačbe obravnavamo osnove holomorfnih in asimptotskih perturbativnih teorij.

Nato predstavimo nekaj primerov, za katere obstajajo zaprte analitične rešitve Schrödingerjeve enačbe. Tu se vzpostavi naravna povezava s specialnimi funkcijami in ortogonalnimi polinomi.

Preden se lotimo poglavja parcialnih diferencialnih enačb, predstavimo razrede rešitev navadnih diferencialnih enačb.

Klasično teorijo diferencialnih enačb vpeljemo iz aplikativnega in računskega vidika. Obravnavamo tri klasične tipe parcialnih diferencialnih enačb, kot tudi pripadajoč problem robnih pogojev. Predstavljenih je nekaj zanimivih primerov nelinearnih

parcialnih enačb. Kot pomemben predstavnik problema nelinearnih robnih pogojev v kontekstu parabolčnih enačb je vpeljan Stefanov problem. Predavanja zaključujejo osnove verjetnostnih teorij s poudarkom na aplikaciji v teoriji porazdelitev. Nakazana je povezava z močno metodo za reševanje parcialnih diferencialnih enačb v znanstvenih izračunih, ki jo nudi Sobolev-ov prostor.

Vsebina

Linearni prostori
 Banachovi in Hilbertovi prostori
 Simetrični in kompaktni operatorji
 Sebi-adjungirani operatorji
 Osnove spektralne teorije
 Perturbativna teorija linearnih operatorjev
 Matematične osnove Schrödingerjeve enačbe
 Točne rešitve Schrödingerjeve enačbe
 Specialne funkcije in ortogonalni polinomi
 Strategija reševanja za navadne diferencialne enačbe
 Eliptične parcialne diferencialne enačbe
 Hiperbolične parcialne diferencialne enačbe
 Parabolične parcialne diferencialne enačbe
 Primeri nelinearnih parcialni diferencialnih enačb
 Stefanov problem
 Osnove teorije verjetnosti
 Uvod v teorijo porazdelitev
 Koncept Sobolev-ovega prostora

C. Osnovna literatura

- 1) C.L. De Vito: Functional Analysis and Linear Operator Theory, Addison Wesley, ISBN 0-201-11941-2.
- 2) A. Tveito, R. Winther: Introduction to Partial Differential Equations. A Computational Approach, Springer, ISBN 0-387-98327-9.
- 3) R.B. Guenther, J.W.Lee: Partial Differential Equations of Mathematical Physics and Integral Equations, Dover Publications, Inc., New York, ISBN 0-486-68889-5.
- 4) M. Reed, B. Simon: Methods of Modern Mathematical Physics, Vol.1,2,3,4,Academic Press.
- 5) T. Kato: Perturbation Theory for Linear Operators, Springer, ISBN 3-540-58661-X.

D. Obveznosti kandidata

Domače naloge in končni izpit.

NELINEARNA DINAMIKA

A. Obseg ur

16 kreditov (8 Ep, 8 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Obnoviti in dopolniti osnove teorije klasične mehanike ter dinamike, ki jih je kandidat pridobil pri dodiplomskem študiju, vendar na nivoju primernem tudi za zainteresirane dodiplomske in podiplomske študente ter študente in raziskovalce drugih študijskim smeri, kjer je solidno znanje dinamike koristno ali ključno za matematično modeliranje. Te smeri, poleg fizike, so lahko: matematika, kemija, biologija, tehnika (vse smeri) ter ekonomija. Glavni cilj je pa uvod v nelinearno dinamiko, teorijo klasičnega kaosa v

dinamičnih sistemih, kar bomo obravnavali v drugem delu predavanj. Namen je, da posredujemo kandidatu potrebno znanje v okviru nelinearne dinamike, tako da bo usposobljen za vstop v raziskovalno delo ter pripravo in izvedbo magistrskega ali/in doktorskega dela na tem področju. Pri tem bomo dosegli cilj tudi tako, da bomo v predavanja vključili nekaj kvalitetnih seminarjev.

Vsebina

Uvod v dinamiko:

- Avtonomni dinamični sistemi prvega reda
- Linearne transformacije ravnine
- Avtonomni dinamični sistemi drugega reda
- Konservativni hamiltonski sistemi z eno prostostno stopnjo
- Lagrangiani
- Teorije transformacij
- Kotne in akcijske spremenljivke
- Teorije motenj
- Adiabatični in hitri oscilirajoči pogoji
- Linearni sistemi
- Kaotično gibanje in nelinearne preslikave

Uvod v nelinearno dinamiko:

- Uvod in pregled
- Enodimenzionalne preslikave
- Čudni atraktorji (strange attractors) in fraktalna dimenzija
- Dinamične lastnosti kaotičnih sistemov
- Kaotične množice, ki niso atraktorji
- Kvaziperiodičnost
- Kaos v hamiltonskih sistemih
- Kaotični prehodi
- Multifraktali
- Kvantni kaos

C. Osnovna literatura

- 1) Ian Percival and Derek Richards: »Introduction to Dynamics«, Cambridge University Press, 1982, ISBN 0 521 28149 0.
- 2) Edward Ott: »Chaos in Dynamical Systems«, Cambridge University Press, 1993, ISBN 0 521 43799 7.
- 3) A.J. Lichtenberg and M.A. Lieberman: »Regular and Stochastic Motion«, Springer, 1983, ISBN 3-540-90707-6.

D. Obveznosti kandidata

Sprotne pisne domače naloge in seminarske naloge ter zaključni izpit.

NUMERIČNE SIMULACIJE V FIZIKI

A. Obseg ur

8 kreditov (4 Ep, 4 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Kandidat se seznani z nekaterimi analitično nerešljivimi fizikalnimi pojavi in jih reši numerično. Poudarek je na samostojnem delu in na poglobljeni fizikalni razlagi dobljenih rezultatov. Fizika predmeta se tesno navezuje na glavne predmete magisterija (Pregled klasične fizike in Trdna snov).

Predmet je namenjen predvsem srednješolskim učiteljem fizike. Učitelj na primerih spozna nekatere posledice nelinearnosti, ki spremljajo vsakdanje življenje. Poudarjena je univerzalnost rešitev nekaterih problemov, ki potrjujejo interdisciplinarni pomen fizike. Slednji je poudarjen predvsem pri numerični simulaciji pojavov samoorganizirane kritičnosti, ki pojasnjuje vrsto pojavov v kompleksnih sistemih (npr. potresi, prometni zastoji, spektralna sestava šuma, evolucija živih bitij...). Predstavljene so tudi

simulacije, ki popestrijo obstoječi program fizike, kemije, biologije in geografije in so dosegljive na internetu.

Vsebina

- 1) Continuumski opis snovi:
reševanje nelinearnih diferencialnih enačb, ki izhajajo iz kontinuumskega opisa snovi;
iskanje tipičnih dolžin oz. časa, ki daje kvalitativno oceno oblike rešitve.
- 2) Molekularni opis snovi:
metoda Monte Carlo na primeru prehoda iz paranematske v feromagnetno fazo (mrežni model spinov);
metoda molekularne dinamike na primeru podolgovatih molekul, ki sodelujejo s sterično interakcijo (mrežni in splošni primer);
preučevanje faznih lastnosti preučevanega sistema v odvisnosti od pojava končnih dimenzij in interakcij ob mejni površini;
pomembne fizikalne količine pri simulaciji eksperimentov, numerično računanje (autokorelacijska in parska korelacijska funkcija).
- 3) Metoda naključnega sprehajalca:
študij samoorganiziranih sistemov (npr. nastanek rakaste celice, evolucija pokrajinskega reliefa...).

C. Osnovna literatura

- 1) Franz J. Vesely, Computational Physics, Plenum Press, New York, 1994.
- 2) Članki v revijah Computational Physics.
- 3) Članki v revijah Physics World.

D. Obveznosti kandidata

Kandidat numerično reši izbran fizikalni problem in ga fizikalno preuči. Pripravi predstavitev, s katero obravnavan problem predstavi na osnovnošolskem ali srednješolskem nivoju.

NUMERIČNO MODELIRANJE EKOLOŠKIH PROCESOV

A. Obseg ur

8 kreditov (4 Ep, 4 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Osnovni namen predmeta je uvajanje kandidata v izrazito interdisciplinarno področje inženirskega modeliranja transportno-disperzijskih procesov v površinskih vodah in v ozračju. Slušatelj spoznava, kako povezati pridobljeno znanje s področja fizike, hidromehanike, numeričnih metod in računalništva z osnovami vodne kemije in mikrobiologije in na tej osnovi zgraditi kompleksne ekološke modele. Le-ti so potem lahko močno orodje pri določanju smotrnosti človekovih posegov v okolje, saj lahko vnaprej prognoziramo vpliv na spremembo kvalitete voda in ozračja. Teoretične vsebine so podprte s prikazom praktičnih primerov računalniške simulacije tokov in širjenja onesnaženja (hraniva, kemični ali biološki polutanti, naftni derivati itd.) v morju in jezerih.

Program nakazuje učitelju možne načine vključevanja okoljevarstvenih vsebin v osnovno in srednješolske programe. Poudarjen je interdisciplinarni karakter naravoslovnih ved. Prikazane so tudi računalniške simulacije, ki lahko popestrijo šolski pouk pri različnih predmetih (predvsem fizika in biologija). Program nudi vrsto tem, ki so zanimive za raziskovalno dejavnost učencev.

Vsebina

- a) Vsebina predavanj

Osnovni principi modeliranja. Porazdelitev modeliranja v hidrodinamično, disperzijsko in biokemično fazo. Eno-, dvo- in tro-dimenzijski modeli. Pregled numeričnih metod in računalniških programov, diagrami poteka. Detajlnjša obravnava hidrodinamičnih modelov. Robni pogoji. Verifikacija, analiza občutljivosti, umerjanje in validacija modelov. Primeri: 3D modeliranje tokov in širjenja onesnaženja v Bohinjskem in Blejskem jezeru ter severnem Jadranu, 2D modeliranje tokov v rekah (Sava, Soča, Drava).

b) Vsebina vaj

- Analitično in numerično reševanje konvekcijsko-difuzijske enačbe za transport snovi v vodi.
- Uporaba programa SIPOREK (LMTe) za hitro oceno onesnaženja v vodotokih. Priprava, račun in prikaz rezultatov za praktični primer.
- Uporaba programa SIMON (LMTe) za račun širjenja nafte v Tržaškem zalivu. Račun praktičnega primera in analiza vpliva posameznih faktorjev (veter, količina razlite nafte, specifična teža, temperatura zraka).
- Račun širjenja naftnega madeža s SAW modulom programa MIKE21 (DHI, Danska). Primerjava z rezultati modela SIMON.
- Račun širjenja težkih plinov v ozračju s programom ALOHA (NOAA, ZDA). Priprava podatkov in obdelava praktičnih problemov.

C. Osnovna literatura

- 1) S.E. Jörgensen, Fundamentals of Ecological Modelling, Elsevier, Amsterdam (1988).
- 2) G.T. Orlob, Mathematical modelling of Water Quality.

D. Obveznosti kandidata

Ustni in pismeni izpit.

PREGLED KLASIČNE IN MODERNE FIZIKE

A. Obseg ur

50 kreditov (35 Ep, 15 lrd)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Mikroskopski in makroskopski opis pojavov, ki se obravnavajo pri pouku fizike v osnovni in srednji šoli, pri čemer je poudarjen kvantitativni opis. Kandidat razvija sposobnost za naravoslovni in analitično sintetični način mišljenja. Predmet nakazuje povezavo teorijske fizike z eksperimentalno fiziko in tehnologijo.

V vseh vsebinah je nakazana možna aplikacija v osnovno in srednješolskih programih. Slednje predstavitve temeljijo predvsem na računalniških simulacijah, ki so dosegljive na internetu in na poskusih, ki so izvedljivi s standardno opremo šol. Kandidati se seznani z globljim ozadjem fizikalnih pojavov, ki jih poučujejo v šolah. Na ta način se tudi delno usposobijo za nadaljnjo raziskovalno delo z nadpovprečno nadarjenimi učenci. Predmet nakazuje vrsto odprtih tem, ki so primerne za raziskovalno dejavnost učencev.

Vsebina

Predmet sestavljajo v grobem naslednji tematski sklopi: (i) klasična mehanika, (ii) statistična fizika, (iii) trdna snov.

Klasična mehanika:

Lagrangeova formulacija mehanike. Simetrije in ohranitveni zakoni. Galilejeva invarianca. Uporaba: centralne sile, trki, togo telo, majhna nihanja.

Hamiltonova formulacija. Kanonične transformacije. Simetrije in ohranitveni zakoni. Hamilton-Jacobijeva enačba. Separacija. Koti in akcija.

Perturbacijske teorije. Kaotični Hamiltonski sistemi.

Statistična fizika:

Principi klasične in kvantne statistične mehanike. Osnovne relacije statistične termodinamike.

Obravnava sistemov, sestavljenih iz neodvisnih podsistemov (idealni eno in dvoatomni plin, plinska mešanica; monoatomske kristale; konfiguracija polimerov; kemijsko ravnotežje in kemijske reakcije, ravnotežje faz; vezava in adsorpcija majhnih molekul na površino oziroma makromolekulo.). Posplošitev na obravnavo sistemov, sestavljenih iz med seboj interagirajočih podsistemov (adsorpcija, kooperativna vezava; realni plin; elektrolitske raztopine;).

Kvantna statistika (Bose-Einsteinova in Fermi-Diracova statistika; sevanje črnega telesa; prevodniški elektroni).

Trdna snov:

Mrežna nihanja: harmonski približek, kvantizacija lastnih nihanj mreže, fononi, sipanje na fononih, specifična toplota trdnih teles, anharmonični efekti (termično raztezanje, toplotna prevodnost).

Kolektivni pojavi: dielektrične lastnosti dielektrikov, paraelektriki, feroelektriki, antiferoelektriki, supraprevodniki, spinski valovi in magnoni,

diamagnetizem, paramagnetizem, feromagnetizem, supraprevodnost

Landauova teorija faznih prehodov, metoda molekularnega polja, kritični pojavi in kritični eksponenti.

C. Osnovna literatura

- 1) E.J. Saletan, A.H. Cromer, Theoretical Mechanics, Wiley (1971).
- 2) E.A. Desloge, Classical Mechanics Vol.2, Wiley (1982).
- 3) R.A. Matzner, L.C. Shepley, Classical Mechanics, Prentice Hall (1991).
- 4) Reif: Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, McGraw Hill (1965).
- 5) L. Hill: An Introduction to Statistical Thermodynamics, Dover (1986).

D. Obveznosti kandidata

Pismeni in komisijski ustni izpit.

RAČUNALNIŠKA OMREŽJA IN STORITVE

A. Obseg ur

16 kreditov (8 Ep, 8 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Cilj predmeta je predstaviti študentom tehnologije ozadje dogajanja v modernih računalniških mrežah in na Internetu. Študentje bodo seznanjeni z možnostjo uporabe različnih storitev preko mreže in s sugestijami za povečanje učinkovitosti njene uporabe.

Vsebina

Lokalna in javna računalniška omrežja, Internet, arhitektura mrež in protokoli. TCP/IP protokol, naslavljanje in usmerjanje mrežnega prometa, konfiguracija Etherneta in modemske povezave. Osnovne mrežne storitve: imenski servis (DNS), elektronska pošta, mrežni datotečni sistem (NFS), mrežni informacijski sistem (NIS), nadzor in upravljanje mreže. Odpravljanje napak TCP/IP, varnost v mreži: kontrola dostopa, kriptografija, požarni zid. Mrežni strežnik in klienti, ozka grla pri uporabi mreže, izboljšave učinkovitosti mrežnega strežnika in klientov.

C. Osnovna literatura

- 1) Hunt, C. TCP/IP Network Administration, O'Reilly&Assoc., 1998, ISBN: 1-56592-322-7.
- 2) Killelea, P. Web Performance Tuning, O'Reilly&Assoc., 1998, ISBN: 1-56592-379-0.

D. Obveznosti kandidata

Seminarska naloga in ustni izpit.

SEMINAR

A. Obseg ur

16 kreditov (8 Ep, 8 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Razširiti znanje študentov in raziskovalcev na čim širšem področju teoretične in eksperimentalne fizike, soočiti študente z aktualnimi temami ter metodami znanstveno raziskovalnega dela na predstavljenih področjih, nuditi študentom vstop v raziskovalno delo ter jih motivirati, in nenazadnje nuditi možnost izbire mentorja.

Vsebina

Predavatelji, ki so predvidoma vabljeni predavatelji, iz domačih ter tujih raziskovalnih inštitucij, bodo podali oris svojega raziskovalnega področja tako, da bodo v 2/3 svojega časa pedagoško vsem dostopno predstavili področje, nato pa (zadnjo 1/3) orisali najnovejše izsledke, vključno z lastnimi, ter odprte probleme. Seminarska predavanja bodo praviloma v angleškem jeziku.

C. Osnovna literatura

Klasična literatura na relevantnih področjih ter naslednje revije: Scientific American, Science, Nature, New Scientist, Physics Today, Physics World, Physical Review Letters, Physical Review, Europhysics Letters, J.PhysA, Physics Letters, Physics Reports, Rep.Prog.Phys., Physica D, Chaos, MNRAS, Astronomy and Geophysics, in številne druge, ki pokrivajo specialna področja.

D. Obveznosti kandidata

Udeležba na najmanj 66% vseh seminarskih predavanj.

UVOD V KVANTNO TEORIJU POLJA IN FIZIKO DELCEV

A. Obseg ur

16 kreditov (8 Ep, 8 Se)

B. Cilji in vsebina

Cilji

Podane so osnove perturbacijskih izračunov v kvantni teoriji in aplikacije na fiziko osnovnih delcev ter fiziko kondenzirane materije. Izpeljani so trinivojski Feynmanovi diagrami in izračun fizikalnih količin za reprezentativni interakcijski sistem fermionov in bozonov. Omenjeni so tudi radiativni popravki in renormalizacija fizikalnih parametrov. Predavanja nudijo osnovo za kvantitativni študij fizikalnih pojavov v fiziki elementarnih delcev, npr. sipalni procesi elementarnih delcev v pospeševalnikih, kot tudi v fiziki kondenzirane materije, npr. uporaba renormalizacijske grupe v faznih prehodih kondenzirane materije. V predavanjih so torej podana neobhodna orodja za študij fizike elementarnih delcev kot tudi fizike kondenzirane materije. Nudi tudi uporabna orodja za jedrsko (in atomsko) fiziko več teles.

Vsebina

- Klein-Gordonova enačba, simetrije pripadajočega Lagrangiana in druga kvantizacija delcev spina-0.
- Diracova enačba, njene simetrije in druga kvantizacija delcev s spinom $\frac{1}{2}$.
- Maxwellova enačba, umeritvena simetrija, druga kvantizacija delcev s spinom 1.
- Tipi interakcij: skalarna, Yukawa-ina, umeritveno invariantne interakcije.
- Uvod v perturbativne izračune v kvantni teoriji polja, demonstrirano na delcih s spinom 0:
 - a) Izpeljava tri-nivojskega Feynmanovega diagrama za S-matriko,

- b)
- c) reakcijski presek in izračun razpadov.
 - Perturbativni pristopi v kvantni elektrodinamiki:
 - a) izpeljava Feynmanovih pravil s fermioni in polji spinov 1,
 - b) izračuni za tipične primere sipalnih procesov in razpadov.
 - Vpeljava radiativnih popravkov in renormalizacija:
 - a) vertex popravek,
 - b) vakuumaska polarizacija.
 - Aplikacije v sipalnih procesih v pospeševalnikih in sistemih fizike kondenzirane materije.

C. Osnovna literatura

M. Peskin: Introduction to Field Theory.

Pomembne dodatne reference:

C. Izykson and J.B. Zuber: Quantum Field Theory.

I. Aitchison and A. Hey: Gauge Theories in Particle Physics.

C. Quigg: Gauge Theories of Strong, Weak and Electromagnetic Interactions.

D. Obveznosti kandidata

Domače naloge in končni izpit.