

dr. Andreja Šarlah

Teorijska fizika I

(FMF, Pedagoška fizika, 2009/10)

kolokviji in izpiti

Vsebina

Mehanika in elastomehanika	2
1. kolokvij	2
2. kolokvij	3
1. izpit	4
2. izpit	5
3. izpit (2011)	6
4. izpit (2013)	7
Hidrodinamika in elektromagnetno polje	8
1. kolokvij	8
2. kolokvij	9
1. izpit	10
2. izpit	11
3. izpit (2014)	12

1. KOLOKVIJ IZ TEORIJSKE FIZIKE I: 2009/10
4. 12. 2009

1. Vzmetno nihalo je v prostem krajišču vrtljivo pritrjeno na gladko vodoravno podlago. Dolžina neraztegnjene lahke vzmeti s prožnostnim koeficientom k je l , masa majhne uteži, ki je pritrjena nanjo, pa znaša m . Utež se po podlagi giblje brez trenja in v kateri koli smeri.
 - (a) Zapišite Lagrangeovo funkcijo opisanega sistema in ustrezne Euler-Lagrangeove enačbe gibanja!
 - (b) Obravnavajte možne rešitve enačb!
 - (c) Določite parametre krožnega gibanja, če je vrtilna količina sistema $\sqrt{8mk l^4}$! Kolikšna je energija vzmeti pri tem načinu gibanja?
 - (d) Obravnavajte gibanje uteži iz prejšnjega primera po tem, ko nanjo delujemo s kratkotrajnim sunkom sile $\int F dt = mu_0$ v radialni smeri!
2. Raziskovalna vesoljska sonda Messenger, ki je 3. avgusta 2004 startala z Zemlje, naj bi se 18. marca 2011 vtirila v Merkurjevo orbito. Ko se bo sonda približala Merkurju na višino 200 km nad njegovim površjem, bo njena hitrost 2,6 km/s in v tangentialni smeri. Kakšen bo tir njenega gibanja? (Določite tip in njegove parametre.) Za koliko bi morali zaviralni raketni motorji zmanjšati to hitrost, da bi se sonda vtirila v krožno orbito? Kolikšen bi bil v tem primeru obhodni čas? Masa Merkurja je $3,3 \times 10^{23}$ kg, njegov polmer pa 4878 km. Masa sonde je precej manjša od mase Merkurja.

Dodatno vprašanje: Na koliko pa bi morali zaviralni motorji zmanjšati hitrost, da bi sonda pristala na Merkurju?
3. Proti marmorni krogli s polmerom 0,5 m pošljemo curek zelo majhnih frnikol. Izračunajte totalni sipalni presek, če je polmer curka (a) 10 cm in (b) 0,6 m? Trk frnikol z marmorno kroglo lahko opišemo kot sipanje na trdi krogli, težišče krogle pa leži na geometrijski osi curka.

Dodatno vprašanje: Kakšna bi bila zgoraj omenjena sipalna preseka, če bi bilo težišče krogle za 1 cm oddaljeno od geometrijske osi curka?

Naloge so vredne po vrsti 1 1/4, 1 in 3/4 točke. Dodatni vprašanja nista všteti.

Uspešno!

2. KOLOKVIJ IZ TEORIJSKE FIZIKE I: 2009/10
28. 1. 2010

1. Lesena vrtavka je v spodnjem krajišču vrtljivo vpeta na vodoravno podlago. Zavrtimo jo tako, da njena simetrijska os z navpičnico oklepa kot 30° . Vrtavko lahko v približku opišemo kot leseno palčko z dolžino 6 cm in premerom 5 mm, ki prebada homogen lesen disk s premerom 6 cm in debelino 0,5 cm. Gostota lesa, iz katerega sta palčka in disk, je 700 kg/m^3 . Disk je od vpetega krajišča oddaljen za 2 cm.
 - (a) Najmanj kolikšna mora biti kotna hitrost vrtenja okrog simetrijske osi, da bo vrtavka v gravitacijskem polju lahko precedirala brez nutacije?
 - (b) Kolikšna je kotna hitrost čiste precesije, če se vrtavka v 1 sekundi 50-krat zavrti okrog lastne osi?
2. Deformacijo homogene kocke s stranico a opiše deformacijski vektor

$$\vec{u} = (\beta z, \gamma z, 0).$$

- (a) Zapišite pripadajoči deformacijski tenzor!
 - (b) V katerih smereh predstavlja dana deformacija razteg in v katerih stisk kocke?
 - (c) Kolikšni sta sila in navor na kocko?
3. Homogena jeklena palica s krožnim presekom je v enem krajišču togo vpeta, njeno drugo krajišče pa je podprto 2 mm nad višino togega vpetja. Dolžina palice je 1 m, premer 1 cm, gostota železa je 7800 kg/m^3 in Youngov modul $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.
 - (a) Izračunajte profil upogiba palice zaradi lastne teže!
 - (b) Kje je najnižja točka palice?
 - (c) S kolikšno silo deluje podpora na palico?
 - (d) Kolikšen je navor na togo pritrdišče palice?

Naloge so vredne po vrsti $3/4$, 1 in $1/4$ točke.

Uspešno!

1. IZPIT IZ TEORIJSKE FIZIKE I: 2009/10, ZIMSKI SEMESTER
25. 2. 2010

1. Tir neke kroglice opiše zveza $r = C\varphi^2$, kjer je $C > 0$ konstanta.
 - (a) Določite centralno silo in pripadajoči potencial, ki povzroča tako gibanje kroglice!
Namig: Enačbe gibanja prepisite v obliko z odvodi po kotu namesto po času.
 - (b) Narišite pripadajoči efektivni potencial ter komentirajte obstoj in lastnosti različnih možnih tirov!
2. Kvader z maso M in dolžino stranic a , $b = 1,2a$ in $c = 2a$ se vrti s kotno hitrostjo ω okrog osi po telesni diagonali.
 - (a) Izračunajte tenzor vztrajnostnega momenta tega kvadra v lastnem sistemu!
 - (b) Kolikšen je kot med vektorjema vrtilne količine in kotne hitrosti?
 - (c) Kolikšen navor deluje na kvader?
3. Na prosti konec jeklenega droga, ki je togo vpet v steno v vodoravni smeri, sede vrana. Kolikšen je povs droga glede na višino vpetja? Drog je dolg 1,5 metra, njegov premer je 2 cm. Gostota jekla je 7800 kg/m^3 , Youngov modul $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$, masa vrane pa je 1 kg.

Naloge so po vrsti vredne 1, 1 1/4 in 3/4 točke.

Uspešno!

2. IZPIT IZ TEORIJSKE FIZIKE I: 2009/10, ZIMSKI SEMESTER
10. 9. 2010

1. Atlet nad glavo zavrti kladivo – atletsko kladivo je kroglja z maso 7 kg, pritrjena na 1,2 m dolgi jekleni vrvi. Ko se kladivo po nekem času giblje le še v vodoravni ravnini, roka, ki drži kladivo, miruje, kroglja kroži okrog nje, dolžina vrvi kladiva pa je za 0,1 % večja od ravnovesne. Kolikšni sta pri tem načinu gibanja vrtilna količina in frekvenca vrtenja? Zapišite gibalno enačbo in izračunajte ustrezne parametre za tire, ki se le malo razlikujejo od krožnice! Youngov modul jekla je 2×10^{11} N/m², presek vrvi pa 5 mm². Vrv obravnavajte v režimu veljavnosti Hookovega zakona.
2. Izračunajte ravnovesno lego Foucaultovega nihala v Panteonu v Parizu! Podatki o nihalu: masa 28 kg, dolžina 67 m; geografska lega Pariza: N 48° 50,8' E 2° 20,7'; podatki za Zemljo: masa $6,0 \times 10^{24}$ kg, polmer 6400 km. *Podrobnejše navodilo: Zapišite enačbo gibanja nihala v inercialnem sistemu s pomočjo koordinat v vrtečem se sistemu. Ravnovesno lego, to je bodisi odklon nihala ali odmik krogle od navpičnice, izračunajte v okviru smiselnih in utemeljenih približkov.*
3. Homogen jeklen drog, masa droga je m_d , z zastavo je v vodoravni smeri togo vpet v steno. V vetru se je zastava ovila okrog droga, tako da porazdelitev njene mase po drogu opiše funkcija $m_z(x) = m_{z0}x/l$, kjer je m_{z0} masa zastave, l dolžina droga, x pa koordinata vzdolž droga, z izhodiščem v togem pritrdišču droga. Kolikšen je povprečni moment droga na prostem koncu?

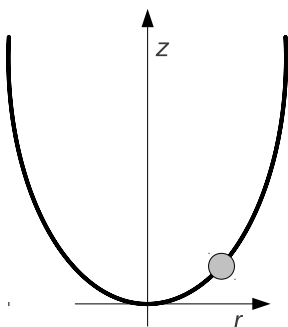
Naloge so vredne po 1 točko.

Uspešno!

3. IZPIT IZ TEORIJSKE FIZIKE I: 2009/10, ZIMSKI SEMESTER
18. 2. 2011

1. V izložbi draguljarne je razstavljena zlata ogrlica z biserom. Ogrlica je toga in ima parabolično obliko, $z = \alpha r^2$ (slika), biser pa se po njej giblje brez trenja. Da pritegne kupce, je vpeta, tako da se vrti okrog navpične osi s frekvenco 1 Hz. Biser malo izmaknejo iz najnižje lege. Čez koliko časa se bo vrnil v začetno izmaknjeno lego? Določite pogoje za morebitne druge načine gibanja bisera! Parameter α za opis oblike ogrlice ima vrednost 14,8/m.

Namig: Ustrezno parametrizirajte koordinate bisera, zapišite Lagrangeovo funkcijo in poiščite možne rešitve linearizirane enačbe!



2. Otrok bi rad kot vrtavko na konici zavrtel svojo barvico. Zavrti jo tako, da na navpično postavljeno barvico s konci prstov deluje s sunkom navora 5×10^{-5} Nms. Pri kolikšni dolžini barvice mu bo uspelo? Otroška barvica ima polmer 1 cm in je iz lesa z gostoto 470 kg/m^3 . Kolikšna je za tako kratko barvico kotna hitrost čiste precesije, ko se barvica okrog simetrijske osi vrti s frekvenco 50 Hz?
3. Delavca odložita homogen jeklen drog na dva podpornika, tako da je podprt na obeh krajiščih. Drog je ovit z izolacijskim materialom, katerega dolžinska gostota se spreminja kot $\lambda(x) = \frac{\pi m_i}{2l} \sin\left(\frac{\pi x}{l}\right)$, kjer je $m_i = 1 \text{ kg}$ masa izolacije, $l = 2 \text{ m}$ dolžina droga, x pa koordinata vzdolž droga, merjena od enega od krajišč. Kako se z oddaljenostjo od enega od krajišč spreminja povese droga? S kolikšno silo delujeta podpora na krajišči droga? Kje je povese največji – zadošča, da napišete enačbo, ki to določa, ni pa je potrebno rešiti? Premer droga je 2 cm, gostota jekla je 7800 kg/m^3 , Youngov modul pa $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

Naloge so vredne po 1 točko.

Uspešno!

IZPIT IZ TEORIJSKE FIZIKE I, ZIMSKI SEMESTER: 2013/14
28. 11. 2013

1. Na klancu z naklonskim kotom 30° miruje valj, ki je preko težišča z vzmetjo vpet na steno. Valj izmaknemo iz ravnovesne lege. S kolikšnim nihajnim časom zaniha? Valj se po podlagi kotali brez spodsavanja. Masa valja je 1 kg, koeficient vzmeti pa znaša 10 N/m.
2. Kot vrtavko bi radi zavrteli zaprt dežnik. Zavrtimo ga tako, da na ročaj navpično postavljenega dežnika s konci prstov delujemo z dvojico sil. Zapišite enačbe gibanja, ki opisujejo čisto precesijo dežnika (brez nutacije)! Kdaj je čista precesija možna? Kolikšna mora biti velikost posamezne sile dvojice sil, s katerima zavrtimo dežnik, da bo ta pogoj izpolnjen? Polmer dežnika je 1,5 cm, masa 0,5 kg in dolžina 1 m, z dvojico sil pa na dežnik delujemo 0,1 s.
3. Veter razpiha sneg tako, da se debelina snežne plasti na vodoravni homogeni hrastovi veji spreminja kot $d(x) = d_0 x^2 / l^2$, kjer je $d_0 = 10$ cm, $l = 2$ m dolžina veje, x pa koordinata vzdolž veje, merjena od izrastišča iz debla. Kolikšen je povprečni tlak na prostem koncu? S kolikšno silo deluje deblo na vejo? Premer veje je 10 cm, gostota hrastovega lesa 610 kg/m^3 , njegov Youngov modul $e_j = 1,1 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Plast snega je široka 5 cm, gostota snega pa je 800 kg/m^3 .

Naloge so vredne po 1 točko.

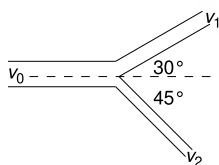
Uspešno!

3. KOLOKVIJ IZ TEORIJSKE FIZIKE I: 2009/10
15. 4. 2010

1. Vrtna cev za zalivanje ima dotok s presekom 4 cm^2 , voda v njem pa ima hitrost 3 m/s . Cev se razcepi na dva kraka, iz katerih voda izteka iz cevi. Preseka krakov sta 2 cm^2 in 1 cm^2 ter sta za 30° oziroma 45° odklonjena glede na dotočno smer. Vsi kraki cevi so vodoravni. Zunanji tlak je 1 bar .
 - (a) S kolikšno hitrostjo izteka voda iz enega in s kolikšno iz drugega kraka? Kolikšen je tlak vode v dotočnem delu cevi?
 - (b) S kolikšno silo moramo pri zalivanju držati cev, da miruje?
2. V zelo velikem plitvem bazenu z globino 1 cm sta na razdalji 1 m pritok vode s prostorninskim tokom $0,3 \text{ l/s}$ in odtok vode z enako velikim prostorninskim tokom. Gibanje vode je dvodimenzionalno.
 - (a) Določite hitrostno polje vode v bazenu!
 - (b) Kolikšna je hitrost vode na sredini med pritokom in odtokom?
 - (c) Kolikšen je prostorninski pretok vode skozi ravnino na simetrali med pritokom in odtokom?
3. Viskozna nestisljiva tekočina je na eni strani ograjena z razsežno ploščo (na primer ravnina $z = 0$), ki niha v svoji ravnini s frekvenco ω (ne primer v smeri osi x). Vpliv gravitacije je zanemarljiv.
 - (a) Zapišite enačbe, ki jim mora zadoščati hitrost tekočine! Iz simetrije problema določite, od katerih koordinat sta odvisna hitrost in tlak! Argumentirajte!
 - (b) Zapišite robne pogoje za hitrost!
 - (c) Izračunajte hitrost tekočine!

Naloge so vredne po 1 točko.

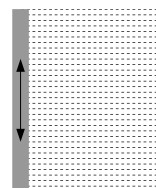
Uspešno!



naloga 1



naloga 2



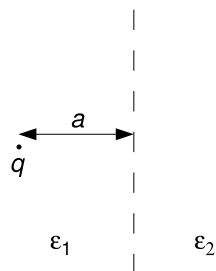
naloga 3

4. KOLOKVIJ IZ TEORIJSKE FIZIKE I: 2009/10
3. 6. 2010

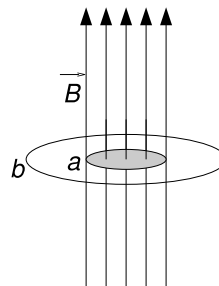
1. Točkast delec, ki nosi naboj q , se nahaja na razdalji a od meje med dielektričnima sredstvom z dielektričnostjo ϵ_1 in $\epsilon_2 < \epsilon_1$.
 - (a) Izračunajte električno polje, katerega izvor je ta delec!
 - (b) S kolikšno sila deluje meja na naboj? Je sila privlačna ali odbojna?
2. Po kvadratni zanki s stranico z dolžino a teče tok I .
 - (a) Zapišite splošen izraz za gostoto magnetnega polja v poljubni točki prostora!
 - (b) Izračunajte gostoto magnetnega polja v središču zanke!
 - (c) Izračunajte gostoto magnetnega polja daleč od zanke! Kolikšen je ustrezeni moment zanke! *Namig: Upoštevajte, da je v tem primeru $a \ll r$.*
3. V delu prostora v obliki valja s polmerom a je homogeno magnetno polje z gostoto $\vec{B}(t)$. Silnice magnetnega polja so vzporedne dolgi osi valja.
 - (a) Kolikšno je inducirano električno polje? V katero smer kaže?
 - (b) V prostoru z omenjenim induciranim električnim poljem je obroč s polmerom $b > a$ in z dolžinsko gostoto naboja λ . Obroč je vrtljivo vpet na os, ki sovpada z dolgo osjo "valja" z magnetnim poljem.
 - i. Kolikšen navor deluje na obroč?
 - ii. S kolikšno kotno hitrostjo se vrti obroč po tem, ko magnetno polje velikosti B_0 izklopimo?

Naloge so vredne po 1 točko.

Uspešno!



naloga 1



naloga 3

1. IZPIT IZ TEORIJSKE FIZIKE I: 2009/10, LETNI SEMESTER
24. 9. 2010

1. Viskozna nestisljiva tekočina je na eni strani ograjena z razsežno ploščo, ki niha v svoji ravnini s frekvenco ω . Izračunajte hitrost tekočine po prostoru! Vpliv gravitacije je zanemarljiv.
2. Kakšna je porazdelitev naboja, ki je izvor električnega polja s potencialom

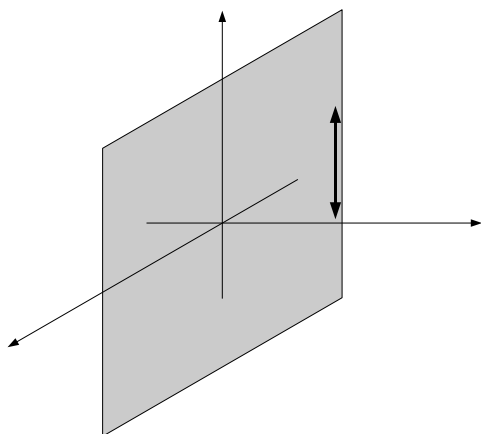
$$V = -\frac{kr^4}{4},$$

kjer je $k > 0$ konstanta? Kolikšen je skupen naboj, vsebovan v krogli s polmerom R ? Določite električni potencial in električno polje zunaj te krogle, če je v prvem delu izračunani naboj le v območju krogle!

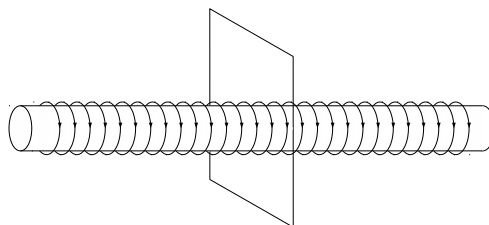
3. Dolgo tuljavo s polmerom a in z N ovoji na dolžini l obkroža kvadratni žični ovoj, dolžina stranice $b > 2a$, s specifično upornostjo ξ . (i) Kolikšno in v kateri smeri je inducirano električno polje znotraj tuljave, če po tuljavi teče tok $I(t)$? (ii) Kolikšen tok teče skozi upornik, če tok v tuljavi s časom enakomerno narašča? V kateri smeri teče!

Naloge so vredne po 1 točko.

Uspešno!



naloga 1



naloga 3

2. IZPIT IZ TEORIJSKE FIZIKE I: 2009/10, LETNI SEMESTER
30. 6. 2011

1. Viskozna nestisljiva tekočina je na eni strani ograjena z razsežno ploščo, ki niha v svoji ravnini s frekvenco ω ; odmik plošče opiše $u = u_0 \cos \omega t$. Izračunajte hitrost tekočine po prostoru! Vpliv gravitacije je zanemarljiv.

Namig: Zapišite ustrezne hidrodinamične enačbe, zapišite robne pogoje in premislite, od katerih prostorskih koordinat sta odvisna hitrost in tlak tekočine.

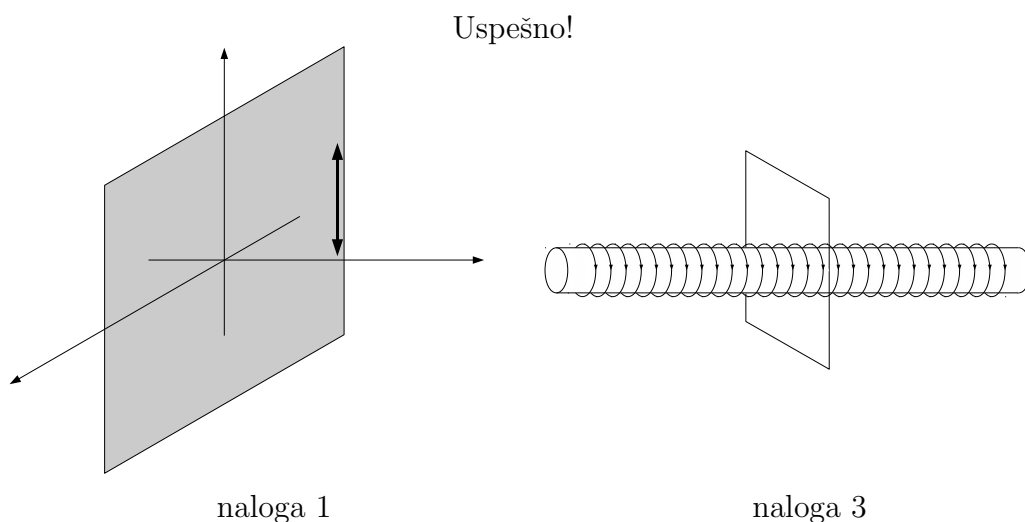
2. Kakšna je porazdelitev naboja, ki je izvor električnega polja s potencialom

$$V = -\frac{kr^4}{4},$$

kjer je $k > 0$ konstanta? Kolikšen je skupen naboj, vsebovan v krogli s polmerom R ? Določite električno polje zunaj te krogle, če je v prvem delu izračunani naboj le v območju krogle!

3. Dolgo tuljavo s polmerom 2 cm in 1000 ovoji na dolžini 10 cm obkroža kvadratni žični ovoj; dolžina stranice je 5 cm, specifična upornost žice je $0,017 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$, njen presek pa 2mm^2 . Kolikšen tok teče skozi žični ovoj, če tok v tuljavi s časom enakomerno narašča; $I(t) = kt$, kjer je $k = 0,1 \text{ A/s}$? V kateri smeri teče tok?

Naloge so vredne po 1 točko.



IZPIT IZ TEORIJSKE FIZIKE I, LETNI SEMESTER: 2013/14
7. 2. 2014

1. Vrtno pot čistimo s curkom vode iz cevi. Cev ima dotok s presekom 5 cm^2 , na koncu pa se razcepi na dva kraka. Prvi krak ima presek 2 cm^2 in je za 30° odklonjen glede na dotočno smer, drugi pa ima presek $0,5 \text{ cm}^2$, glede na dotočno smer pa je odklonjen za 75° . Iz prvega kraka izteka voda s hitrostjo 10 m/s . Kolikšna je hitrost vode v dotočni cevi? Za koliko se tlak vode v cevi razlikuje od zunanjega? S kolikšno silo vzdolž dotočne smeri moramo držati cev pri čiščenju, da miruje? Predpostavite, da so vsi kraki cevi vodoravni. Zunanji tlak je 1 bar , gostota vode pa je 1000 kg/m^3 .
2. Na krajišči neprevodne palice z dolžino b sta pritrjena točkasta naboja $+q$ in $-q$. Palica se nahaja ob ozemljeni prevodni ravnini; razdalja med težiščem palice in ravnino je enaka a . Pri kateri orientaciji palice je navor nanjo največji? Računajte v limiti $a \gg b$! Koliko dela opravimo/prejmemo, ko palico, ki je sprva na ravnino pravokotna, počasi zasučemo okoli težišča za 90° ? *Namig: Pomagajte si z metodo zrcaljenja!*
3. Po toroidni tuljavi, ki ima N ovojev pravokotnega preseka, teče tok I_0 . Notranji polmer tuljave je R_1 , zunanji R_2 , višina tuljave pa je h . Določite smer/obliko silnic in izračunajte gostoto magnetnega polja v tuljavi! Tok v tuljavi izklopimo, $I(t) = I_0(1 - t/t_0)$. Kolikšna napetost se ob tem inducira v žičnatem okviru, ki je vstavljen med ovoje in se z njimi sklada po velikosti?

Naloge so vredne po 1 točko.

Uspešno!