

Vaje iz Fizike 1 za študente fizike

Saša Prelovšek Komelj

Ljubljana, oktober 2013

Kazalo

1	Uvod	2
2	Kinematika	3
2.1	Kinematika v 1D	3
2.2	Kinematika v 2D	4
3	Newtonovi zakoni, systemske sile, energija	5
4	Gibalna količina, energija	8
5	Navor, statika, vrtenje, vrtilna količina	10
6	Nihanje	14
7	Elastomehanika	16
8	Gravitacija	17
9	Hidrostatika in hidrodinamika	19
9.1	Hidrostatika	19
9.2	Hidrodinamika, Bernoulli	19
9.3	Kvadratni zakon upora	20
9.4	Viskoznost in linearni zakon upora	20
9.5	Površinska napetost	21
10	Mehansko valovanje	22

1. Uvod

Pričujoča zbirka nalog predstavlja izbor nalog za študente fizike pri vajah iz *Fizike 1*. To je tipičen nabor, ki se jih rešuje že vrsto let in se jih je uporabljalo v veliki meri tudi pred vpeljavo bolonjske reforme. K nalogam so prispevali asistenti za Fiziko 1 iz zadnjih let D. Svenšek, S. Čopar, A. Mohorič, D. Arčon, D. Cvetko, B. Golob in S. Prelovsšek Komelj. Nekatere naloge izhajajo tudi od asistentov, ki so vodili vaje še pred tem. Vsem kolegom asistentom in profesorjem se za prijetno sodelovanje pri tem predmetu prisrčno zahvaljujem.

Veliko nalog, ki jih delamo na vajah, izhaja iz zbirke

- *Naloge iz Fizike*

avtorji: Gros, Hribar, Kodre, Strnad

založba DMFA 2010

Pri nalogah, kjer piše **Naslov poglavja** in številka naloge, je mišljena naloga iz te zbirke.

Druga zbirka je

- *Kolokvijske naloge iz Fizike 1*

avtorji: Majaron, Mikuž, Ramšak

založba DMFA

Naloge iz obeh zbirk, ki jih ne naredimo na vajah, študentom toplo priporočam za samostojno reševanje.

v Ljubljani, 1.10.2013

2. Kinematika

2.1 Kinematika v 1D

1. Lego kolesa podaja spodnja tabela. Določi približno povprečno hitrost in pospešek ob časih $t = 3$ s in $t = 6$ s.

$t[\text{s}]$	0	1	2	3	4	5	6	7
$x[\text{m}]$	0	4	11	21	35	45	53	57

2. Lego vozila v odvisnosti od časa podaja funkcija $x(t) = At^2 - Bt^3$, kjer $A = 3 \text{ m/s}^2$ in $B = 2 \text{ m/s}^3$. Določi povprečno hitrost na intervalu $t = [0.6, 0.8]$ s in trenutno hitrost ob $t = 0.7$ s. Določi povprečen pospešek na intervalu $t = [0.6, 0.8]$ s in trenutni pospešek ob $t = 0.7$ s.
3. Povprečne hitrosti kolesa na posameznih intervalih podaja spodnja tabela. Določi lege $x(t)$ ob posameznih časih.

$t[\text{s}]$	0	1	2	3
$v[\text{m/s}]$	1	2	3	

4. Hitrost kolesa v odvisnosti od časa podaja funkcija $v(t) = 2At - 3Bt^2$, kjer $A = 3 \text{ m/s}^2$ in $B = 2 \text{ m/s}^3$. Določi lego kolesa $x(t = 0.9 \text{ s})$, če se na začetku kolo nahaja v izhodišču $x(t = 0) = 0$.
5. Kako daleč od nas je udarila strela, če slišimo grom 4 sekunde po tem, ko vidimo blisk?
6. Kinematika: nal. 6 ($v = k\sqrt{t}$)
7. Kinematika: nal. 5 (čolnu se ustavi motor)
8. Skozi okno opazimo padanje cvetličnega lončka. S katere višine glede na spodnji rob okna je padel, če let mimo $l = 2$ m visokega okna traja $\Delta t = 1/4$ s?

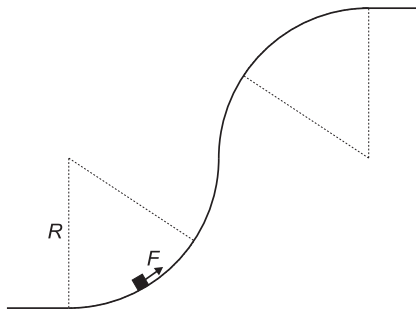
9. Kinematika: nal. 12 (vodnjak)
10. Vozilo pred nami vozi s hitrostjo $v_0 = 80$ km/h. S kolikšnim pospeškom ga moramo prehiteti, da ne pride do karambola? V trenutku, ko začnemo prehitevati, je nasproti vozeče vozilo $s = 160$ m daleč in vozi s hitrostjo 80 km/h. Dolžina avtomobilov je $l = 4$ m. Zanimari čas, ki ga potrebujemo za menjavo voznega pasu.
11. Kinematika: nal. 7 (dva kamna)
12. Kinematika: nal. 4 (dva avtomobila)

2.2 Kinematika v 2D

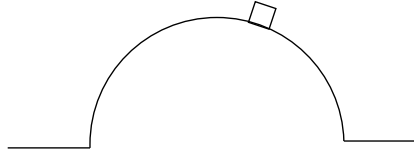
1. Streljamo na tarčo, ki visi na višini h v (vodoravni) oddaljenosti l . Pod kolikšnim kotom naj merimo, če tarča pade v trenutku, ko ustrelimo. Kakšna je smer hitrosti izstrelka tik preden zadene tarčo, če je njegova začetna hitrost v_0 ?
2. Pod kolikšnim kotom moramo brcniti žogo ob vznožju klanca z naklonom φ , da nam pade nazaj k nogi? Najprej poišči rešitev, ko se žoga vrne po enem odboju. Pod kakšnim kotom pa naj brcnemo, da se bo žoga vrnila po n odbojih?
3. Balon se dviguje s hitrostjo $v_y = 3$ m/s, vodoravno hitrost pa ima $v_x = \alpha y$ ($\alpha = 0.5 \text{ s}^{-1}$), saj ga bočno zanaša veter, čigar hitrost narašča z višino. Kakšen je tir $y(x)$ balona?
4. Kinematika: nal. 31 (ravninsko gibanje: $x \propto \cos \omega t$, $y \propto \sin 2\omega t$)
5. Kinematika: nal. 19 (sučno nihalo)
6. Kroglica se giblje po krožnici polmera $R = 1$ m s kotno hitrostjo $\omega = k/\sqrt{\varphi}$, kjer je $k = 1/s$ dana konstanta. Določi a_r , a_t ter kot med \vec{a} in \vec{v} po enem obhodu.
7. Kolokvijske naloge: 91/92, kol. 1, nal. 2 (gibanje po elipsi)
8. Kinematika: nal. 25 (met kamna s stolpa)
9. Kinematika: nal. 11 (radialni in tangenti pospešek pri krivem gibanju)
10. Kinematika: nal. 17 (vrtiljak)
11. Kinematika: nal. 18 (enakomerno pospešeno kroženje)

3. Newtonovi zakoni, systemske sile, energija

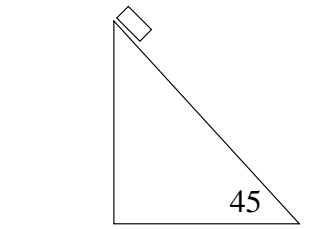
1. Newtonov zakon: nal. 2 (dve uteži in škripci)
2. Statika: nal. 1 (tri uteži na klancu)
3. Newtonov zakon: nal. 7 (zdrs uteži na deski pri zunanji sili)
4. Kolokvijske naloge: 92/93, kol. 1, nal. 2 (klada in utež)
5. Na mizi leži l dolga veriga z maso m tako, da x_0 dolg konec na začetku visi z mize. Določi hitrost verige $v(x)$, kjer x predstavlja dolžino dela verige, ki visi iz mize. Določi $x(t)$. Po kolikšnem času vsa veriga zdrsne iz mize? Trenje zanemari.
6. Statika: nal. 18 (drsenje jermena po stebru)
7. Tarzan z maso m si pri plezanju na drevo pomaga z vrvjo: en konec si opasa, drugega pa vrže prek veje in spet prime ter začne vleči. S kolikšnima najmanjšo in največjo silo sme vleči, da bo obvisel v ravnovesju? S kolikšnim pospeškom se dviga in s kolikšnim spušča, če vleče močnejše oziroma šibkeje? Koeficient trenja med vejo in vrvjo je k in naj bo enak koeficientu lepenja.
8. Newtonov zakon: nal. 15 (tovor v tovornjaku pri zavoju)
9. Na klancu sta kladi z masama $m_1 = 3$ kg in $m_2 = 2$ kg. Kolikšen mora biti najmanj naklonski kot klanca, da kladi zdrsneti? S kolikšno silo pritiskata kladi druga na drugo, ko drsita po naklonu 30° ? Trenje med prvo (drugo) klado in podlago opiše koeficient trenja $k_{l1} = 0.20$ ($k_{l2} = 0.05$). Lepenje med prvo (drugo) klado in podlago opiše koeficient lepenja $k_{l1} = 0.25$ ($k_{l2} = 0.10$). (Klada 1 je nižje.)
10. Telo z maso $m = 2$ kg počasi vlečemo po klancu, ki ima obliko dveh krožnih lokov s krivinskim radijem $R = 20$ m. Koeficient trenja med telesom in klancem je $k = 0.3$. Koliko dela opravimo, ko telo premaknemo z vzhodja do vrha klanca? Sila, s katero vlečemo, je stalno vzporedna s klancem.



11. Z vrha polkrožnega igluja zdrsne kocka ledu in po njem drsi brez trenja. Pri katerem kotu se odlepi od polkrožnega tira?



12. Newtonov zakon: nal. 12 (nihalo v letalu)
13. Z vrha klanca višine h , naklona 45° in mase m_2 , spustimo klado mase m_1 . Klanec ima obliko klina in brez trenja drsi po podlagi; tudi klada brez trenja drsi po klanecu. Po kolikšnem času klada zdrsi do dna klanca? Za koliko se v tem času premakne klanec? Pomisli tudi na oba mejna primera: $m_2 \gg m_1$ ter $m_1 \gg m_2$.

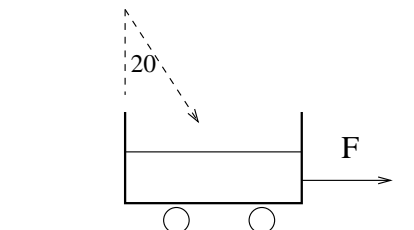


14. Newtonov zakon: nal. 10 (utež na nihajoči plošči)
15. Newtonov zakon: nal. 24 (centrifugiranje epruvete)
16. Newtonov zakon: nal. 23 (kroglica na vrteči palčki)
17. Po plošči polmera $R = 2\text{ m}$, ki se vrti s stalno kotno hitrostjo $\omega = 0.5\text{ s}^{-1}$, hodimo radialno navzven s hitrostjo $v_r = 1\text{ m/s}$. Kolikšen mora biti najmanj koeficient lepenja, da nikjer na poti ne zdrsnemo?
18. Newtonov zakon: nal. 19 (Coriolis pri padcu kamna)
19. Kolokvijske naloge: 94/95, kol. 1, nal. 1 (voziček, škripec in utež)

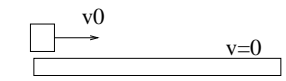
20. Na veliko klado položimo manjšo klado in jo prek vrvice ter lahkega prosto vrtljivega škripca na robu velike klade povežemo s klado, ki visi tako, da se ravno dotika navpične ploskve velike klade. Mali kladi imata isti masi m . S kolikšnim pospeškom in v katero smer se mora gibati velika klada, da bosta mali kladi mirovali glede na veliko? Koeficient lepenja med kladami je k .
21. Na bungee elastiko z dolžino 10 m in prožnostnim koeficientom 80 N/m privežejo človeka z maso 80 kg. Na kateri globini je njegova hitrost največja in kolikšna je? Kolikšna je največja globina, ki jo doseže?
22. Delo in energija: nal. 2 (moč pri dvigalu)
23. Vlečnica z $N = 50$ enako težkimi smučarji speljuje s pospeškom $a = 1 \text{ m/s}^2$. S kolikšno močjo delujejo motorji po 1 s? Kaj pa po 2 s? Koeficient trenja med smučmi in snegom je $k = 0.1$, nagib klanca 30° , nagib vlečne vrvi pa 70° proti vodoravnici.
24. Po ledenih tleh porivamo klado mase m s hitrostjo v_0 . Pri $x = 0$ klada naleti na vzmet s koeficientom k , tako da hitrost klade pojenja kot $v = v_0 - bx$. Naša sila na klado je vzporedna s tlemi. Kje je naša moč, ki jo porabljammo za porivanje, največja? Trenje zanemarimo. Podatki: m, v_0, k, b .

4. Gibalna količina, energija

1. Newtonov zakon: nal. 35 (skok na voziček pod kotom)
2. Newtonov zakon: nal. 33 (izstrelek v valju)
3. Delo in energija: nal. 28 (vzmetna pištola na plavajoči deski)
4. Delo in energija: nal. 26 (matematični nihali, ki se sprimeta)
5. Na voziček pada dež s hitrostjo $v_D = 15$ m/s pod kotom 20° . Vsako minuto se na vozičku nabere pol kilograma vode ($\phi_m = 0.5$ kg/min). Poleg tega spredaj vlečemo voziček s silo $F = 0.02$ N. Na začetku je voziček prazen in tehta $m_0 = 30$ kg ter miruje. Določi hitrost vozička v odvisnosti od časa $v(t)$. Kolikšna je hitrost po desetih minutah?

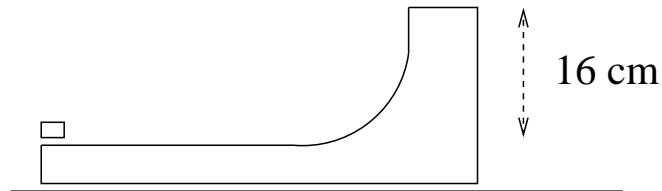


6. Na vodi miruje splav mase m . V vodoravni smeri nanj prileti utež iste mase m s hitrostjo v_0 , ki se zaradi medsebojnega trenja čez nekaj časa ustavi glede na splav (splav pa se zaradi tega medtem že začne premikati naprej). Kolikšna je končna hitrost v_k obeh? Za koliko se spremeni kinetična energija? Ta sprememba je enaka delu notranjih sil. Določi delo notranjih sil še neposredno iz definicije za delo. Koeficient trenja med utežjo in splavom je k_t , splav pa drsi po vodi brez trenja.



7. Newtonov zakon: nal. 37 (trk v 2D, kepi se sprimeta)
8. Newtonov zakon: nal. 41 (vesoljec preskoči med vesoljskima ladjama)
9. Newtonov zakon: nal. 48 (curek na voziček)

10. Delo in energija: nal. 32 (raketa v gravitacijskem polju)
11. Kolokvijske naloge: 93/94, kol. 1, nal. 2 (led in hrib)
12. Kolokvijske naloge: 94/95, kol. 1, nal. 3 (štiri krogle)
13. Kolokvijske naloge: 87/88, kol. 1, nal. 1 (nesreča)
14. Kolokvijske naloge: 90/91, kol. 1, nal. 1 (dva vozička in vzmet)
15. Telo z maso M miruje na ravni podlagi. Na njem je disk z štirikrat manjšo maso m . V nekem trenutku se začne disk gibati v vodoravni smeri z $v_0 = 2$ m/s. Do katere višine se bo dvihnil disk, a) če je telo z maso M pritrjeno na podlago ali b) če se giblje brez trenja po podlagi? Trenje med diskom in telesom je zanemarljivo.



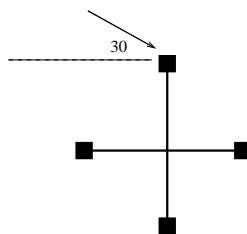
5. Navor, statika, vrtenje, vrtilna količina

1. Kolokvijske naloge: 95/96, kol. 1, nal. 2 (kocka ob steni)
2. Statika: nal. 6 (sila v ležaju)
3. Statika: nal. 14 (vpel valj na klancu)
4. Statika: nal. 8 (ravnovesje podprtih desk)
5. Statika: nal. 22 (plašč na stojalu)
6. Izrek o vrtilni količini: 4. nal (dve uteži in dva masivna škripca)
7. Statika: nal. 12 (motek s sukancem)

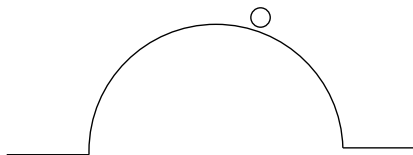
Motek ima maso 10 g, od tega pol mase nosi vreteno s sukancem. Dodatna vprašanja:

- a) Pri kateri kotih ϕ je mogoče $a = 0$ in $\alpha \neq 0$? Sukanec vlečemo pod kotom $\phi = 70^\circ$. Kolikšna naj bo sila, da $a = 0$? Kolikšen je tedaj α ?
 - b) Pri kateri kotih ϕ je mogoče $\alpha = 0$ in $a \neq 0$? Sukanec vlečemo pod kotom $\phi = 60^\circ$. Kolikšna naj bo sila, da $\alpha = 0$? Kolikšen je tedaj a ?
 - c) Zdaj obravnavajmo primer, ko se sukanec kotali brez spodrsavanja. Določi smer in velikost a v odvisnosti od F in ϕ .
8. Kroglo za bowling zalučamo s hitrostjo $v_0 = 5$ m/s po stezi. Kolikšno razdaljo prepotuje, preden se začne kotaliti brez spodrsavanja? Koeficient trenja med podlago in kroglo je $k = 0.3$.
 9. Dirkalni avto s pogonom na zadnjih kolesih ima celotno maso $m = 500$ kg in 4 kolesa z maso $m_k = 50$ kg in $R = 0.3$ m. Sila podlage na vsako od zadnjih koles je $F_p = \frac{4}{10}mg$, na vsako od sprednjih pa $F_p' = \frac{1}{10}mg$. Koeficient lepenja med kolesi in cesto je $k_l = 0.7$. Kolikšen največji pospešek lahko ta avto doseže pri speljevanju, da kolesa ne spodrsavajo? Kolikšen je navor motorja na eno od zadnjih koles v tem primeru?

10. Na kolutu z maso M je navit kabel z dolžino l in maso m . Po kolikšnem času se kabel odvijje, če na zacetku kolut miruje in z njega visi x_0 dolg del kabla? Kabel se s koluta odvijja brez zdrsavanja.
11. Izrek o vrtilni količini: 6. nal (masivni skripec z vrstico, pritrjen na strop)
12. Na škripec s polmerom R in maso M je navita lahka vrstica. Na vrstici visi utež z maso m . S kolikšnim pospeškom pada utež, ko jo spustimo?
13. Na kateri višini moramo v vodoravni smeri suniti biljardno kroglo s polmerom R , da se odkotali brez zdrsavanja? Predpostavi, da je sunek sile palice na kroglo v vodoravni smeri in da je sunek sile tal zanemarljiv.
14. Otrok z maso $m = 20$ kg priteče in skoči na vrtiljak s hitrostjo $v = 12$ m/s. S kolikšno kotno hitrostjo se po tem vrtita? Vrtiljak ima polmer $R = 1$ m, in je zvarjen iz dveh palic mase $m_p = 3$ kg, mase sedežev pa so $m_s = 2$ kg.



15. Deska dolžine $l = 5$ m in mase $m_d = 40$ kg leži na ledu. Nanjo v pravokotni smeri skoči s hitrostjo $v_0 = 5$ m/s človek mase $m_c = 80$ kg na oddaljenosti $l/4$ od krajišča. Kakšno je gibanje palice s človekom poslej, če trenje zanemarimo?
16. Na ledu miruje l dolga deska z maso M . Vanjo v pravokotni smeri pridrsi plošček z maso m in hitrostjo v in se prožno odbije na razdalji b od konca palice. Kako se gibljeta palica in plošček po trku?
17. Delo in energija: nal. 36 (odboj dveh vrtljivih palic)
18. Iz vrha polkrožnega igluja polmera R se brez spodrasavnja odkotali kroglica s polmerom r . Pri katerem kotu se kroglica odlepi?

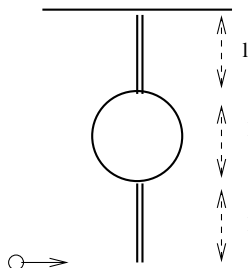


19. Tičimo na navpičnem drogu. Kaj je bolje narediti v primeru, če se drog pri tleh prelomi in prevrne: obsedeti na vrhu ali skočiti dol? Zanima nas v katerem primeru z manjšo hitrostjo treščimo ob tla. Spodnje krajišče droga pri padanju miruje.

20. Izrek o vrtilni količini: nal. 30/31 (vrteč obroč postavimo na mirujoč obroč)
21. Kolokvijske naloge: 88/89, pop. kol. 1, nal. 1 (dva valja)
22. Kolokvijske naloge: 90/91, kol. 2, nal. 3 (udarec s kladivom)
23. S kijem za baseball, ki ga držimo na enem koncu, udarimo hlood s kotno hitrostjo ω_0 .
 a) Kje naj udarimo po hloodu, da v roki ne čutimo sunka sile? Kija naj po udarcu ne odnese, temveč naj obmiruje kot kaže slika. b) Kolikšen sunek sile čutimo v roki v odvisnosti od oddaljenosti med roko in mestom udarca x , če kij zelo močno primemo in mu ne dovolimo, da bi se po udarcu premaknil? Kij obravnava v približku palice z maso m in dolžino L .



24. Majhna kroglica plastelina z maso $m = 1$ kg in hitrostjo $v_0 = 0.6$ m/s zadene nihalo ure in se nanj prilepi. Kolikšen je največji odklon nihala? Kolikšen je sunek sile v osi nihala in kam kaže? Nihalo je sestavljeno iz dveh palic in krogel, vsi imajo maso m ter dolžino $l = 10$ cm.

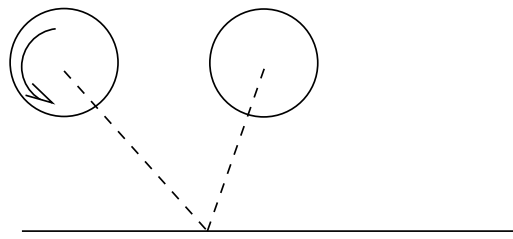


25. Prva palica dolžine 1 m miruje na ledu, druga palica dolžine 2 m in iste mase pa se giblje s hitrostjo 3 m/s kot kaže slika. Ob srečanju krajišči palic prožno trčita. Kolikšni sta hitrost težišča in kotna hitrost vrtenja prve palice po trku?

(floris)



26. Teniško žogico polmera $R = 5$ cm pri udarcu z loparjem "porežemo", tako da ima pred odbojem $v_1 = 10$ m/s, $\omega_1 = 20$ Hz ter $\phi_1 = 45^\circ$. Pod kolikšnim kotom ϕ_2 in s kolikšno hitrostjo v_2 se odbije od tal, če ima po odboju $\omega_2 = 10$ Hz? Privzemimo, da se navpična hitrost žogice pri odboju le obrne.



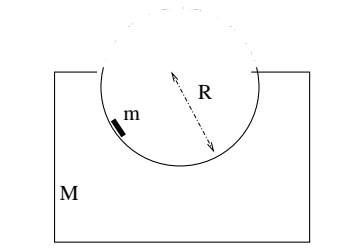
27. Izrek o vrtilni količini: nal. 35 (precesija obroča ali kotaljenje kovanca)

6. Nihanje

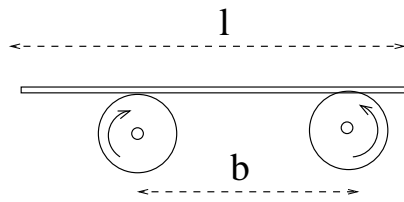
1. Kolokvijske naloge: 86/87, kol. 2, nal. 2 (vrteča vzmet in utež)

Dodatno vprašanje: Določi časovni potek lege uteži, če jo ob $t = 0$ raztegnemo do $x(0) = 1$ cm in frcnemo, tako da ima tedaj hitrost $v(0) = 10$ cm/s. Določi silo prečke na utež v odvisnosti od časa. Določi navor, s katerim moramo vrteti okvir v odvisnosti od časa.

2. Izrek o vrtilni količini: nal. 17 (lesen valj z luknjo)
3. V polkrožni posodi polmera R se brez spodrsavanja kotali mala kroglica s polmerom r . Določi nihajni čas za majhne odmike od dna.
4. Okrogla plošča je pripeta na strop s tremi vrvmi dolžine l , tako da je ravnina plošče vodoravna. Vrvi so pritjene na obodu (120° druga glede na drugo). Določi nihajni čas za sučno nihanje plošče okoli navpične osi za primer majhnih odklonov. Zapiši tudi rotacijsko, potencialno ter skupno energijo v odvisnosti od časa.
5. Določi nihajni čas za nihanje naslednjega sistema: klada drsi brez trenja po klancu, klanec pa brez trenja po podlagi.



6. Dva vzporedna, vodoravna valja s polmerom r se vrtita v nasprotnih smereh z enako kotno hitrostjo. Razdalja med geometrijskima osema je b in je manjša od dolžine l deske z maso m , ki jo položimo na valja. Koeficient trenja med desko in valjema je k . S kolikšno frekvenco zaniha deska, če jo malo izmaknemo iz ravnovesja?



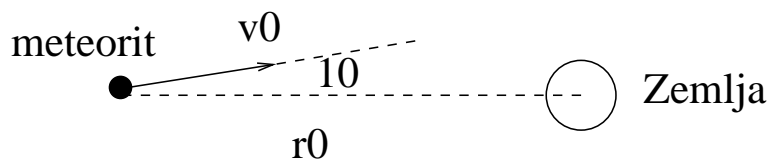
7. Izrek o vrtilni količini: nal 18 (sklopljeno nihanje iz praktikuma I)
8. Vzmet s koeficientom $k = 1 \text{ N/cm}$ ima dolžino $l_0 = 1 \text{ m}$, ko ni raztegnjena. Vzmet obesimo na strop in na njen spodnji konec obesimo utež z maso $m = 1 \text{ kg}$. Kakšen je nihajni čas nihanja? Kako se s časom spreminja dolžina vzmeti $l(t)$, če $l(t = 0) = l_0$ in $|v(t = 0)| = 1 \text{ m/s}$ navzdol.
 (rešvanje enačbe $\frac{d^2x}{dt^2} + \Omega^2x = C$ na preprostem primeru)

7. Elastomehanika

1. Palico na koncih pritrdimo na enako dolgi in enako debeli žici iz jekla in bakra ter ju obesimo na strop. Kam na palici moramo obesiti utež z maso 5 kg, da bo palica v ravnovesju vodoravna? Raztezek zaradi lastne teže palic zanemari. Prožnostna modula sta $E_{Cu} = 1.2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ in $E_{jeklo} = 2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$.
2. Za koliko se zaradi lastne teže raztegne 2 m dolga bakrena žica preseka 1 cm^2 , ki je obešena na strop? $\rho_{Cu} = 8900 \text{ kg/m}^3$, $E_{Cu} = 1.2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$.
3. Za koliko se raztegne 5-metrski lopatica helikopterskega rotorja, ki se vrti s 500 obrati na minuto? Lopatica je narejena iz karbonskega kompozita s prožnostnim modulom $E = 1.5 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ in gostoto 400 kg/m^3 .
4. Kolikšen je največji dopustni tlak v valjasti železni posodi z debelino $d = 1 \text{ mm}$ in polmerom 5 cm ? Meja natezne trdnosti železa je $\sigma = 1.4 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$.
5. Kamen na frači potegnemo za $d = 2 \text{ cm}$ in spustimo. Kolikšno hitrost ima, ko leti med krajiščema? Neraztegnjena elastika z $E = 10^7 \text{ N/m}$ ima dolžino $l_0 = 10 \text{ cm}$, razdalja med krajiščema frače je $l_1 = 16 \text{ cm}$ in masa kamna 10 g .

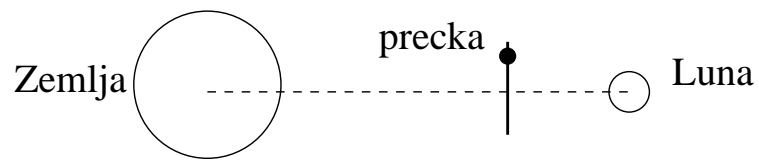
8. Gravitacija

1. Določi radij geostacionarne orbite. Satelit v taki orbiti je vedno nad isto točko zemeljskega površja.
2. **Newtonov zakon:** nal 30 (vesoljska postaja v obliki obroča in vesoljec)
Kolikšna je hitrost vesoljca, ko pade skozi središče obroča?
3. **Newtonov zakon:** nal 31 (paličasta vesoljska postaja in vesoljec)
4. **Newtonov zakon:** nal 28 (gibanje dveh enakih kroglic pod vplivom medsebojne gravitacijske sile)
5. Kako dobimo $W_p = mgz$ iz izraza za gravitacijsko potencialno energijo?
6. Določi prvo in drugo kozmično hitrost.
7. Proti Zemlji potuje meteorit in na Zemlji vlada panika. V trenutku, ko je na oddaljenosti $r_0 = 100 R_z$ ($R_z = 6400$ km), ima hitrost $v_0 = 1$ km/s in smer $\varphi_0 = 10^\circ$ glede na zveznico. Do katere najmanjše razdalje se meteorit približa Zemlji?

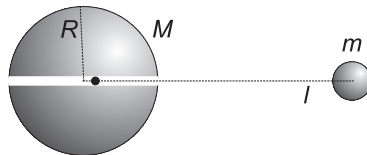


8. Proti Soncu potuje potepuški nebesni objekt. Ko je daleč stran od Sonca, ima hitrost $v_0 = 20$ km/s, smer hitrosti pa je takšna, da je najmanjša razdalja b med premico nosilko hitrosti in Soncem enaka eno svetlobno minuto. Kolikšna bo minimalna razdalja med objektom in Soncem? Sonce ima $M_s = 2 \cdot 10^{30}$ kg in $R_s = 7 \cdot 10^8$ m.
9. Kolikšno delo opravimo, ko telo z maso m spravimo z Zemlje na Luno? Masa Lune je 81-krat manjša od Zemljine, radij pa 3.7-krat manjši. Kolikšno najmanjšo kinetično energijo pa mora imeti hipotetični izstrelek z Zemlje, da bo dosegel Luno?

Kaj če bi na mesto, kjer sta privlačni sili Zemlje in Lune enako močni, postavili pravokotno prečko. S kolikšno frekvenco bi zanihalo prevrtano telo na njej?



10. Kako se giblje jabolko, ki ga spustimo v hipotetični rov, ki poteka skozi središče Zemlje? (naj bo Zemlja homogena in zanemarimo, da se vrti)
11. Skozi planet z maso M je zvrtni rov, tako da leži na zveznici z luno, ki ima maso m . Kje v rovu bi obmirovalo telo? S kolikšno frekvenco bi to telo nihalo okoli ravnovesne lege, če ga iz nje malo izmaknemo? Upoštevaj, da je ravnovesna lega blizu središča planeta ter zanemari trenje pri premikanju po rovu ter sistemske sile zaradi kroženja sistema planet-luna. (spomni se $\frac{1}{(1\pm x)^2} \simeq 1 \mp 2x$)



9. Hidrostatika in hidrodinamika

9.1 Hidrostatika

1. Hidrostatika: nal. 1 (kvadratno korito z zapornico)
2. Hidrostatika: nal. 10 (vrtljiv drog ob gladini)
3. Hidrostatika: nal. 6 (teža vode, v katero sega valj)
4. Kvader z gostoto $\rho = \rho_{\text{voda}}/2$ in stranicami $a = 10$ cm, $b = 20$ cm, $c = 40$ cm. Določi stabilne in labilne lege kvadra na vodni gladini.
5. Hidrostatika: nal. 14 (delo pri dvigu kocke iz vode)
6. Hidrostatika: nal. 19 (nagib vode v pospešenem vozilu)
7. S kolikšno frekvenco niha plutovinast zamašek (gostota ρ , presek S in dolžina l), na katerega pri dnu pritrdimo lahko utež z maso m_u za ravnotežje?

9.2 Hidrodinamika, Bernoulli

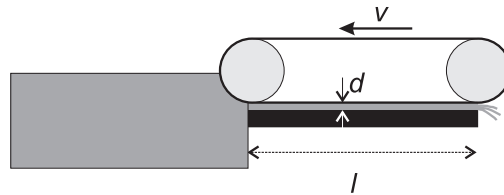
1. V cevki U s presekom 1 cm^2 je 20 g vode. S kolikšno frekvenco zaniha voda, ko v enega od krakov rahlo pihnemo?
2. Posoda s površino $S_1 = 3 \text{ cm}^2$ ima spodaj luknjo s površino $S_2 = 1 \text{ cm}^2$. V posodo previdno nalivamo vodo z dotokom $\phi_v = 0.1 \text{ l/s}$. Na kateri višini se ustali gladina?
3. Hidrodinamika: nal 5 (Venturijeva cev)
4. Oцени hitrost Save, če se gladina v zastojni točki stebra trboveljskega mostu dvigne za 20 cm.
5. Natega: z dna posode s površino $S = 100 \text{ cm}^2$ in višino $h = 10$ cm napeljemo cevko s presekom $S' = 1 \text{ cm}^2$ tako, da je spodnji konec cevke $h = 10$ cm pod dnom posode. V kolikšnem času po nategi izteče vsa voda iz posode?

9.3 Kvadratni zakon upora

1. S kolikšno hitrostjo se v morju na globini 10 m dvigajo mehurji zraka, ki jih spušča potapljač, v odvisnosti od polmera mehurjev? Upoštevajte samo kvadratni zakon upora in ocenite, od katerega polmera naprej ta dovolj dobro velja. Viskoznost morske vode je 0.001 kg/ms , gostota zraka v mehurjih na globini 10 m je 2.4 kg/m^3 , koeficient kvadratnega upora za kroglo pa $c_u = 0.4$.
2. Hidrodinamika: nal. 17 (veter in jadrnica)
3. Kolesarju nasproti piha veter s hitrostjo $v_v = 10 \text{ m/s}$ (hitrost vetra merimo glede na cesto). Za ravni odsek ceste rabi dvakrat več časa kot v brezvetrju, če vozi z isto močjo. S kolikšno hitrostjo vozi kolesar?
4. Hidrodinamika: nal. 13 (lebdeča žoga v navpičnem curku zraka)

9.4 Viskoznost in linearni zakon upora

1. V rezervoarju je olje z viskoznostjo $\eta = 0,6 \text{ kg/(ms)}$. Tekoči trak, ki je dolg $l = 10 \text{ m}$ in širok $b = 2 \text{ m}$, se giblje s hitrostjo $v = 0.5 \text{ m/s}$ na višini $d = 1 \text{ cm}$ nad mirujočo podlago. Kolikšen je volumski tok olja, ki ga trak poganja? S kolikšno močjo moramo poganjati trak? Zanemari tlak v olju zaradi višine gladine ter delo pri pospeševanju olja.



2. Med svinčnim valjem ($R = 5 \text{ cm}$, $h = 10 \text{ cm}$, $\rho = 13000 \text{ kg/m}^3$), ki se vrti s kotno hitrostjo 10 Hz , ter mirujočim plaščem je $d = 3 \text{ mm}$ debela plast olja z viskoznostjo $\eta = 0.5 \text{ kg/ms}$. S kolikšnim navorom in močjo vrti valj motor? V kolikšnem času se kotna hitrost valja zmanjša na polovico, ko motor ugasnemo? Računaj v približku tanke plasti olja.
3. Vodoravna cev z notranjim polmerom R_2 in dolžino l je napolnjena z viskozno tekočino z viskoznosti η . S kolikšno silo moramo po sredini vleči valj premera R_1 dolžine l , da se bo gibal z enakomerno hitrostjo v_0 ? Določi tudi hitrostni profil tekočine v cevi.
4. Kolokvijske naloge: 90/91, kol. 2, nal. 4 (padanje palice v olju)

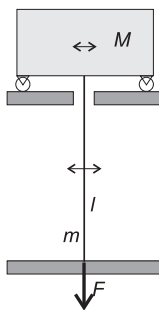
5. Posoda višine $h = 20$ cm in preseka $S = 20$ cm² je polna vode. Z dna posode vodi tanka vodoravna cev (kapilara) z dolžino $b = 10$ cm in presekom $S_0 = 5$ mm², skozi katero voda izteka. V kolikšnem času vode izteče do polovice?
6. Hidrodinamika: nal. 11 (padanje kroglice v glicerinu)

9.5 Površinska napetost

1. Koliko dela opravimo, ko napihnemo mehurček s polmerom r_1 do polmera r_2 ?
2. Določi višino kapilarnega dviga vode med steklenima ploščama, oddaljenima 1 mm. Površinska napetost vode je $\gamma = 0.07$ N/m, mejni kot pa je 0.
3. Hidrostatika: nal. 26 (oceni višino kapljice na parafinu)
4. Določi obliko curka vode, ki navpično izteka iz pipe. Polmer pipe je $r_0 = 1$ cm, hitrost iztekanja pa je $v_0 = 0.5$ m/s.

10. Mehansko valovanje

1. Valovanje: nal. 1 (gramofonska plošča)
2. Valovanje na vrvi opišemo z $y(x, t) = a \sin(kx - \omega t - \pi/4)$, kjer je $a = 0.05$ m, $k = 5\pi$ 1/m in $\omega = 20\pi$ 1/s. Izračunaj valovno dolžino, nihajni čas koščka vrvi ter hitrost in smer valovanja. Določi tudi hitrost in pospešek koščka vrvi v izhodišču ob $t = 0$ s.
3. Valovanje: nal. 2 (hitrost motnje na vzmeti)
4. Valovanje: nal. 3 (strižno valovanje)
5. Valovanje: nal. 4 (motnja na žičnici)
6. Koliko časa potuje zvok med točkama na razdalji $L = 10$ cm, če je v prvi točki temperatura 20°C v drugi pa 120°C , vmes pa se temperatura linearno spreminja?
7. Koliko časa potuje signal po prosto viseči vrvi dolžine l ?
8. Struna mase m in dolžine l je na enem koncu vpeta v steno, na drugem pa v klado z veliko, a končno maso M . Struna niha transverzalno in je ves čas napeta s silo F . Klada je prosto gibljiva v smeri nihanja strune. Za koliko se lastne frekvence tako vpete strune razlikujejo od tistih pri struni, ki je fiksno vpeta na obeh koncih? Kolikšna je najnižja frekvenca sistema? Upoštevaj, da je masa klade velika.



9. Valovanje: nal. 13 (stoječe valovanje palice)

Amplituda nihanja prostega konca je $u_0 = 2 \mu\text{m}$. Določi tlak $p(x, t)$ na različnih točkah v palici. Kolikšna je amplituda nihanja tlaka v točki, kjer je palica vpeta?

10. Valovanje: nal. 15 (energijski spekter pri nihanju strune)
11. Valovanje: nal. 19 (zvonec)
12. Valovanje: nal. 21 (glasnost)
13. Valovanje: nal. 23 (absorpcija)
14. Valovanje: nal. 6 (Doppler z vlaki)
15. Valovanje: nal. 9 (interferenca na vodi)