

Univerza v Ljubljani  
Pedagoška fakulteta

# Zbirka nalog iz fizike za 1. letnik

Gregor Bavdek, Barbara Rovšek, Jure Bajc, Mojca Čepič

1. oktober 2015



# Kazalo

Uvodne naloge	1
<b>1 Kinematika</b>	<b>3</b>
1.1 Kinematika na premici . . . . .	3
1.2 Kinematika v prostoru . . . . .	7
1.3 Kroženje in vrtenje . . . . .	11
<b>2 Dinamika pri translaciji</b>	<b>16</b>
2.1 Newtonov zakon . . . . .	16
2.2 Mehanska energija . . . . .	22
2.3 Težišče sistema . . . . .	25
2.4 Gibalna količina . . . . .	26
<b>3 Dinamika pri vrtenju</b>	<b>31</b>
3.1 Vztrajnostni moment . . . . .	31
3.2 Newtonov zakon za vrtenje . . . . .	32
3.3 Vrtilna količina . . . . .	37
<b>4 Gravitacija in sistemi v ravnovesju</b>	<b>40</b>
4.1 Gravitacija . . . . .	40
4.2 Ravnovesje sil in navorov . . . . .	41
4.3 Elastične lastnosti snovi . . . . .	44
<b>5 Mehanika tekočin</b>	<b>46</b>
5.1 Hidrostatika . . . . .	46
5.2 Hidrodinamika . . . . .	49
<b>Rešitve</b>	<b>53</b>



# Uvodne naloge

1. Pretvorite v zahtevane enote:

- a)  $1,17 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \longrightarrow \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$
- b)  $173,29 \cdot 10^{-4} \frac{\text{hl}}{\text{teden}} \longrightarrow \left[ \frac{\text{cl}}{\text{h}} \right]$
- c)  $0,014 \cdot 10^{-7} \frac{\text{dag}}{\text{cm}^3} \longrightarrow \left[ \frac{\mu\text{g}}{\text{nm}^3} \right]$
- d)  $0,71 \cdot 10^{13} \frac{\text{mol}}{\text{dl}} \longrightarrow \left[ \frac{\mu\text{mol}}{\text{cm}^3} \right]$
- e)  $17 \cdot 10^7 \frac{\text{ml}}{\text{min}} \longrightarrow \left[ \frac{\text{dm}^3}{\text{dan}} \right]$
- f)  $7870 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \longrightarrow \left[ \frac{\text{g}}{\text{l}} \right]$
- g)  $173,05 \frac{\text{J}}{\text{m}^3} \longrightarrow \left[ \frac{\text{GJ}}{\text{km}^3} \right]$
- h)  $0,07 \frac{\text{N}}{\text{m}} \longrightarrow \left[ \frac{\mu\text{N}}{\text{nm}} \right]$
- i)  $13724,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{C}}{\text{m}^3} \longrightarrow \left[ \frac{\text{nC}}{\text{dm}^3} \right]$
- j)  $17,4 \cdot 10^1 \frac{\text{V}}{\text{m}} \longrightarrow \left[ \frac{\text{MV}}{\text{km}} \right]$
- k)  $0,3704 \cdot 10^{-2} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \longrightarrow \left[ \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \right]$
- l)  $14,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \longrightarrow \left[ \frac{\text{mm}}{\text{h}^2} \right]$
- m)  $13,7 \cdot 10^{14} \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \longrightarrow \left[ \frac{\text{mJ}}{\mu\text{g}} \right]$
- n)  $12 \frac{\text{km}}{\text{h}} \longrightarrow \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$
- o)  $14,7 \text{ mm}^2 \longrightarrow \left[ \text{dm}^2 \right]$
- p)  $350 \frac{\text{Wh}}{\text{kg}} \longrightarrow \left[ \frac{\text{Ws}}{\text{g}} \right]$

2. Kako je Eratostenes izmeril (izračunal) obseg Zemlje? Verjel je, da je Zemlja okrogla. V Sieni (danes Asuan) je opazil, da se 21. junija Sonce opoldne ogleduje v dnu globokega vodnjaka. V Aleksandriji je bilo isti dan Sonce opoldne  $7^\circ 12'$  južno od zenita. Razdalja med Sieno in Aleksandrijo je znašala v tedanjih merah 5000 stadijev. V rabi so bili trije stadiji:

krajši: 1 stadij = 157 m

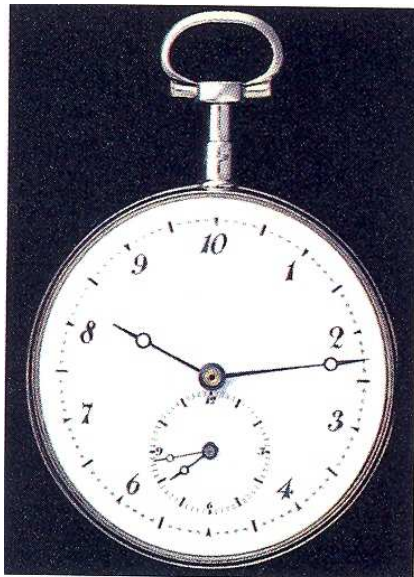
srednji: 1 stadij = 185 m

daljši: 1 stadij = 211 m

Kolikšna je bila Eratostenova ocena obsega Zemlje? S katerim stadijem bi se najbolj približal dejanskemu obsegu Zemlje (40.000 km)?

[sv1,1,2010/2011]

3. Decimalni metrični časovni sistem so predlagali leta 1792 v Franciji med revolucijo. Dan so razdelili na 10 ur namesto na običajnih 24 ur. Ura na sliki kaže čas v deset urnem dnevu, hkrati pa je urar modro vstavil tudi običajno merjenje časa. Ali obe številčnici kažeta enak čas?



[sv1,1,2010/2011]

4. Kako z uro izmeriti radij Zemlje? Ko leže opazuješ zvečer sončni zahod, začneš meriti čas, ko se Sonce dotakne obzorja. Vstaneš (oči imaš na višini 1,7 m) in počakaš, da se Sonce ponovno dotakne obzorja. Minilo je 11,1 s. Ali je iz teh podatkov mogoče oceniti (izračunati) radij Zemlje? Metoda najbolje deluje na ekvatorju. Več o tej metodi je mogoče prebrati v članku D. Rawlins, *American Journal of Physics*, 47, p. 126-128, 1979.

[dn1,2010/2011]

5. Premer zrna peska iz silicijevega dioksida na kalifornijski plaži je  $50 \mu\text{m}$ . Kocka s stranico en meter iz enake snovi tehta 2600 kg. Koliko tehta pesek, katerega površina zrnec je enaka površini kocke?

[sv1,1,2010/2011]

6. V astronomiji uporabljamo enote, ki so primerne za merjenje velikih razdalj. Relativno majhna enota je *astronomska enota* (a.e.), ki je enaka povprečni oddaljenosti Zemlje od Sonca,  $1,4960 \cdot 10^{11}$  m. *Svetlobno leto* je razdalja, ki jo svetloba prepotuje v enem letu. *Parsec* je še ena astronomska enota in je enaka polmeru krožnice, iz katere krožni izsek z vršnim kotom  $1''$  izreže krožni lok z dolžino, enako 1 astronomske enoti. Hitrost svetlobe je  $3,00 \cdot 10^8$  m/s.

- Koliko meri svetlobno leto v metrih?
- Koliko časa potuje svetlobe s Sonca do Zemlje? Izračunajte.
- Koliko meri parsec v metrih?

[k1,1,2010/2011]

# Poglavje 1

## Kinematika

### 1.1 Kinematika na premici

1. Hitrost premo gibajočega se telesa je dana s preglednico:

$t$ [s]	0,3	0,9	1,5	2,1	2,7	3,3	3,9	4,5	5,1	5,7
$v$ [m/s]	3,13	3,45	3,80	4,18	4,59	5,03	5,50	6,02	6,56	7,15

Sestavi preglednici za pospešek in pot, če je v začetnem trenutku ( $t = 0$ ) telo v izhodišču!

2. Hitrost nekega telesa lahko opišemo z enačbo  $v = at \exp(-\frac{t}{\tau})$ , kjer je  $a = 2 \text{ m/s}^2$  in  $\tau = 5 \text{ s}$ .
- Nariši hitrost v odvisnosti od časa!
  - Kdaj doseže telo ekstremne vrednosti hitrosti in kolikšne so te hitrosti?
  - Nariši odvisnost odmika od časa, če je bilo telo v začetku opazovanja v izhodišču!
  - Kdaj doseže telo največji odmik od izhodiščne lege in kolikšen je ta odmik?
  - Izračunaj pospešek v odvisnosti od časa! Nariši!
  - Kdaj doseže telo ekstremne pospeške in kolikšni so ti pospeški?
3. Dva avtomobila peljeta vstric s hitrostjo  $60 \text{ km/h}$ . Nato se prvi avtomobil s pojemkom  $4 \text{ m/s}^2$  ustavi, stoji  $10 \text{ s}$  in spelje s pospeškom  $3 \text{ m/s}^2$ . Drugi avtomobil medtem nemoteno nadaljuje vožnjo. Kolikšna je razdalja med avtomobiloma, ko oba spet vozita s konstantno hitrostjo  $60 \text{ km/h}$ ?
4. Čolnu, ki se giblje s hitrostjo  $4 \text{ m/s}$ , se ustavi motor. Kolikšno pot napravi v naslednjih  $10 \text{ s}$ , če velja za pospešek enačba  $a = -kv^2$  s koeficientom  $k = 0,65 \text{ m}^{-1}$ ? Kolikšna je hitrost čolna po  $10 \text{ sekundah}$ ?
5. Čolnu, ki se giblje s hitrostjo  $4 \text{ m/s}$ , se ustavi motor. Kolikšno pot napravi v naslednjih  $10 \text{ s}$ , če velja za pospešek enačba  $a = -kv$  s koeficientom  $k = 0,65 \text{ s}^{-1}$ ? Kolikšna je hitrost čolna po  $10 \text{ sekundah}$ ?
6. Pri prostem padu opravi telo tretjino poti v zadnjih dveh sekundah. S kolikšne višine je padel? Koliko časa je padal?
7. Kolikšen je pospešek potnikov pri trku avtomobila? Nalogo reši za dva primera: v prvem je zmečkanina dolga  $0,5 \text{ m}$  in hitrost avtomobila pred trkom  $100 \text{ km/h}$ , v drugem pa je zmečkanina dolga  $1,0 \text{ m}$  in hitrost avtomobila pred trkom  $30 \text{ km/h}$ .

[j, 2011/2012]

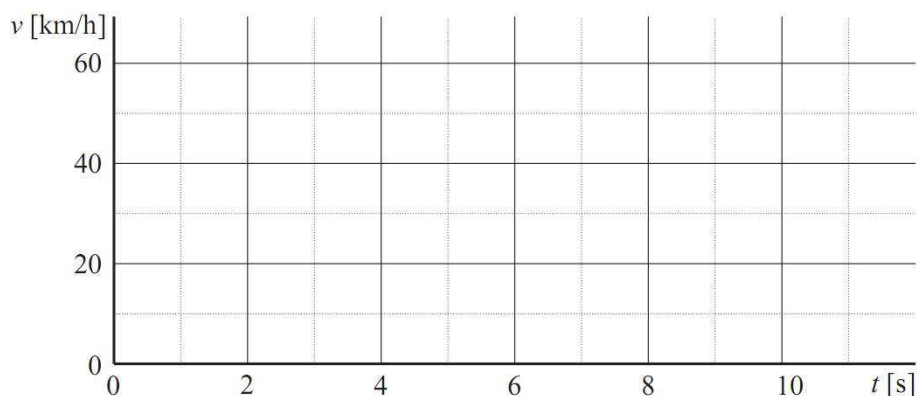
8. S kolikšno hitrostjo pade na tla in koliko časa pada kamen z višine 20 m, če ga s hitrostjo 10 m/s vržemo navpično navzgor/navzdol?  
[j, 2011/2012]
9. Kolikšna je hitrost telesa, ki se giblje s konstantnim pospeškom  $5 \text{ cm/s}^2$ , pol ure po trenutku, ko ima telo hitrost  $3 \text{ m/s}$ ?  
[g, dn, 1, 2009/2010]
10. Helijevo jedro (delec alfa) se giblje v ravni votli cevi dolžine 2 m. Cev je del pospeševalnika. Koliko časa je jedro v cevi, če vanjo vstopi s hitrostjo  $10 \text{ km/s}$  in izstopi s hitrostjo  $5000 \text{ km/s}$  in je vmes pospešek konstanten? Kolikšna je velikost pospeška?  
[g, dn, 2, 2009/2010]
11. Vlaku se začne premikati s konstantnim pospeškom. Ob nekem trenutku je njegova hitrost enaka  $10 \text{ m/s}$ ,  $55 \text{ m}$  dalje pa je njegova hitrost enaka  $16 \text{ m/s}$ . Izračunaj pospešek, čas, potreben za teh  $55 \text{ m}$ , čas, v katerem doseže hitrost  $10 \text{ m/s}$ , in razdaljo, ki jo pri tem prepotuje.  
[g, dn, 3, 2009/2010]
12. Kamen vržemo navpično navzgor z začetno hitrostjo  $5 \text{ m/s}$ .
- Na kolikšni višini začne padati navzdol?
  - Koliko časa je v zraku, če pade na tla na isti višini?
  - S kolikšno hitrostjo udari ob tla, če pade na tla  $10 \text{ m}$  nižje, kot je poletel v zrak?
  - Koliko časa je bil kamen v zraku v drugem primeru?
- [sv2, 1, 2010/2011]
13. Lego nekega telesa lahko opišemo z naslednjo enačbo:  $x = x_0(1 - \exp(\frac{-t}{\tau}))$ , kjer je  $x_0$  enak  $2 \text{ m}$  in  $\tau$  enak  $5 \text{ s}$ .
- Skicirajte graf lege telesa v odvisnosti od časa.
  - Kako daleč od izhodiščne lege se največ premakne telo? Kje je telo po  $1 \text{ s}$ ?
  - Skicirajte graf hitrosti v odvisnosti od časa.
  - Izračunajte hitrost v odvisnosti od časa. Kolikšna je hitrost telesa na začetku gibanja in po  $1 \text{ s}$ ?
  - Skicirajte pospešek v odvisnosti od časa.
  - Izračunajte pospešek telesa v odvisnosti od časa. Kolikšen je pospešek telesa na začetku gibanja in po  $1 \text{ s}$ ?
- [sv2, 2, 2010/2011]
14. Pojemek nekega telesa je sorazmeren s kvadratom časa, v katerem opazujemo gibanje. Pojemek je po času  $2 \text{ s}$  po začetku opazovanja enak  $4 \text{ m/s}^2$ .
- Izračunajte začetno hitrost telesa, če se telo ustavi po  $3 \text{ sekundah}$ .
  - Kako daleč se premakne telo?
- [sv2, 3, 2010/2011]



15. Štirje enaki avtomobili so se s hitrostjo 60 km/h peljali po isti cesti. V določenem trenutku so vsi vozniki začeli enakomerno zavirati, dokler se njihov avtomobil ni ustavil. Vsak voznik je zaviral z drugačnim pojemkom. V preglednici so zapisane izmerjene hitrosti za prvih pet sekund zaviranja.

Čas [s]	Hitrost avtomobilov [km/h]			
	Avtomobil 1	Avtomobil 2	Avtomobil 3	Avtomobil 4
0,0	60	60	60	60
1,0	56	50	52	54
2,0	52	40	44	48
3,0	48	30	36	42
4,0	44	20	28	36
5,0	40	10	20	30

- a) Kateri avtomobil se je prvi ustavil?  
 b) Za avtomobil, ki se je prvi ustavil, v koordinatni sistem spodaj narišite graf hitrosti v odvisnosti od časa!



- c) Kolikšno pot je prevozil avtomobil 3 med zaviranjem?  
 d) Koliko časa od začetka zaviranja je potreboval avtomobil 1 v primerjavi z avtomobilom 3, da se je ustavil? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- Potreboval je dvakrat manj časa kot avtomobil 3.
  - Potreboval je enako časa kot avtomobil 3.
  - Potreboval je dvakrat več časa kot avtomobil 3.
  - Potreboval je štirikrat več časa kot avtomobil 3.

[i2, 1, 2008/2009]

16. Na začetek tekočega traku, ki se giblje s konstantno hitrostjo  $v = 3,5 \text{ m/s}$  postavimo otroški avtomobilček, ki se v tistem trenutku začne gibati v nasprotni smeri enakomerno pospešeno s pospeškom  $a = 0,8 \text{ m/s}^2$ .

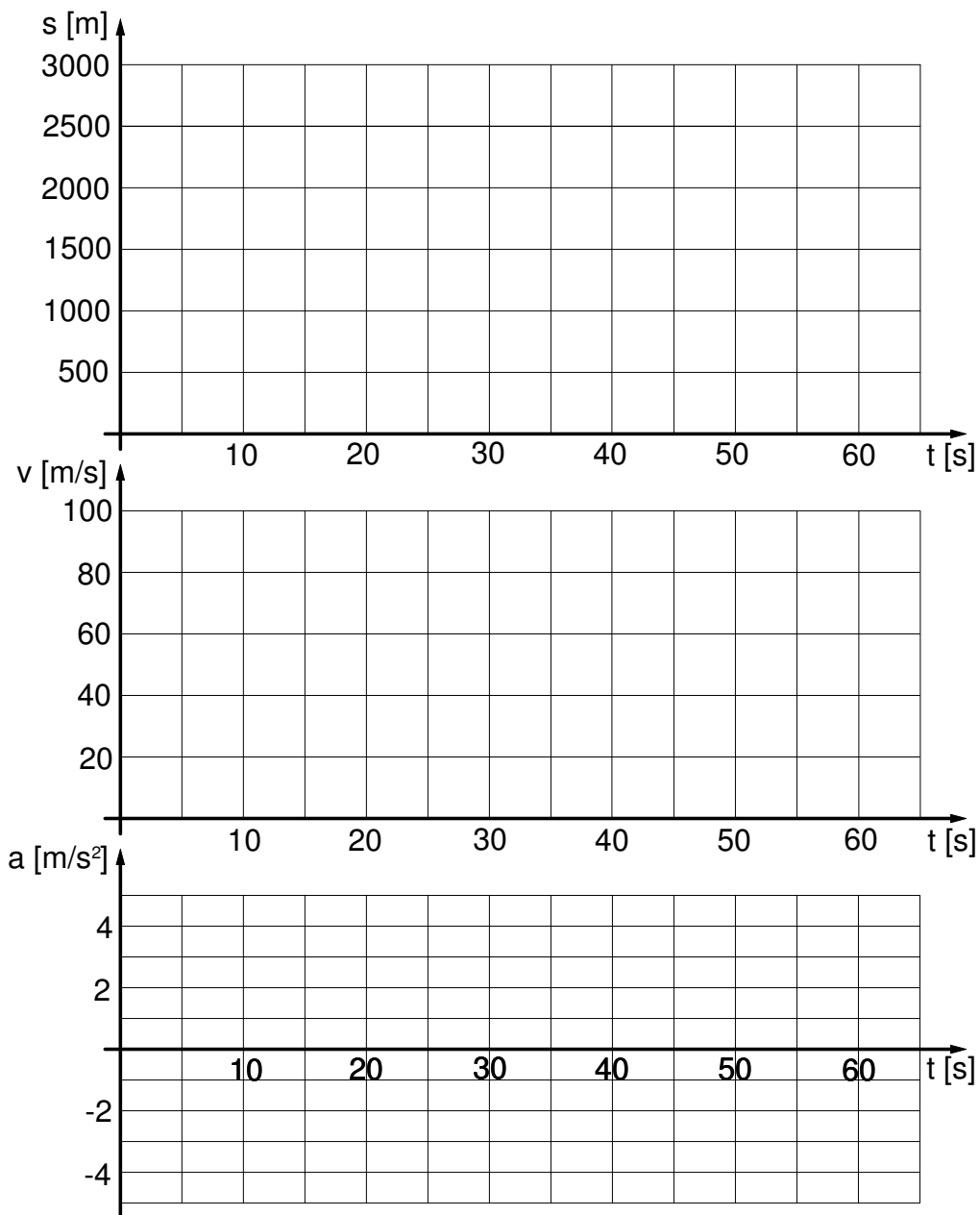
- Koliko časa od trenutka, ko smo avtomobilček postavili na tekoči trak, avtomobilček miruje glede na okolico?
- Koliko je v tem trenutku oddaljen od začetka tekočega traku?
- Čez koliko časa se avtomobilček vrne na začetek tekočega traku?
- Kolikšno pot prevozi po tekočem traku do tega trenutka?

[k1, 4, 2009/2010]

17. Motorist A spelje s pospeškom  $2,5 \text{ m/s}^2$  in po  $500 \text{ m}$  vožnje po ravni cesti sreča motorista B, ki miruje. Od tega trenutka dalje vozi motorist A s konstantno hitrostjo, motorist B pa spelje s pospeškom  $4 \text{ m/s}^2$ . Ko motorist B dohiti motorista A, začneta oba motorista zavirati, dokler se ne ustavita. Motorist A zavira s pojemkom  $4 \text{ m/s}^2$ , motorist B pa s pojemkom  $5 \text{ m/s}^2$ .

- Kje in po kolikšnem času motorist B dohiti motorista A?
- Narišite graf  $v(t)$  za oba motorista (po možnosti z različnima barvama).
- Narišite graf  $a(t)$  za oba motorista.
- Narišite graf  $s(t)$  za oba motorista. (Pri tem je  $s$  oddaljenost od točke, kjer je štartal motorist A.)

Iz grafov naj bodo razvidne začetne in končne hitrosti, časi srečanj in obstankov, ter prevožena pot ob vseh teh časih.



18. V vodnjak spustimo kamen. Kako globok je vodnjak, če zaslišimo pljusk po 5 sekundah? Hitrost zvoka v zraku je 340 m/s. Težni pospešek je 9,83 m/s<sup>2</sup>.
- Najprej izračunajte globino vodnjaka tako, da zanemarite čas, ki ga od pljuska do vas potrebuje zvok. To je vaša prva ocena globine vodnjaka. Kolikšna je?
  - Nato izračunajte približen čas, ki bi ga potreboval zvok pri tako globini vodnjaka. Kolikšen je? Ali račun a) kaže preveliko ali premajhno globino vodnjaka?
  - Ponovno izračunajte globino vodnjaka ob upoštevanju časa izračunanega pri b). Kolikšna je?
  - Postopek popravljanja ponovite še enkrat. Kolikšen je drugi popravek?
  - Rešite nalogo še neposredno z enačbo, ki upošteva, da kamen pada enakomerno pospešeno, zvok pa se širi enakomerno.

[dn2, 2010/2011]

19. Mimo okna z višino 2 m vidimo padati cvetlični lonček. Mimo okna leti lonček 0,1 s. S kolikšne višine nad spodnjim robom okna je padel cvetlični lonček?

[j, 2011/2012]

## 1.2 Kinematika v prostoru

1. Gibanje delca podaja enačba:

$$\vec{r} = (6 + 2t^2)\vec{i} + (3 - 2t + 3t^2)\vec{j}.$$

Razdalje so merjene v metrih in čas v sekundah. Izračunaj hitrost in pospešek v odvisnosti od časa!

- Pospešek delca je podan z enačbo:  $\vec{a} = 3\vec{i} + 2\vec{j}$ .  
Za kolikšno razdaljo se premakne v tretji sekundi, če je na začetku miroval v izhodišču?
- Z vrha 30 m visokega stolpa vržemo kamen poševno s hitrostjo 10 m/s. Kje in pod kakšnim kotom pade na tla, če vržemo kamen pod kotom 35° glede na horizont navzgor? Kje in pod kakšnim kotom pade na tla, če vržemo kamen pod kotom 35° glede na horizont navzdol?
- Kamen vržemo s tal poševno navzgor z začetno hitrostjo 10 m/s. Pod katerim kotom smo ga vrgli, če je padel 3 m daleč?
- Kamen vržemo poševno z 1 m visokega stolpa z začetno hitrostjo 10 m/s. Pod katerim kotom smo ga vrgli, če je padel 3 m daleč?
- Po klancu z naklonom 20° vržemo poševno navzdol (navzgor) kamen z začetno hitrostjo 10 m/s. Pod katerim kotom glede na horizont moramo vreči kamen, da bo padel najdlje?
- Navzgor po klancu z naklonom 15° brcnemo žogo. Pod katerim kotom jo moramo brcniti, da se bo odbila nazaj k nogam?
- Nogometno žogo brcnemo pod kotom 45° z začetno hitrostjo 22 m/s proti vratarju, ki je v tem trenutku oddaljen od nas 60 m. S kolikšno hitrostjo mora vratar steči proti nam, da bo ujel žogo v trenutku, ko pade na tla?

[g, dn, 4, 2009/2010]

9. Žogo vržemo s hitrostjo  $18 \text{ m/s}$  pod kotom  $40^\circ$  z višine  $1,5 \text{ m}$  proti  $3 \text{ m}$  visoki,  $30 \text{ m}$  oddaljeni ograji. Ali bo žoga preletela ograjo?  
[g, dn, 5, 2009/2010]
10. Letalo leti poševno navzgor s hitrostjo  $200 \text{ m/s}$  pod kotom  $60^\circ$  glede na vodoravnico. V višini  $500 \text{ m}$  nad tlemi spusti na tla tovor in nadaljuje let v nespremenjeni smeri. Kolikšna je razdalja med krajem, kamor pade tovor, in letalom v trenutku, ko pade tovor na tla? S kolikšno hitrostjo udari tovor ob tla?  
[g, dn, 6, 2009/2010]
11. Človek vesla v mirni vodi s hitrostjo  $6 \text{ km/h}$ . V kateri smeri mora veslati, če hoče pravokotno prečkati reko, katere hitrost je  $3 \text{ km/h}$ ? Koliko časa porabi za prečkanje, če je reka široka  $100 \text{ m}$ ? Koliko časa porabi za to, da odvesla  $3 \text{ km}$  po reki navzdol in se vrne nazaj? Koliko časa porabi za to, da odvesla  $3 \text{ km}$  po reki navzgor in se vrne nazaj? V katero smer mora veslati, če želi prečiti reko v najkrajšem času?  
[g, dn, 7, 2009/2010]
12. Ravnsko gibanje točkastega telesa opišemo z enačbama  $x = 4x_0 \cos \omega t$  in  $y = x_0 \sin 2\omega t$ . Pri tem je  $x_0 = 10 \text{ cm}$  in  $\omega = 0,1 \text{ s}^{-1}$ .
- Kje je telo ob času  $0$ ?
  - Nariši tir gibanja tega telesa v ravnini  $xy$ .
  - Kako se s časom spreminja hitrost telesa?
  - Kako se s časom spreminja pospešek telesa?
  - Ob katerih trenutkih je hitrost telesa največja?
  - Ob katerih trenutkih je pospešek največji?
  - Kolikšen je največji pospešek telesa?
  - V katerih legah je pospešek največji?
13. Točkasto telo se enakomerno giblje po krivulji, ki jo podaja naslednji zapis:  $\vec{r}(t) = (x_0 \cos(2\pi\nu t), y_0 \sin(4\pi\nu t))$ , kjer je  $x_0 = 1 \text{ m}$ ,  $y_0 = 0,5 \text{ m}$  in frekvenca  $30$  obhodov na minuto.
- Kje se nahaja telo po  $5/10$  sekunde?
  - Kakšno krivuljo opisuje telo?
  - Kako se spreminja hitrost v odvisnosti od časa?
  - Kako se spreminja pospešek v odvisnosti od časa?
  - Kolikšen je največji pospešek telesa?
  - Ob katerih časih je pospešek največji?
  - V katerih legah je pospešek največji?
- [sv3, 1, 2010/2011]
14. Z deset metrov visokega stolpa vržemo kamen pod kotom  $30^\circ$  navzgor glede na vodoravnico. Začetna hitrost kamna je  $5 \text{ m/s}$ .
- Skicirajte tir kamna.
  - Po kolikšnem času je kamen spet na višini stolpa?

- c) S kolikšno hitrostjo udari kamen ob tla?
- d) Po kolikšnem času pade kamen na tla?
- e) Kako daleč od stolpa pade kamen na tla?
- f) Pod kakšnim kotom udari kamen ob tla?
- g) Ali bi z isto začetno hitrostjo a v drugi smeri kamen lahko vrgli enako daleč od stolpa?
- h) Če da, v kateri smeri?

[sv3,2,2010/2011]

15. Kamen vržemo pod kotom  $30^\circ$  glede na obzornico s hitrostjo 5 m/s.

- a) Kako daleč od kraja meta pade na tla? Upoštevajte, kot da je bil kamen vržen neposredno s tal.
- b) Kako dolgo je bil kamen v zraku? Kolikšno višino je dosegel?
- c) Pod katerim kotom ga moramo zalučati z enako hitrostjo, da pade enako daleč?
- d) Kako dolgo je v zraku v tem primeru? Kolikšno višino je dosegel?

Kamen zalučamo z vrha klanca. Naklon klanca je prav tako  $30^\circ$ . Kot, pod katerim zalučamo kamen, merjen glede na obzornico, je enak kot na začetku.

- e) Kako daleč pade kamen, merjeno po klanecu?

[dn3,2010/2011]

16. Vlaka vozita po vzporednih tirih v nasprotnih smereh z enako hitrostjo 100 km/h. Potnik prvega vlaka vidi na nebu letalo, ki se oddaljuje pravokotno na tir. Potnik drugega vlaka vidi, da se letalo giblje pod kotom  $45^\circ$  glede na tir.

- a) Kolikšna je hitrost letala?
- b) Pod katerim kotom leti letalo glede na tir za opazovalca ob tiru?

[sv4,3,2010/2011]

17. Žogico vržemo z višine 2 m v vodoravni smeri s hitrostjo 10 m/s.

- a) Kdaj in kje pade žogica prvič na tla in pod kolikšnim kotom?

Žogica se od tal odbija pod enakim kotom, kot nanje pade, a neprožno – pri vsakem naslednjem odboju doseže le 80% višine pri prejšnjem odboju. Energija se izgublja le ob odbojih žogice od tal.

- b) Kolikšni sta obe komponenti hitrosti žogice po prvem odboju?
- c) Kdaj in kje ter pod kolikšnim kotom pade žogica drugič na tla?

[k1,5,2009/2010]

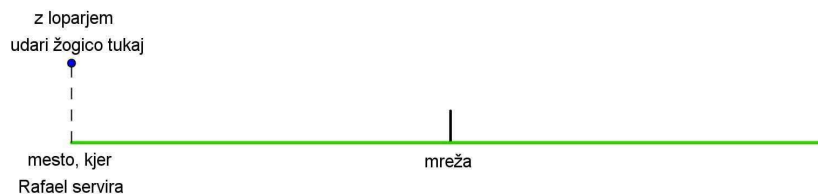
18. Deček zaluča kamen s hitrostjo 5 m/s pod kotom  $30^\circ$  glede na obzornico. Zanimarite višino dečka.

- a) Kako daleč od dečka pade kamen na tla?
- b) Kolikšna je velikost hitrosti v točki, v kateri je koordinata v vodoravni smeri enaka tretjini dometa?
- c) Kolikšen kot oklepa tedaj smer hitrosti z vodoravnico?

[k1,4,2010/2011]

19. Rafael Nadal servira izza osnovne črte, ki je 11,89 m oddaljena od mreže (glej sliko). Mreža je visoka 95 cm. Ko Rafael servira, udari z loparjem žogico 2,50 m nad tlemi, po udarcu ima žogica hitrost 200 km/h. Servira v smeri, vzporedni vzdolžnim robovom igrišča (ne diagonalno). Zračni upor zanemarimo.

- Pod katerim kotom glede na vodoravnico udari žogico pri servisu, če ta leti po servisu tik nad mrežo?
- V kolikšni oddaljenosti od mreže pade v primeru, ko je serviral pod kotom iz prejšnjega vprašanja, žogica na tla?



[kp, 5, 2009/2010]

20. S kolikšnim pospeškom se giblje smučar po zaletišču skakalnice, če se mu vsaki dve sekundi poveča hitrost za 10 m/s? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.

- 10 m/s<sup>2</sup>
- 8 m/s<sup>2</sup>
- 5 m/s<sup>2</sup>
- 2 m/s<sup>2</sup>

[k1, 1a, 2008/2009]

21. Otroci se žogajo na dvorišču pred hišo. Na balkon pride Nace in izzove Marjetko, da ne zmore vreči žoge do njega. Marjetka se postavi tik pod balkon in na vso moč vrže žogo navpično navzgor. Žoga poleti Nacetu mimo glave, se dvigne še dva metra nad njegove vodoravno iztegnjene roke in nazadnje konča v njegovih dlaneh. Od trenutka, ko je Marjetka izpustila žogo, do trenutka, ko je žoga najvišje, mine 1,2 s.

- S kolikšno hitrostjo je Marjetka vrgla žogo?
- Na kolikšni višini nad Marjetkinimi rokami so Nacetove dlani?

Nace se ne da in Marjetki zabrusi, da je goljufala in da je on mislil, da bo žogo vrgla z igrišča, ki je 6 m oddaljeno od njegovih dlanih. Marjetka torej žogo vrže še enkrat z roba igrišča. Potrudi se, da žogo ponovno vrže na vso moč in pod optimalnim kotom, da bi priletela do Nacetovih dlani.

- Ali ji "veliki met" uspe? Odgovor utemeljite z računom.

[k1, 4, 2008/2009]

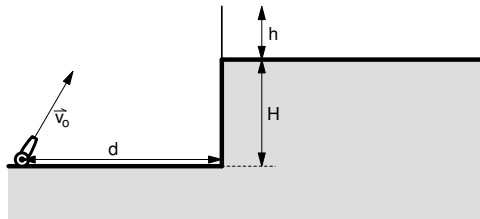
22. Na odprtem morju ploveta jadrnici. Razdalja med njima se manjša. Prva plove naravnost proti severu, druga pa naravnost proti zahodu. Krmar na prvi jadrnici opazi, da se smer, v kateri vidi drugo jadrnico glede na smer hitrosti prve jadrnice, ne spreminja – ves čas jo opazuje pod kotom 30°. Hitrost prve jadrnice glede na Zemljo je 8 vozlov (1 vozlo = 1 morska milja/h, 1 morska milja = 1852 m).

- a) Kolikšna je hitrost prve jadrnice glede na Zemljo v metrih na sekundo? Na kateri strani svoje jadrnice vidi krmar prve jadrnice drugo jadrnico? Krmar stoji na zadnjem delu jadrnice in je obrnjen naprej proti kljunu svoje jadrnice.
- b) Kolikšna je hitrost druge jadrnice glede na Zemljo?
- c) Kolikšna je relativna hitrost ene jadrnice glede na drugo?
- d) Točno opoldne je razdalja med jadrnicama natančno tri milje. Kdaj se bosta zaleteli, če nobena od njiju ne spremeni svoje hitrosti?

[k1, 5, 2008/2009]

23. S topom ustrelimo kroglo pod kotom  $60^\circ$  proti vodoravnici in z začetno hitrostjo  $20 \text{ m/s}$ . Top je od terase oddaljen  $10 \text{ m}$ , terasa je visoka  $5 \text{ m}$  in ima na svojem začetku ograjo, ki je visoka  $4 \text{ m}$ .

- a) Koliko nad ograjo leti krogla? (Izračunajte, kako visoko je krogla na kraju, kjer je ograja.)
- b) Kako daleč od začetka terase pade krogla na tla?



[k1, 3, 2011/2012]

24. Pod balkonom, ki je  $8 \text{ m}$  nad tlemi, vodi cesta, po kateri pelje tovornjak s hitrostjo  $21,6 \text{ km/h}$ .

- a) Kako daleč od točke na cesti točno pod balkonom je tovornjak, ko moramo z balkona spustiti kamen, da bo ta pristal na tovornjaku? Višina tovornjaka je  $1 \text{ m}$ .
- b) S kolikšno hitrostjo pa moramo vreči kamen v vodoravni smeri z balkona, v trenutku, ko je tovornjak od točke na cesti pod balkonom oddaljen že  $12 \text{ m}$ , če želimo, da bo kamen spet pristal na tovornjaku?

[kp, 1, 2011/2012]

### 1.3 Kroženje in vrtenje

1. Vrtiljak, ki se vrti spočetka s konstantno kotno hitrostjo  $6 \text{ s}^{-1}$  se začne vrteti enakomerno pojemajoče. Kolikšen čas potrebuje vrtiljak za peti vrtljaj, če se popolnoma zaustavi po desetih vrtljajih?
2. Točkasto telo najprej enakomerno kroži s hitrostjo  $20 \text{ cm/s}$  po krogu s polmerom  $10 \text{ cm}$ . Nato začne krožiti enakomerno pospešeno s kotnim pospeškom  $3 \text{ s}^{-2}$ . Kolikšna je velikost pospeška in kot med pospeškom in radijem  $1/12$  obhoda po začetku pospeševanja? Kolikšen bi moral biti kotni pospešek, da bi bila po  $1/12$  obhoda velikost pospeška  $1 \text{ m/s}^{-2}$ ?

3. Kamen vržemo poševno navzgor pod kotom  $60^\circ$  proti vodoravnici s hitrostjo  $20 \text{ m/s}$ . Kolikšna sta radialni in tangencialni pospešek  $3 \text{ s}$  po začetku gibanja? Kolikšen je tedaj krivinski polmer trajektorije?
4. Žica je zvita v togo vijačnico, ki se pri vsakem obhodu spusti za  $2 \text{ cm}$  in objema pokončen valj s premerom  $2 \text{ cm}$ . Na žico natakujemo majhno prevrtano telo, ki drsi po žici brez trenja. Kolikšna je hitrost telesa  $2 \text{ s}$  po trenutku, ko ga spustimo?
5. Krožna plošča, ki v začetku miruje, začne pospeševati tako, da kotni pospešek narašča linearno s časom po enačbi  $\alpha = kt$ , kjer je  $k = 0,08 \text{ s}^{-3}$ . Kolikšna sta po enem vrtljaju hitrost in pospešek žabice, ki čepi v razdalji  $30 \text{ cm}$  od osi vrtenja?

[g, dn, 9, 2009/2010]

6. Vrtiljak ima sedeže nameščene na vodoravni okrogli plošči v dveh oddaljenostih od središča. Notranji krog sedežev je nameščen v oddaljenosti  $0,75 \text{ m}$  od središča, zunanji pa  $1,5 \text{ m}$  od središča. Vrtiljak najprej miruje, nato se začne enakomerno pospešeno vrteti.
- Po  $30$  sekundah je kotna hitrost vrtiljaka  $1 \text{ rad}$  na sekundo. Kolikšna je hitrost notranjih in zunanjih sedežev?
  - Kolikšen je kotni pospešek vrtiljaka?
  - Kolikšen je tangentialni pospešek v notranjem in zunanjem krogu sedežev?
  - Kolikšen je radialni pospešek v obeh krogih sedežev?
  - Kolikšni sta velikosti pospeška v obeh krogih sedežev?
  - Kakšno smer ima pospešek glede na radij v obeh krogih sedežev?
  - Koliko časa po začetku vrtenja sta tangentialni in radialni pospešek enaka? Razmislite tudi o načrtu računa, če bi se naloga začela z vprašanjem e).

[sv4, 1, 2010/2011]

7. Kamen vržemo pod kotom  $30^\circ$  z začetno hitrostjo  $15 \text{ m/s}$ .
- Kdaj je telo v najvišji točki leta? Označimo ta čas s  $T$ .
  - Kolikšen je radialni pospešek v tem trenutku?
  - Kakšna je smer hitrosti v času  $3/2T$ ?
  - Kolikšen je tangentialni pospešek v času  $3/2T$ ?
  - Kolikšen je radialni pospešek ob času  $3/2T$ ?

[sv4, 2, 2010/2011]

8. Vrtiljak se vrti s frekvenco  $10$  obratov na minuto. Začne se ustavljati.
- Kolikšen je kotni pospešek vrtiljaka, če se ustavi v petih obratih?
  - Koliko časa porabi za prvi, drugi, tretji, četrti in zadnji obrat? Izračunane čase zapišite v tabelo.
  - Iz podatkov vnesenih v tabelo narišite še graf odvisnosti časa potrebnega za en obrat od časa, ko se je obrat začel.

[dn4, 2010/2011]

9. Vrtiljak se vrti s frekvenco  $10 \text{ min}^{-1}$  in se začne ustavljati s pojemkom  $0,5 \text{ min}^{-2}$ . Koliko časa porabi za  $25$ . obrat od začetka ustavljanja?

[j, 2011/2012]



10. Vrtiljak se vrti s frekvenco 10 obratov na minuto. Ustavi se po petih obratih.
- Kolikšen je kotni pospešek vrtiljaka med ustavljanjem?
  - Koliko časa se vrtiljak ustavlja?
  - Koliko časa traja predzadnji obrat?
  - Mesto, na katerega je pritrjen sedež, je 2,5 metra oddaljeno od osi vrtenja. Kolikšen je na začetku ustavljanja pospešek v tej točki?
  - V katerem trenutku po začetku ustavljanja sta radialni in tangентni pospešek enaka po velikosti?

[b, 2009/2010]

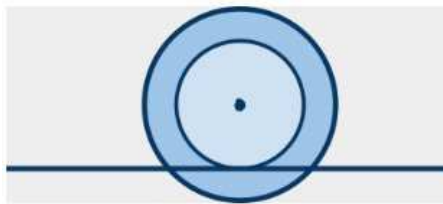
11. Na otroški vrtiljak postavimo kamen na oddaljenosti 1,2 m od osi vrtenja. Koeficient trenja med kamnom in podlago je  $k_{tr} = 0,3$ . Vrtiljak začnemo vrteti enakomerno pospešeno s kotnim pospeškom  $\alpha = 0,04 \text{ s}^{-2}$ .

- Kolikšno hitrost ima kamen, ko naredi vrtiljak 3 polne obrate?
- Po kolikšnem času od začetka vrtenja je radialni pospešek enak tangencialnemu?
- Po kolikšnem času od začetka vrtenja kamen odleti z vrtiljaka?

[k1, 3, 2009/2010]

12. Valj s polmerom 10 cm se kotali s konstantno hitrostjo 5 cm/s po ravni podlagi brez spodrsavanja. Zapišite tir točke

- v osi valja,
- na plašču valja,
- v oddaljenosti 5 cm od osi valja.
- Če je ta valj kolo vagona, sega rob kolesa čez in preko tračnice. Kako se giblje točka na robu? (cikloide)



[b, 2009/2010]

13. Vrtiljak ima sedeže nameščene na vodoravni okrogli plošči v dveh oddaljenostih od središča. Notranji krog sedežev je nameščen v oddaljenosti 1,0 m od središča, zunanji pa 1,5 m od središča. Vrtiljak se vrti enakomerno s frekvenco 20 obratov na minuto.

- Kolikšna je hitrost zunanjih in kolikšna hitrost notranjih sedežev?
- Vrtiljak se začne ustavljati. Po 30 sekundah se kotna hitrost vrtiljaka prepolovi. Kolikšen je kotni pospešek vrtiljaka?
- Kolikšen je tangентni pospešek v notranjem in zunanjem krogu sedežev?
- Kolikšen je po 55 sekundah od začetka ustavljanja celoten pospešek sedežev v notranjem krogu?

[k1, 2, 2010/2011]

14. Med naštetimi gibanji izberite premo gibanje. Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- a) Gibanje pete pri hoji po ravni cesti.
  - b) Gibanje jabolka, ki prosto pada z drevesa.
  - c) Gibanje sedeža na vrtiljaku, ki enakomerno kroži.
  - d) Padanje lista z drevesa.

[k1, 1d, 2008/2009]

15. Otroški vrtiljak se vrti s frekvenco 15 obratov na minuto. Ko ga nehamo poganjati, se v petih obratih ustavi.
- a) S kolikšnim kotnim pospeškom se ustavlja?
  - b) Koliko časa se ustavlja?
  - c) Koliko časa traja predzadnji obrat?

[k1, 2, 2008/2009]

16. Vrtiljak, ki se vrti s kotno hitrostjo  $3,0 \text{ rd/s}$ , se začne vrteti enakomerno pospešeno. Po 9 s pospeševanja ima kotno hitrost  $6,0 \text{ rd/s}$ . Po 12 s pospeševanja se preneha vrteti enakomerno pospešeno in se od takrat naprej vrti s stalno kotno hitrostjo. Narišite kotno hitrosti vrtiljaka v odvisnosti od časa za prvih 30 s od začetka pospeševanja naprej.
- a) S kolikšnim kotnim pospeškom se vrti vrtiljak med pospeševanjem?
  - b) S kolikšno največjo kotno hitrostjo se vrti vrtiljak?
  - c) Koliko obratov naredi v deseti sekundi po začetku pospeševanja?

[i1, 1, 2008/2009]

17. Vrtiljak se začne vrteti s kotnim pospeškom  $0,50 \text{ s}^{-2}$ , nato se vrti nekaj časa s konstantno hitrostjo in se na koncu ustavi z enakim kotnim pojemkom. Celotni čas vrtenja je 25 s. Vrtiljak se pospešeno vrti prvih 6 s gibanja.
- a) Kolikšna je največja kotna hitrost med vrtenjem?
  - b) Koliko časa se vrtiljak vrti s konstantno hitrostjo?
  - c) Koliko obratov naredi vrtiljak med celotnim vrtenjem?

[i3, 1, 2008/2009]

18. Na krožni cesti s polmerom 250 m sta dve vozila, ki vozita v nasprotnih smereh (po različnih pasovih). Prvo vozilo vozi s konstantno hitrostjo 40 km/h, drugo pa najprej miruje, nato pa v trenutku, ko prvo pripelje mimo, spelje s konstantnim pospeškom. V nalogi zanemarite, da ima vozilo na zunanjem pasu nekoliko daljšo pot od vozila na notranjem pasu.
- a) Kolikšen naj bo pospešek drugega vozila, da se s prvim spet sreča natanko na polovici kroga?
  - b) Kolikšna je v trenutku, ko se vozila srečata na polovici kroga, kotna hitrost drugega vozila?
  - c) Kolikšen je v tem trenutku radialni pospešek drugega vozila?

[i1, 1, 2007/2008]

19. Miha sestavi iz Lego kock okroglo železniško progo s premerom 1,6 m. Na tire postavi električni vlak in sočasno vklopi uro ter lokomotivo. Za prvi krog potrebuje vlak 5,0 s, za drugi krog pa 4,0 s. Tudi za vsak naslednji krog potrebuje 4,0 s.

- a) S kolikšno končno hitrostjo se giblje vlak?
- b) S kolikšno končno frekvenco kroži vlak?
- c) Predpostavite, da se je po vklopu hitrost vlaka povečevala enakomerno do končne vrednosti. S kolikšnim pospeškom je pospeševal vlak?

[i2,1,2007/2008]

20. V profil avtomobilske pnevmatike s premerom 75 cm je zagozden kamenček. Pnevmatiko damo na napravo za centriranje, v kateri se pnevmatika vrti okrog navpične osi. Ko napravo vključimo, začne pnevmatika pospeševati s kotnim pospeškom  $0,5 \text{ s}^{-2}$ . Kamenček odleti iz profila pnevmatike po 10 obratih.

- a) Kolikšna je po 10 obratih kotna hitrost kolesa? Kolikšna je tedaj hitrost kamenčka?
- b) Kolikšen je radialni pospešek, ko kamenček odleti?
- c) Kolikšna je sila na kamenček, ki jo povzroča samo radialni pospešek, tik preden kamenček odleti? Masa kamenčka je 10 g.
- d) Pokaži, da je tangencialni pospešek v primerjavi z radialnim pospeškom zanemarljiv.

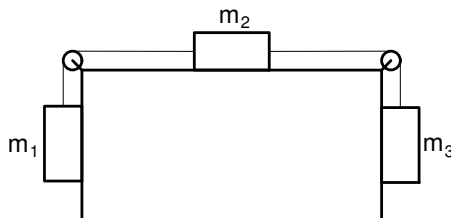
[k1,2,2011/2012]

# Poglavje 2

## Dinamika pri translaciji

### 2.1 Newtonov zakon

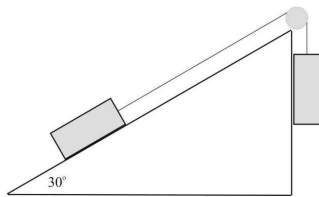
1. Pri gibanju navzgor po klancu z nagibom  $10^\circ$  imajo sani na začetku hitrost  $14\text{ m/s}$ . S kolikšno hitrostjo se sani vrnejo do vznožja klanca? Koeficient trenja je  $0,1$ .
2. Dvigalo z maso  $500\text{ kg}$  vleče navpično navzgor konstantna sila  $7000\text{ N}$ . Za koliko odstotkov se podaljša čas potovanja dvigala iz prvega nadstropja v drugo, če se pelje dvigalo najprej prazno, nato pa se pelje z njim človek, ki tehta  $70\text{ kg}$ ?
3. Preko dveh zelo lahkih škripcev, pritrjenih na nasprotnih robovih mize, visita na vrveh uteži. V sredini med škripcema leži na mizi utež za  $4\text{ kg}$ , ki je z visečima utežema povezana z vodoravnima vrvema. Koeficient trenja med utežjo in mizo je  $0,3$ . leva utež tehta  $3\text{ kg}$ , desna utež pa  $5\text{ kg}$ . S kolikšnim pospeškom in v kateri smeri se premika sistem? Koliko mora najmanj tehtati desna utež, da se bo spuščala? Koliko lahko največ tehta desna utež, da se bo še dvigovala?



4. Kilogramsko posodo navežemo na metrsko vrtico. Vanjo nalijemo liter vode. Posodo z vodo zavrtimo v navpični ravnini. S kolikšno frekvenco moramo zavrteti posodo, da voda ne bo iztekla iz posode? Posodo vrtimo v navpični ravnini z dvakrat tolikšno frekvenco, kot je potrebna, da voda ne izteče iz posode. Kolikšna sila napenja vrvico, ko je posoda v najvišji, najnižji in vodoravni legi?
5. Tovornjak začne zavirati s pojemkom  $g/2$ , ko se pelje po ovinku z radijem  $20\text{ m}$ . Kolikšno hitrost sme največ imeti tovornjak v trenutku, ko začne zavirati, da ne začne drseti klada v prostoru za tovor? Klada je na vodoravni podlagi, koeficient trenja pa je  $0,6$ .
6. Utež na metrski vrvici zavrtimo s frekvenco  $1,5\text{ s}^{-1}$ . Kolikšen kot oklepa vrvica z navpičnico?
7. Utež z maso  $200\text{ g}$  pritrdimo na vzmet s koeficientom  $3\text{ N/cm}$  in jo zavrtimo v vodoravni ravnini s frekvenco  $1\text{ s}^{-1}$ . Kolikšen je radij kroženja uteži, če je neraztegnjena vzmet dolga  $30\text{ cm}$ ?

8. 30 cm dolga prožna vrv se podaljša za 10 cm, ko visi na njej utež. Utež sunemo tako, da opisuje vrv plašč stožca in kroži utež s frekvenco  $1 \text{ s}^{-1}$ . Kolikšen je radij kroga?
9. Na vodoravnem tiru miruje voziček z maso 1,2 kg. Nanj je pritrjena vrv, ki teče preko zelo lahkega škripca. Na drugem krajišču vrvi visi 0,4-kilogramska utež. Ko voziček spustimo, potrebuje za en meter dolgo pot 1,1 s. Kolikšna je sila trenja med vozičkom in tirom?  
[g, dn, 10, 2009/2010]
10. Telesi z masama 1,5 kg in 2 kg sta povezani z lahko vrvjo in ležita na vodoravni gladki podlagi. S kolikšno največjo silo smemo še vleči drugo telo proč od prvega, da se vrv ne pretrga? Vrv še prenese silo 60 N. Kako pa je, če je masa vrvi 0,1 kg?  
[g, dn, 11, 2009/2010]
11. Kladi z masama 1 kg in 2 kg sta zvezani z vrvjo, ki teče preko lahkega majhnega škripca. Prva klada drsi po klancu z nagibom  $30^\circ$ , druga pa se giblje po vodoravni podlagi. Kolikšen je pospešek, če je koeficient trenja 0,1? Kolikšna sila napenja vrvico?  
[g, dn, 12, 2009/2010]
12. V dvigalu stoji na osebni tehtnici moški, ki tehta 75 kg. Kadar dvigalo pospešuje, je pospešek enak  $1 \text{ m/s}^2$ . Kadar zavira, je pojemek enak  $2 \text{ m/s}^2$ . V katerem delu spuščanja ali dvigovanja dvigala pokaže osebna tehtnica največ kilogramov? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.  
Dvigovanje:  
a) Takoj, ko se začne dvigovati.  
b) Tik, preden se ustavi.  
c) Ves čas med dvigovanjem.  
Spuščanje:  
d) Takoj, ko se začne spuščati.  
e) Tik, preden se ustavi.  
f) Ves čas med spuščanjem.  
Odgovore utemeljite z računom.  
g) Koliko pokaže tehtnica največ in kdaj?  
[sv5, 1, 2010/2011]
13. Klado položimo na dolg leden klanec z naklonom  $10^\circ$ .  
a) Kolikšen je pospešek klade? Ko klada drsi s hitrostjo 2 m/s, led preide v beton s koeficientom trenja 0,2.  
b) Kolikšen je tedaj pospešek klade?  
c) Kako se klada giblje? Opišite z besedami. Narišite graf hitrosti klade v odvisnosti od časa.  
d) Na kolikšni razdalji se ustavi?  
e) Katere sile delujejo na klado, ko le-ta miruje?  
f) Kako velike so, če je masa klade 1 kg?  
[sv5, 2, 2010/2011]

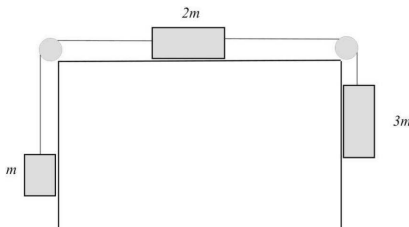
14. Na klancu sta povezani enaki kladi, kot kaže slika.



- V kateri smer se gibljeta, če trenja ni?
- Kolikšen je pospešek obeh klad?
- Kolikšne so sile v vrvicah?
- Kako se situacija spremeni, če je koeficient trenja s klancem enak 0,2? Kaj to pomeni za pospešek, za sile v vrvicah itd...
- Kolikšne so sile v vrvicah, če posamezna klada tehta 1 kg?

[sv5, 3, 2010/2011]

15. Na sliki je sistem klad, ki so med seboj povezane. Najmanjša od klad tehta 1 kg.

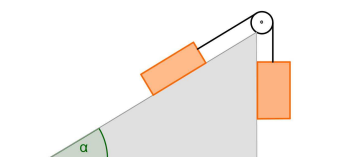


- Kolikšen je pospešek sistema, če ni trenja s podlago?
- Kolikšne so sile v vrvicah?
- Kolikšno bi moralo biti trenje, da bi se sistem gibal enakomerno?
- Kolikšen bi bil v tem primeru koeficient trenja?
- Koeficient lepenja je za tretjino večji kot koeficient trenja (iz prejšnjega vprašanja). Kolikšne so sile na posamezne klade (sile vrvic, sile teže, sile lepenja, podlage itd, kar je pač relevantno), če sistem miruje?

[dn5, 2010/2011]

16. Na gladki podlagi klanca (ki je del klina na sliki) z naklonom  $\alpha = 30^\circ$  je kilogramska klada, ki je preko škripca z vrvjo povezana z drugo klado, ki visi ob navpični steni klina.

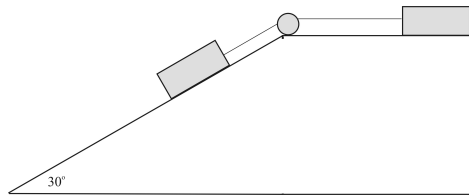
- Kolikšna je največja masa druge klade, da se ta še lahko dviga?
- Pri mejni masi druge klade obesimo nanjo še eno enako klado (masa se podvoji). S kolikšnim pospeškom se kladi gibljeta?



[k1, 2, 2009/2010]

17. Enaki kilogramski kladi sta povezani, kot kaže slika. Trenje v škripcu in s podlago zanemarite.

- Kolikšen je pospešek obeh klad?
- S kolikšno silo je med pospeševanjem napeta vrvica?
- Kolikšen mora biti najmanj količnik lepenja med kladama in podlago, da sistem miruje?



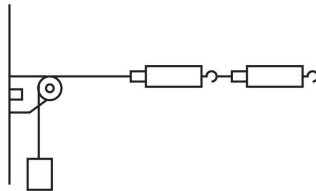
[k1,3,2010/2011]

18. Klada drsi po klancu z naklonom  $30^\circ$ .

- Kolikšen je pospešek klade, če med klado in klancem ni trenja?
- Klada v nekem trenutku drsi po klancu navzdol. Koeficient trenja med klado in podlago je 0,7. Kolikšen je pospešek klade?
- Ali se hitrost klade v drugem primeru povečuje ali zmanjšuje? Utemeljite odgovor.

[kp,1,2009/2010]

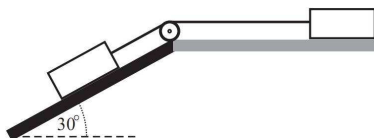
19. Kilogramska utež, ki jo kaže slika, je v ravnovesju. Kolikšni sili kažeta silomera? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.



- Prvi 5 N, drugi 5 N.
- Prvi 5 N, drugi 10 N.
- Prvi 10 N, drugi 5 N.
- Prvi 10 N, drugi 10 N.

[k1,1c,2008/2009]

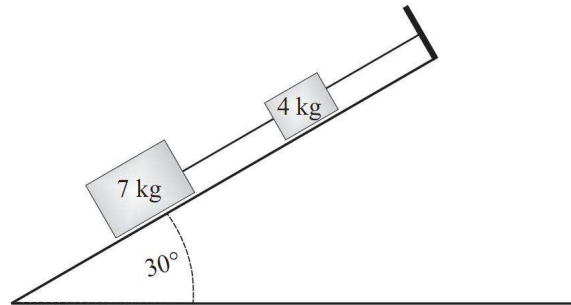
20. Kilogramski kladi položimo kot kaže slika. Koeficient lepenja na vodoravni površini klanca je 0,5, koeficient trenja pa 0,4. Nagnjena površina klanca je gladka. Naklon klančine je  $30^\circ$ .



- a) S kolikšnim pospeškom drsita kladi?
- b) Kolikšna je sila lepenja, če klado na klančini prepolovimo?

[k1,3,2008/2009]

21. Dve kladi z masama 4 kg in 7 kg sta povezani z vrvjo, višje postavljena klada je z drugo vrvjo pritrjena na steno na vrhu klanca z naklonom  $30^\circ$ , kot kaže slika. Med kladama in podlago ni trenja, kladi mirujeta.



- a) Narišite sile na klado z maso 4 kg!
- b) S kolikšno silo je napeta vrvica med kladama?
- c) S kolikšno silo je napeta vrvica med zgornjo klado in steno?

[i2,2,2008/2009], [i4,1,2007/2008]

22. Na pol metra dolgo vzmet s koeficientom  $10 \text{ N/m}$  obesimo utež z maso  $100 \text{ g}$ . Utež zavrtimo v vodoravni ravnini s frekvenco  $1 \text{ Hz}$ .

- a) Kolikšen je radij kroženja uteži?
- b) Kolikšna je največja frekvenca, s katero utež še lahko kroži?

[sv6,1,2010/2011]

23. Na pol metra dolgo vrvico obesimo utež z maso  $1 \text{ kg}$ . Utež zavrtimo okoli navpične osi s frekvenco  $1 \text{ Hz}$ .

- a) Kolikšen kot oklepa vrvica, na kateri kroži utež, z navpičnico?
- b) Kolikšna je sila, s katero je obremenjena vrvica?
- c) Kolikšna je najmanjša frekvenca kroženja?

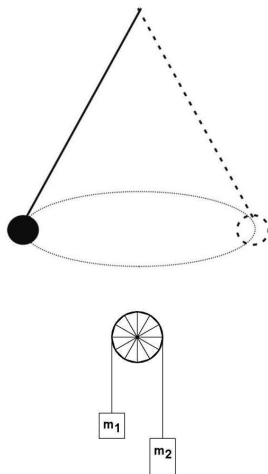
[sv6,2,2010/2011]

24. Na  $50 \text{ cm}$  dolgo elastiko z razteznostnim koeficientom  $1 \text{ N/cm}$  obesimo  $100 \text{ g}$  težko utež. Utež zavrtimo s frekvenco  $1 \text{ Hz}$  okoli navpične osi tako, da kroži v vodoravni ravnini.

- a) Narišite skico in označite sile, ki na utež delujejo.
- b) Kolikšen je radij kroženja?
- c) S kolikšno silo in za koliko je raztegnjena elastika?
- d) Kolikšni sta mejni frekvenci kroženja takega "koničnega" nihala? Obstajata dve mejni frekvenci, najmanjša in največja.

[dn6,2010/2011]





25. Dve uteži z masama 1 kg in 1,5 kg sta preko vretena, ki tehta 0,5 kg, povezani med seboj, kot kaže slika. Vreteno ima premer 0,6 m. S kolikšnim pospeškom se premikata uteži? Kolikšen je kotni pospešek vretena?

[dn7, 2010/2011]

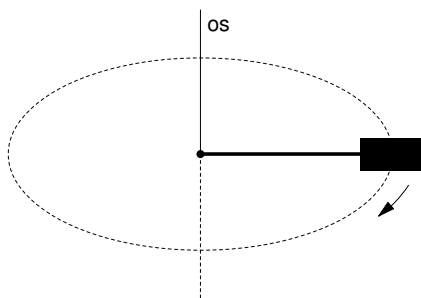
26. Na vodoravni podlagi vlečemo sani pod kotom  $\alpha$  proti vodoravnici. Pri kateri sili  $F$  sani zdrsnejo, če poznamo koeficient lepenja  $k_l$  in maso sani  $m$ ? Pri katerem kotu (med  $0^\circ$  in  $90^\circ$ ) je ta sila ekstremna in kolikšna je?

[j, 2011/2012]

27. Z dlanjo potiskamo ob steno knjigo pod kotom  $\alpha$  med silo in navpičnico. Kolikšna je mejna sila, da knjiga ravno še ne zdrsne navzdol ali navzgor, če je koeficient lepenja  $k_l$ ?

[j, 2011/2012]

28. Na ledeni ploskvi kroži utež z maso 20 g na 20 cm dolgi vrvi okoli navpične osi, ki gre skozi drugi, pritrjen konec vrvice.



- S kolikšno silo je napeta vrstica, če utež kroži enakomerno s frekvenco  $1 \text{ s}^{-1}$ ?
- V nekem trenutku začne utež krožiti enakomerno pojemajoče, ustavi se v dveh obratih. Kolikšen je kotni pospešek?
- Utež je ustavljalo trenje. Kolikšen je koeficient trenja med utežjo in podlago?

[i1, 1, 2009/2010]

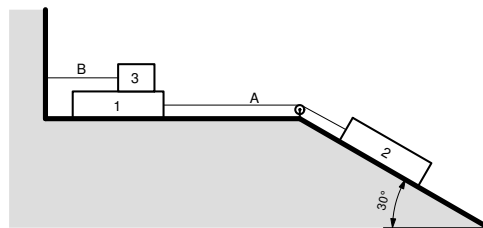
29. Sani z otrokom tehtajo 20 kg. Vlečemo jih z enakomerno hitrostjo po ravni podlagi. Sila trenja med sanmi in podlago je enaka 50 N.

- Kolikšen je količnik trenja med sanmi in podlago, če vlečemo sani v vodoravni smeri?

- b) Na drugačni podlagi vlečemo enakomerno iste sani z enako silo, le kot med silo in vodoravnico je enak  $30^\circ$ . Kolikšna je sila trenja v tem primeru?
- c) Kolikšna je pravokotna sila podlage?
- d) Kolikšen je količnik trenja pri tej podlagi?

[i2,2,2009/2010]

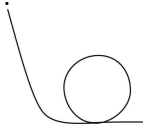
30. Tri klade postavimo, kot kaže slika. Mase klad znašajo 4 kg, 4 kg in 2 kg. Koeficient trenja med kladama 1 in 2 ter tlemi je 0,1, koeficient trenja med kladama 1 in 3 pa je 0,2.
- a) Kolikšen je pospešek klad 1 in 2, če ni klade 3?
  - b) Kolikšen je pospešek klad 1 in 2, če je tudi klada 3?
  - c) Kolikšni sta v tem primeru sili v vrvicah?



[k1,4,2011/2012]

## 2.2 Mehanska energija

1. Kabina dvigala ima maso 500 kg. Motor deluje na kabino preko vrvi s silo 5200 N navpično navzgor. Kolikšna je moč motorja 10 s po začetku gibanja kabine?
2. Nad ravnico se dviga 15 m dolg klanec z nagibom  $20^\circ$ . Kolikšno pot napravijo sani, ki jih spustimo z vrha klanca, v ravnici, preden se ustavijo? Koeficient trenja je 0,2. Kolikšna pa je hitrost sani na dnu klanca?
3. S kolikšne višine (glede na dno loopinga) moramo spustiti vagonček, da bo ostal na tiru, ki je oblikovan v looping s premerom 5 m?
4. Po vodoravnem tiru sta brez trenja gibljiva vozička z masama po 3 kg in 5 kg. Med vozička damo vijačno vzmet, ki jo stisnemo s silo 50 N za 12 cm in povežemo z vrvjo. S kolikšnima hitrostma se gibljeta vozička po tem, ko prežgemo vrv? Vozička spočetka mirujeta, nato pa se gibljeta brez trenja.
5. Po vodoravnem tiru sta brez trenja gibljiva vozička z masama po 3 kg in 5 kg. Lažji voziček se giblje s hitrostjo 3 m/s, težji voziček pa se giblje v nasprotni smeri s hitrostjo 2 m/s. S kolikšnima hitrostma se gibljeta vozička po trku, če je trk prožen? Vozička se gibljeta brez trenja. Analiziraj tudi druge smeri gibanja in zamenjane hitrosti obeh vozičkov.
6. Po vodoravnem tiru sta brez trenja gibljiva vozička z masama po 3 kg. Prvi voziček se giblje s hitrostjo 3 m/s, drugi voziček pa miruje. S kolikšnima hitrostma se gibljeta vozička po trku, če trk ni povsem prožen in se pri njem izgubi 10% energije?
7. Na 1 m dolgo elastiko s koeficientom 18 N/m obesimo 100 g utež. Nato raztegnemo elastiko navzdol za 30 cm in spustimo.

- a) Do kolikšne višine nad mirovno lego se dvigne utež?
- b) Do kolikšne višine nad mirovno lego pa se dvigne utež, če namesto elastike uporabimo vzmet, ki se nad mirovno lego skrči?
8. S solkanskega mostu, ki je 55 m nad reko, skačejo bungee. Kolikšno dolžino elastike s prožnostnim koeficientom 160 N/m morajo odvititi, da se bo 100 kg človek ustavil ravno pri gladini reke?
- [m, 2009/2010]
9. Avto spelje in pospešuje na ravni cesti. Motor ima moč 100 kW, masa avtomobila pa je 1200 kg. Avto vozi s konstantno (polno) močjo. Kolikšna je hitrost avtomobila po 5 s? Kakšna pa sta ob tem času pospešek in prevožena pot?
- [g, 2009/2010]
10. Avto vozi s konstantno hitrostjo najprej 60 km/h in nato 120 km/h. S kolikšno močjo mora delovati motor pri vsaki hitrosti? Pri obeh hitrostih velja kvadratni zakon upora,  $F_u = 1/2c_u\rho Sv^2$ . Koeficient upora je 0,4, prečni presek avtomobila 3 m<sup>2</sup>, gostota zraka pa 1,2 kg/m<sup>3</sup>. Kolikšna pa je največja hitrost avtomobila z močjo motorja 50 kW in kolikšna z močjo 100 kW?
- [g, 2009/2010]
11. Klado postavimo na vrh 5 m dolgega klanca z naklonom 30°. Med klancom in klado ni trenja.
- a) Kolikšna je hitrost klade ob vznožju klanca? Izračunajte iz Newtonovih zakonov. Izračunajte z energijo.
- b) Kolikšna je hitrost klade ob vznožju klanca, če je med klado in podlago koeficient trenja 0,1? Izračunajte iz Newtonovih zakonov. Izračunajte z energijo.
- c) Kako daleč od vznožja klanca se ustavi? Izračunajte iz Newtonovih zakonov. Izračunajte z energijo.
- [sv7, 1, 2010/2011]
12. Košček ledu drsi po žlebu oblikovanem kot kaže slika. S kolikšne višine ga moramo spustiti, da zdrsi skozi looping z radijem 3 m?
- 
- [sv7, 2, 2010/2011]
13. Skakalec skoči bungee jumping s 50 m visokega mostu. Elastična vrv je dolga 31 m. Skakalec je visok 2 m. Pri idealno izvedenem skoku se skakalec z vrhom glave rahlo dotakne vodne gladine.
- a) Kolikšen je razteznostni koeficient elastične vrvi?
- b) Kdaj je obremenitev vrvi največja?
- c) Kolikšna je največja obremenitev vrvi med izvedbo skoka, če skakalec tehta 90 kg?
- d) Kolikšen je tedaj pospešek skakalca in kako je usmerjen?
- [sv7, 3, 2010/2011]

14. Avtomobil pospešuje s konstantno močjo  $P$ . Zanemarite trenje in upor zraka.
- Izpeljite, kako je od časa odvisna hitrost avtomobila, če je avtomobil na začetku miroval.
  - Iz poznavanja odvisnosti hitrosti od časa, izpeljite še odvisnost pospeška od časa. Namig: Pomagajte si z energijami. Upoštevajte, da je moč enaka razmerju med opravljenim delom in časom, v katerem je bilo delo opravljeno. Kadar avto pretvarja svojo notranjo energijo (bencin) v svojo kinetično, lahko uporabite enake enačbe, kot če bi nekdo delo na avtomobilu opravljal (avto potiskal).
- [k1, 5, 2010/2011]
15. Lahko elastiko, ki je neobremenjena dolga 2 m in ima razteznostni koeficient 200 N/m, obesimo na strop. Na spodnji konec elastike pritrdimo kroglo z maso 1 kg in jo potegnemo navzdol toliko, da je elastika dolga 3 m. Kroglo v nekem trenutku spustimo.
- Kolikšna je hitrost krogle v trenutku, ko elastika ni obremenjena (ni raztegnjena)?
  - Za koliko bi morala biti raztegnjena elastika, da bi krogla trčila ob strop? Upoštevajte, da se elastika lahko samo raztegne, na stisk pa se zviže in zverži.
- [kp, 2, 2009/2010]
16. Metrsko elastiko s koeficientom 0,6 N/cm obesimo pod strop, ki je visok 3 m.
- Za koliko se raztegne elastika, če nanjo obesimo utež z maso 3 kg?
  - Utež dvignemo pod strop in jo, še vedno navezано na elastiko, spustimo. Ali utež udari ob tla? Odgovor utemeljite z računom.
  - Kolikšno hitrost ima utež, ko pada skozi ravnovesno lego?
  - Kolikšna je prožnostna energija vzmeti, ko je le-ta najbolj raztegnjena?
- [i2, 4, 2009/2010]
17. Po zelo dolgem ravnem asfaltiranem klancu začne drseti velik kos snega z maso 100 kg. Med gibanjem je hitrost sneženega kosa stalna. Zaradi trenja se ves čas od kosa kruši po malo snega, del snega pod kosom pa se med drsenjem tudi tali, tako da je masa sneženega kosa ob vznožju za 5 kg manjša. Katera od spodnjih izjav pravilno opisuje dogajanje med enakomernim drsenjem sneženega kosa? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- Kinetična energija kosa se večja, ker se notranja energija kosa manjša.
  - Kinetična energija kosa se večja, ker se potencialna energija kosa manjša.
  - Kinetična energija kosa se ne spreminja, ker ima kos stalno hitrost.
  - Kinetična energija kosa se manjša, ker se manjša masa kosa.
- [k2, 1a, 2008/2009]
18. Pred loopingom (krožna zanka) s polmerom 30 cm je visok strm klanec, s katerega spuščamo droben avtomobilček, da zapelje po loopingu. Trenje v ležajih in vztrajnostni moment kolesc avtomobilčka sta zanemarljiva. Težni pospešek je  $9,81 \text{ m/s}^2$ .
- Kako visoko se dvigne avtomobilček v loopingu, če ga spustimo z višine 25 cm nad najnižjo točko loopinga?
  - S kolikšne najmanjše višine ga moramo spustiti, da zvozi looping?

- c) Kolikšna je največja višina na loopingu, ki jo doseže po spustu po klancu in vstopu v looping, če ga spustimo z višine 60 cm?

[i3,5,2008/2009]

19. Kroglico z maso 300 g s tal počasi dvignemo 6,0 m visoko.

- a) Koliko dela smo opravili?  
b) Kroglico spustimo, da prosto pada (zračni upor zanemarimo). Kolikšna je kinetična energija kroglice 2,0 m nad tlemi?  
c) Takoj po odboju ima kroglica polovico hitrosti, s katero prileti na tla. Za koliko se med odbojem poveča notranja energija kroglice in tal?  
d) Do kolikšne višine se odbije kroglica po prvem odboju od tal?

[i4,2,2007/2008]

20. Delavec potiska po ravnih tleh velik lesen zaboj s hitrostjo 1,5 m/s. Masa zaboja je 40 kg, koeficient trenja med tlemi in zabojem pa je 0,3.

- a) S kolikšno močjo dela delavec?  
b) Ravna podlaga preide v klanec z naklonom  $10^\circ$ . Koliko dela opravi delavec, ko pririne zaboj 20 m visoko po klancu?  
c) S kolikšno hitrostjo je delavec potiskal zaboj po klancu, če je delal z enako močjo kot prej po ravnem?

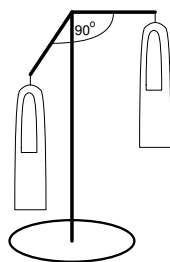
[kp,2,2011/2012]

## 2.3 Težišče sistema

1. Tri lesene palice, ki so po 20 cm dolge in 50 g težke, zlepimo kot osi koordinatnega sistema, tako da imajo skupno krajišče. Kje je težišče?

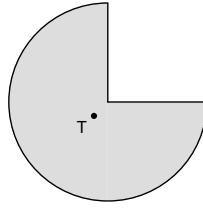
[gros,s4,n21]

2. Železni drog, katerega vsak meter tehta 6 kg, razrežemo v tri dele z dolžinami po 20 cm, 20 cm in 180 cm. Dele zvarimo v stojalo (glej sliko), prosto krajišče daljšega dela pa pritrdimo v sredino krožne plošče z maso 3,5 kg. Na krajišču obeh krajših delov obesimo plašča z maso po 1,5 kg. Kolikšen mora biti najmanj radij plošče, da se stojalo ne prevrne?



[gros,s4,n23]

3. Poišči težišče okrogle plošče z izsekano četrtino (glej sliko).



[g, dn, 2009/2010]

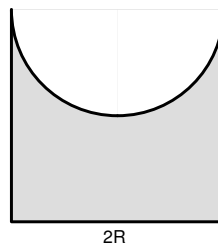
4. Na kateri višini ima težišče stožec?

[g, 2009/2010]

5. Na kateri višini ima težišče polkrogla?

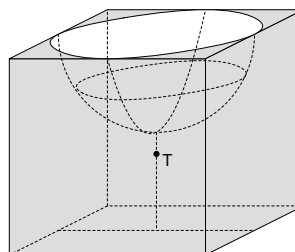
[g, 2009/2010]

6. Poišči težišče plošče z obliko, kot kaže slika. Namig: najprej poišči težišče polkroga, ki ga potem upoštevaj z “negativno” maso pri polnem kvadratu.



[g, 2009/2010]

7. Poišči težišče kocke z izsekano polkroglo (glej sliko), kjer je  $a = 2R$ .



[g, dn, 2009/2010]

## 2.4 Gibalna količina

1. Voziček z maso 140 kg miruje na vodoravnem tiru. Človek z maso 70 kg priteče s hitrostjo 5 m/s pod kotom  $30^\circ$  proti tiru in skoči na voziček. S kolikšno hitrostjo se začne gibati voziček po tiru? Kolikšen sunek sile prevzamejo tračnice v prečni smeri? Kolikšna je izguba mehanske energije?

2. Vagon z maso 200 kg je brez trenja gibljiv po vodoravnem tiru. Na njem sta moža, prvi z maso 85 kg in drugi z maso 65 kg. Sprva moža in vagon mirujejo. Nato začneta moža hoditi, prvi s hitrostjo 1 m/s glede na tla v smeri tira in drugi v nasprotni smeri. Kolikšna mora biti hitrost drugega moža, da bo vagon miroval? Kolikšna pa bi bila hitrost vagona, če bi bila hitrost drugega moža 1 m/s?
3. Na vodoravnem tiru se gibljeta drug proti drugemu dva vagončka. Prvi z maso 2 kg ima hitrost 3 m/s proti desni. Drugi vagonček z maso 5 kg ima hitrost 1,5 m/s proti levi. Kolikšna je velikost hitrosti po trku, če vozička med trkom sklopijo? V katero smer se gibljeta?
4. Kepi ilovice trčita in se sprimeta. Prva kepa je imela maso 0,6 kg in hitrost 8 m/s, druga pa maso 0,4 kg in hitrost 10 m/s. Smeri hitrosti sta oklepali kot  $30^\circ$ . Kolikšna je hitrost sprimka? Kolikšen kot oklepa ta hitrost s smerjo začetne hitrosti težje kepe?
5. Granata z maso 100 kg leti s hitrostjo 100 m/s. Eksplodira na dva dela. Del z maso 60 kg odleti v smeri  $30^\circ$  glede na začetno smer hitrosti granate s hitrostjo 150 m/s. S kolikšno hitrostjo in v kateri smeri odleti drugi del granate?
6. Na steno pada pod kotom  $25^\circ$  proti pravokotnici curek vode in se odbija pod kotom  $35^\circ$ . Presek curka pred odbojem je  $1,5 \text{ cm}^2$ . Hitrost vode pred odbojem je 2 m/s in po odboju 1,8 m/s. S kolikšno silo deluje curek na steno in kolikšen je kot med to silo in med pravokotnico na steno?
7. Hitrost izpušnih plinov glede na raketo je 3 km/s. Kolikšno hitrost doseže raketa, ki miruje na začetku v breztežnem prostoru, če sestavlja  $3/4$  njene mase gorivo? Isto raketo preuredijo v dvostopenjsko raketo: prva stopnja tehta  $3/4$ , druga pa  $1/4$  celotne mase. V vsaki izmed stopenj odpade  $3/4$  mase na gorivo. Kolikšno hitrost doseže druga stopnja dvostopenjske rakete?
8. Krogla z maso 1 g in hitrostjo 100 m/s prestreli 20 g težko klado iz stiropora v vodoravni smeri. Klada se giblje po vodoravni podlagi s koeficientom trenja 0,1. Po strelu klada zdrsne za 36 cm. Kolikšen del kinetične energije je krogla izgubila v kladi?  
[g, 2009/2010]
9. Voziček se po tiru premika s hitrostjo  $v_0$ . V nekem trenutku začne nanj padati pesek/dež. Kako se vozičku spreminja hitrost v odvisnosti od časa? Kako se vozičku povečuje pot v odvisnosti od časa?  
[g, 2009/2010]
10. Raketa z začetno maso  $M$  vžge reaktivni motor, iz katerega izletava masni tok (izpušni plini)  $\Phi_m$  s hitrostjo  $v_{IP}$ . Kako se raketi spreminja hitrost v odvisnosti od časa? Kakšen pospešek čutijo potniki v raketi v odvisnosti od časa?  
[g, 2009/2010]
11. Voziček z maso 50 g se giblje brez trenja po vodoravnem tiru. Curek vode brizga vodoravno v smeri tira na stransko steno vozička in spolzi ob njej na tla. Šobo s presekom  $6 \text{ cm}^2$  zapusti v sekundi  $1 \text{ dm}^3$  vode. Kolikšna je hitrost vozička po 10 s? Voziček je na začetku miroval.  
[g, 2009/2010]
12. Na vagonček z maso 40 kg skoči človek s hitrostjo 4 m/s pod kotom  $30^\circ$  glede na tir.

- a) S kolikšno hitrostjo se giblje vagonček s človekom?
- b) Kolikšen sunek sile prevzamejo tračnice?

Ko se nekaj metrov pelje, odskoči z enako hitrostjo glede na vagonček in pod enakim kotom glede na tir. Trenje zanemarite.

- c) S kolikšno hitrostjo se giblje vagonček po odskoku?
- d) Kolikšen sunek sile prevzamejo tračnice?

[sv8,1,2010/2011]

13. Avtomobila z maso 1000 kg in 1500 kg vozita v križišče pravokotno drug na drugega. Hitrost lažjega je 60 km/h, hitrost težjega pa 50 km/h. V križišču trčita. Po trku še skupaj drsita v isti smeri. Kolikšen kot oklepa smer gibanja sprijetih avtomobilov glede na smer lažjega avtomobila pred trkom? Kolikšna je hitrost avtomobilov takoj po trku? Na kolikšni razdalji se ustavita, če je koeficient trenja s podlago enak 0,6?

[m,2011/2012]

14. Vagončka z masama 20 kg in 30 kg vozita s hitrostma 10 m/s in 5 m/s drug proti drugemu. Kolikšna je skupna hitrost obeh vagončkov po trku in v kateri smeri se gibljeta, če trčita neprožno? Kolikšna je hitrost vsakega od vagončkov, če trčita prožno? V katerih smereh se gibljeta? Kolikšna je hitrost vsakega od vagončkov, če se pri trku izgubi 10% kinetične energije, ki je imata vagončka skupaj pred trkom? V katerih smereh se gibljeta?

[m,2011/2012]

15. Balistično nihalo sestavlja velika klada lesa, ki tehta 5,4 kg in visi na 4 m dolgih vrveh. Vanjo se zarije naboj z maso 9,5 g. Klada z nabojem zaniha tako, da vrvi z navpičnico oklepajo največji kot  $7^\circ$ .

- a) Kolikšna je hitrost klade po takoj po trku?
- b) Kako visoko zaniha klada?
- c) Kolikšna je bila hitrost naboja?
- d) Kako je odvisen kot, ki ga z navpičnico oklepajo vrvi, od hitrosti naboja?

[sv8,2,2010/2011]

16. V balističnega nihalo z maso 1 kg ustrelimo pod kotom  $60^\circ$  glede na vodoravnico naboj z maso 0,1 kg in s hitrostjo 10 m/s. Naboj se od balističnega nihala, ki visi na 10 m dolgih vrveh, prožno odbije. S kolikšno hitrostjo in pod kolikšnim kotom glede na vodoravnico odleti naboj po odboju od balističnega nihala? Za kolikšen kot zaniha balistično nihalo?

[g,2009/2010]

17. Drsalca z masama 60 kg in 20 kg se gibljena z enako hitrostjo 2 m/s poševno pod kotom  $2\alpha = 60^\circ$  drug proti drugemu. Ko se srečata, se sprimeta. Kolikšna je njuna skupna hitrost in v kateri smeri se gibljeta glede na simetralo njunih začetnih smeri?

[kladnik1,s103,n5]

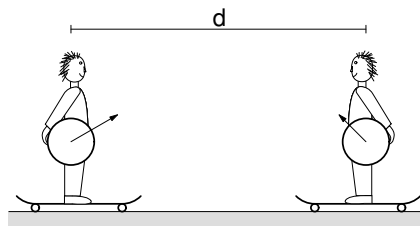
18. Drsalca z masama 83 kg (Peter) in 55 kg (Tanja) se gibljeta pravokotno drug na drugega. Peter drsa s hitrostjo 6,2 m/s, Tanja pa s hitrostjo 7,8 m/s. Ko se srečata, se objameta in naprej drsita skupaj.



- a) Kolikšen je vektor skupne gibalne količine?
- b) V kateri smeri glede na Petrovo smer in s kolikšno hitrostjo drsita?
- c) Kolikšna je sprememba njune kinetične energije?

[sv8,3,2010/2011]

19. Tinček, ki ima 35 kg, in Tonček, ki ima 45 kg, stojita vsak na svoji rolki, 1 m narazen. Rolki sta postavljeni tako, da se lahko odpeljeta v nasprotnih smereh. Otroka držita v rokah vsak svojo 5-kg medicinko (težko žogo). Najprej mirujeta, potem pa Tinček vrže svojo medicinko Tončku, Tonček pa v istem trenutku svojo Tinčku (žogi se v zraku ne zaletita). Oba vržeta žogi tako, da imata v vodoravni smeri obe žogi hitrost 1 m/s glede na mirujoča tla. Žogi oba ujameta.



- a) S kolikšnima hitrostma (in v katerih smereh) se takoj potem, ko sta vrgla žogi, gibljeta Tinček in Tonček?
- b) S kolikšnima hitrostma (in v katerih smereh) se potem, ko žogi ujameta, gibljeta Tinček in Tonček?
- c) Kolikšna je skupna gibalna količina (Tinčka, Tončka in obeh žog) na koncu?

[k2,1,2009/2010]

20. Na zračni drči se gibljeta brez trenja en proti drugemu vozička. Levi ima maso 0,4 kg in hitrost 0,8 m/s, desni pa maso 0,3 kg in hitrost 0,6 m/s. Vozička trčita.

- a) Kako se gibljeta vozička, če se ob trku sprimeta (popolnoma neprožno trčita)?
- b) Koliko energije se je izgubilo?

[i1,2,2009/2010]

21. Igramo biljard s samimi enakimi kroglicami. Prva biljardna kroglica trči v drugo mirujočo biljardno kroglico s hitrostjo 3,25 m/s. Po trku se prva kroglica giblje v desno od prvotne smeri s hitrostjo 1,25 m/s. Trk je prožen, kroglici se ne vrtita.

- a) S kolikšno hitrostjo se po trku giblje druga kroglica?
- b) Za kolikšen kot od prvotne smeri se po trku odkloni prva kroglica?
- c) Pod kolikšnim kotom glede na začetno hitrost gibanja prve kroglice se giblje druga kroglica?

[i1,2,2008/2009]

22. Na 2 m dolgo vrvico je obešena utež z maso 500 g. Utež odklonimo za kot  $40^\circ$  in jo spustimo.

- a) S kolikšno hitrostjo gre skozi mirovno lego?
- b) S kolikšno silo je tedaj napeta vrvica?

Zdaj na isto pritrdišče obesimo še eno utež z maso 300 g na enako 2 m dolgo vrvico, da utež miruje v mirovni legi. Prvo utež še enkrat odklonimo za isti kot  $40^\circ$  in jo spustimo.

- c) Za kolikšen največji kot se po popolnoma prožnem trku prve uteži z drugo odkloni vsaka od uteži?

[i2,5,2008/2009]

23. Na vodoravni zračni drči mirujeta dva jahača z masama 300 g in 200 g. Jahača sta povezana z lahko vrvico, med njima je stisnjena lahka vzmet s koeficientom  $3 \text{ N/cm}$ , ki ju tišči narazen, kakor kaže slika. Dolžina neraztegnjene vzmeti je 10 cm, dolžina stisnjene vzmeti med jahačema je 8 cm. V nekem trenutku vrvico prerežemo, da vzmet potisne jahača po drči, vsakega v svojo smer.



- a) Kateri jahač se giblje hitreje in kolikšno je razmerje med velikostima hitrosti obeh jahačev, ko ju vzmet potisne narazen?  
b) Kolikšna je skupna kinetična energija obeh jahačev?  
c) Kolikšna je hitrost vsakega jahača?

[i3,2,2008/2009]

24. Na železniških postajah premikajo vagona s tira na tir in jih sestavljajo v kompozicije. Sestavljanje poteka tako, da stoji železničar na mirujočem vagonu in, ko se gibajoči vagon zaleti v mirujočega, oba vagona spne. Masa vsakega vagona je 10 ton. Hitrost gibajočega vagona tik pred trkom je  $2,0 \text{ m/s}$ .

- a) Kolikšno hitrost imata vagona takoj potem, ko ju železničar spne?  
b) Železničar sestavljanje kompozicije nadaljuje tako, da se speta vagona zaletita v naslednjega mirujočega, ti trije v naslednjega in tako naprej. Izračunajte hitrost pet vagonov dolge kompozicije! Trenje zanemarite.  
c) Koliko kinetične energije prvega vagona se med sestavljanje v pet vagonov dolgo kompozicijo spremeni v notranjo energijo vagonov?

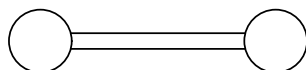
[k2,2,2011/2012]

# Poglavje 3

## Dinamika pri vrtenju

### 3.1 Vztrajnostni moment

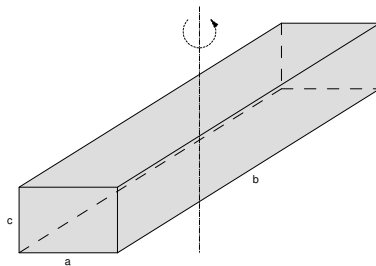
1. Vrata imajo višino 2,1 m, širino 1,1 m in debelino 42 mm. Narejena so iz lesa z gostoto  $0,88 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Kolikšen je vztrajnostni moment vrat za vrtenje okoli tečajev?
2. Izračunaj vztrajnostni moment telovadne ročke, ki je na sliki, okoli obeh simetrijskih osi! Prečka, ki povezuje uteži, tehta 100 g, vsaka od uteži pa 1 kg. Premer krogel in dolžina prečke sta enaka 10 cm, premer prečke pa je 3 cm.



3. Izračunaj vztrajnostni moment polnega valja z radijem 10 cm, višino 20 cm in maso 5 kg za vrtenje okoli osi, pravokotne na simetrijsko os!
4. Izračunaj vztrajnostni moment polovice valja (valj razpolavlja ravnina, v kateri leži simetrijska os).

[b, 2009/2010]

5. Izračunaj vztrajnostni moment kvadra okrog osi, ki gre skozi središče kvadra (glej sliko).



[g, dn, 2009/2010]

6. Kolikšen je vztrajnostni moment kvadrata iz pločevine s površino  $1 \text{ m}^2$  in maso 5 kg okoli osi,
  - a) ki leži v ravnini kvadrata in gre skozi njegovo težišče;
  - b) ki pravokotno prebada ravnino kvadrata skozi težišče;
  - c) ki prebada ravnino kvadrata skozi vogal kvadrata?

- d) Kolikšna je kinetična energija kvadrata, če ga zavrtimo okoli osi (a) s frekvenco  $20 \text{ min}^{-1}$ ?

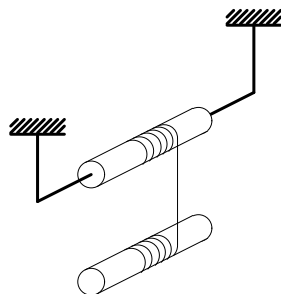
Kvadrat obesimo tako, da se lahko vrtil okoli osi (c). Kvadrat izmaknemo iz ravnovesne lege tako, da je diagonala kvadrata vodoravna, in spustimo.

- e) S kolikšno kotno hitrostjo gre skozi ravnovesno lego?

[sv9, 1, 2010/2011]

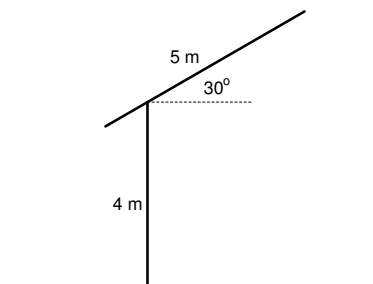
### 3.2 Newtonov zakon za vrtenje

1. Vitel ima gred s premerom 10 cm. Na gred je navita vrv, na kateri visi pol tone težko breme. Kolikšen navor mora delovati na gred, da se breme dviga s pospeškom  $2 \text{ m/s}^2$ ?
2. Utež za 50 g in utež za 150 g sta povezani z vrvjo, ki teče preko škripca v obliki valja z radijem 5 cm in maso 200 g in preko škripca v obliki valja z radijem 4 cm in maso 150 g. Vrv v škripcih nič ne spodrsuje; trenje v ležaju je zanemarljivo. V kolikšnem času opravita uteži pot 10 cm potem, ko ju spustimo?
3. Na valj z maso 0,5 kg in z radijem 5 cm je navita vrv, katere drugo krajišče je pritrjeno na strop. Ko valj spustimo, začne padati in se vrteti. Izračunaj pospešek, s katerim pada valj, in silo, ki napenja vrvico!
4. Na valj, ki ima vodoravno os, okrog katere se prosto vrtil, je navita vrvica. Vrvica je pod prvim valjem navita na drug valj, ki visi zgolj na vrvici. S kolikšnim pospeškom pada drugi valj? S kolikšno silo je napeta vrvica? Masa vsakega valja je 0,5 kg.



[g, 2009/2010]

5. Na streho postavimo homogen valj z radijem 10 cm in ga spustimo, da se zakotali. Kolikšni sta hitrost težišča valja in kotna hitrost pri vrtenju okoli geometrijske osi, ko udari valj na tla?



[gros, s27, n18]

6. Homogen valj (obroč, krogla) z radijem 5 cm se giblje po 1 m dolgem klancu z naklonom  $60^\circ$ . Trenja pri kotaljenju ni, koeficient trenja pri drsenju pa je 0,4. Koliko časa potrebuje telo v primeru kotaljenja za pot po klancu, če na začetku miruje? Kolikokrat se pri tem zavrti? Ugotovi, pri kolikšnem nagibu telo ne bi nič drselo.
- [gros, s19, n8a]
7. Vrteč se valj postavimo v kot. Kolikokrat se zavrti, preden se ustavi? Poznamo začetno kotno hitrost in radij valja ter koeficient trenja.
- [g, 2009/2010]
8. Na ledeni ploskvi miruje obroč z radijem 25 cm in maso 1 kg. Nanj položimo drug enak obroč, ki se zavrti 10-krat v sekundi, tako da se ujemata geometrijski osi obeh obročev. Kolikokrat se zavrti zgornji in kolikokrat spodnji obroč, preden se vrtita oba obroča s skupno frekvenco? Koeficient trenja med obročema je 0,2, med obročem in ledom pa ni trenja. Kako je, če imamo namesto obročev enako velika in težka valja?
- [gros, s23, n31]
9. Prijemališče sile 1 N se premika po robu kvadrata s stranico 1 m. Sila je ves čas usmerjena vzporedno s tirom, ki ga predstavlja rob kvadrata. Narišite časovno odvisnost navora sile, če se prijemališče sile premika s stalno hitrostjo tako, da se vrne na izhodišče v eni minuti.
- [sv9, 2, 2010/2011]
10. Vodnjak z vretenom. Vedro z maso 1 kg je navezano na vriv, ki je navita na os s premerom 10 cm. Na os je pritrjen obroč s premerom 1 m. S kolikšnim pospeškom se začne spuščati vedro, ko ga spustimo. Obroč tehta 10 kg, os pa 2 kg?



[sv9, 3, 2010/2011]

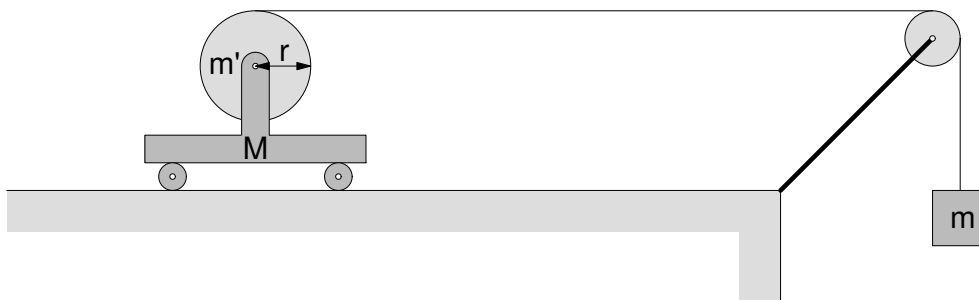
11. Jo-jo sestavljata dve plošči s premerom 8 cm in maso 5 dag, povezani z osjo z zanemarljivo maso premera 0,5 cm.
- a) S kolikšnim pospeškom se spušča jo-jo?
- Jo-jo postavimo na vodoravno površino in ga vlečemo za vrivico s silo 0,01 N v vodoravni smeri.
- b) V kateri smeri se premika jo-jo, če se kotali?
- c) S kolikšnim pospeškom se premika njegovo težišče?
- d) Kolikšen je kotni pospešek jo-joja okoli težišča?

[sv10, 1, 2010/2011]

12. Jo-jo postavimo na vodoravno površino in ga vlečemo za vrvico s silo  $0,01\text{ N}$  v navpični smeri.
- V kateri smeri se premika jo-jo, če se kotali?
  - S kolikšnim pospeškom se premika njegovo težišče?
  - Kolikšen je kotni pospešek jo-joja okoli težišča?
  - V kateri smeri moramo vleči jo-jo, da se ne kotali?

[sv10,2,2010/2011]

13. Na vozičku, ki se po mizi lahko premika brez trenja, je pritrjen valj. Nanj je navita vrv, ki je speljana preko lahkega škripca do uteži, kot kaže slika. Valj in škripec se vsak okrog svoje osi vrtita brez trenja. Masa vozička z valjem je  $M = 1,2\text{ kg}$ , masa samega valja je  $m' = 0,4\text{ kg}$ , masa uteži je  $m = 0,5\text{ kg}$ , radij valja pa  $r = 5\text{ cm}$ . Kolesa vozička so zelo lahka, zato jih pri računanju lahko zanemarimo. ( $g = 9,81\text{ m/s}^2$ )



- S kolikšnim pospeškom pada utež, če voziček držimo pri miru?
- Kolikšen je pospešek uteži, kolikšen pospešek vozička in kolikšen kotni pospešek valja, če voziček spustimo iz mirovanja?

[k2,4,2009/2010]

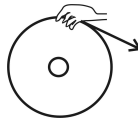
14. Kolesar z maso  $75\text{ kg}$  pritisne s silo, enako lastni teži, pravokotno na pedal, ki ima ročico vzporedno s tlemi (glej sliko). Masa kolesa je  $25\text{ kg}$ . Dolžina ročice pedala je  $20\text{ cm}$ , zobato kolo za verigo pa ima premer  $20\text{ cm}$ . Premer zadnjega kolesa je  $60\text{ cm}$ , premer zobatega kolesa na njem pa  $8\text{ cm}$ . ( $g = 9,81\text{ m/s}^2$ )



- S kolikšnim pospeškom štarta kolesar?
- Kolikšna je sila lepenja v tem trenutku?
- S kolikšnim pospeškom pa štarta kolesar, če stoji kolo na ledu,  $k_{tr} = 0,1$ ?

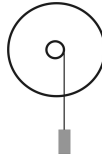
[i1,5,2009/2010]

15. Kolo z radijem 40 cm in maso 1 kg vpnemo v stojalo, da se lahko prosto vrti. Z roko podrsamo po gumi kolesa, da se zavrti. Sila roke je 7 N, po kolesu pa drsamo 0,5 sekunde. Kolo obravnavajte kot obroč.



- Kolikšne je navor roke?
- S kolikšno kotno hitrostjo se potem vrti kolo?

Na os kolesa namestimo utež z maso 20 g, kot kaže slika. Radij osi je 1 cm.



- Napišite enačbe za sile, ki pospešujejo utež, in navore, ki pospešujejo kolo.
- S kolikšnim pospeškom se spušča utež?

[k2, 1, 2010/2011]

16. Biljardna krogla s hitrostjo 10 m/s centralno zadene drugo mirujočo biljardno kroglo. Biljardna krogla se pred trkom kotali brez spodrsavanja. Ker je trk centralen, se vrtilna količina posamezne krogle med trkom ne spremeni. Koefficient trenja s podlago je 0,2.

- S kolikšnim pospeškom se po trku pospešuje krogla, ki je trčila?
- S kolikšno pospeškom zavira krogla, ki je bila zadeta.

Namig: Upoštevajte, da se krogla, ki se je kotalila pred trkom, takoj po trku vrti okoli svoje osi z enako kotno hitrostjo, kot pred trkom. Upoštevajte, da se takoj po trku krogla, ki je pred trkom mirovala, ne vrti, giblje se le translacijsko.

[k2, 5, 2010/2011]

17. Pri biljardu s palico udarimo kroglo 2, ki trči v kroglo 1. Krogla 1 po trku odleti naprej v isti smeri, kot je priletela krogla 2, krogla 2 pa se takoj po trku vrti na mestu. Trk biljardnih krogel je elastičen, pri trku se ohranjajo le gibalna količina in translacijska kinetična. Med trkom do prenosa vrtilnih količin in rotacijskih kinetičnih energij ne pride. Za podatke privzemite, da je hitrost krogle 2 pred trkom 3 m/s,  $k_{tr} = 0,1$  ter vztrajnostni moment krogle  $\frac{2}{5}mr^2$ .

- Če je začetna hitrost krogle 1  $v_{10}$ , kolikšna je hitrost krogle 2 po trku?
- Narišite skico krogel takoj po trku in označite vse sile, ki na krogli delujejo.
- Zapišite enačbe gibanja (za pospešek in kotni pospešek) za obe krogli.
- Z besedami opišite, kaj velja za odvisnost hitrosti in kotne hitrosti od časa za vsako od krogel.
- Zapišite izraz, pri kateri hitrosti se bo začela kotaliti krogla 1?
- Zapišite izraz, pri kateri hitrosti se bo začela kotaliti krogla 2?
- Koliko časa po trku se bo krogla 1 začela kotaliti brez zdrsavanja?
- Koliko časa po trku se bo krogla 2 začela kotaliti brez zdrsavanja?

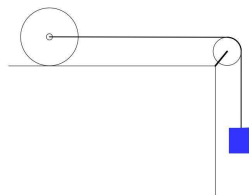
[dn8, 2010/2011]

18. Z vrha 2 m visokega klanca z nagibom  $30^\circ$  se zakotali valj s polmerom 12 cm in maso 8 kg. Valj pri kotaljenju ne spodrsava.

- S kolikšnim pospeškom se giblje valj po klanecu?
- Kolikšna je sila lepenja na valj na klanecu?
- Kolikšna je sila lepenja na valj na ravnini pod klanecem, ko se valj kotali s stalno hitrostjo?
- Kolikšna je hitrost valja na ravnini pod klanecem?

[k2,3,2008/2009]

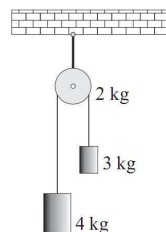
19. Na mizi držimo valj z maso 0,467 kg in s polmerom 10 cm, da miruje. Valj je v osi vrtljivo vpet na gred, na katero je privezana vrv, ki je speljana vodoravno prek lahkega škripca. Na drugem krajišču vrvi visi utež z maso 300 g. Lepenje med valjem in podalگو je dovolj veliko, da se valj ves čas kotali brez podrsavanja.



- S kolikšnim pospeškom se giblje utež, ko valj spustimo?
- Kolikšen je navor podlage na valj?
- Kolikšna je 1 s po pričetku gibanja celotna energija uteži, če izberemo, da je na začetku njena potencialna energija nič?
- Kolikšna je celotna kinetična energija valja 1 s po pričetku gibanja?

[i1,5,2007/2008]

20. Pod stropom je pritrjen škripec, prek katerega je speljana vrv. Na enem krajišču je na vrv obešana utež z maso 3 kg, na drugem pa utež z maso 4 kg. Škripec ima maso 2 kg in polmer 5 cm, vrv je lahka in neraztegljiva. Sistem najprej miruje, nato ga spustimo, da se prosto giblje.



- S kolikšnim pospeškom se premikata uteži?
- Kolikšen je navor na škripec?
- Kolikšna je 1 s po pričetku gibanja celotna kinetična energija sistema?
- Koliko se je v tem času spremenila potencialna energij uteži?

[i3,1,2007/2008]



21. Kladi z masama 0,5 kg in 1 kg povežemo z vrvico, ki jo napeljemo preko škripcev na vsaki strani mize. Škripca imata masi 100 g in 200 g. Kladi najprej visita na vsaki strani mize, vrvico pa zadržujemo, da mirujeta. S kolikšnim pospeškom se začneta gibati, ko vrvico spustimo?

[Atwood, 2011/2012]

22. Z vrha 3 m visokega klanca z naklonom  $37^\circ$  proti vodoravnici se zakotali košarkaška žoga s polmerom 12 cm in maso 600 g. Žoga med kotaljenjem ne spodrsava. Vztrajnostni moment tanke krogelne lupine z maso  $m$  in polmerom  $r$  je  $J = \frac{2}{3}mr^2$ .

- S kolikšnim pospeškom se giblje žoga po klanecu?
- Najmanj kolikšen je koeficient lepenja med žogo in klanecem?
- Poskus ponovimo, a pred tem klanec namažemo z milnico, da je koeficient trenja med žogo in klanecem 0,05. Za kolikšen kot se v tem primeru zavrti žoga med gibanjem od vrha do vznožja klanca?

[k2, 4, 2011/2012]

23. Obroč se kotali brez drsenja po klanecu. V izbrani točki je hitrost težišča obroča 2 m/s, v nižji točki, ki je 3 m oddaljena od prve, pa je hitrost 2,8 m/s. Kolikšen je nagib klanca?
24. S kolikšne višine moramo spustiti po žlebu kroglo, da bo ostala v žlebu, ki je oblikovan v looping s premerom 5 m?

### 3.3 Vrtilna količina

- Metrska deska z maso 5 kg je vrtljiva okoli vodoravne težiščne osi. Na desko, ki je spočetka v vodoravni legi, pade z višine 1,2 m kepa ilovice z maso 0,5 kg. Kepa zadene krajišče deske in se prilepi na desko. Kolikšna je največja kotna hitrost deske?
- Metrski drog z maso 0,5 kg je vrtljiv okrog pravokotne osi skozi krajišče. Os je vodoravna in drog v mirovni legi. Po spodnjem krajišču droga udarimo s kladivom pravokotno na os in pravokotno na drog. Pri tem je sunek sile, s katerim deluje kladivo na drog, enak 1 Ns. S kolikšno kotno hitrostjo se zavrti drog? Kolikšen je začetni sunek sile, s katerim deluje ležaj na os?

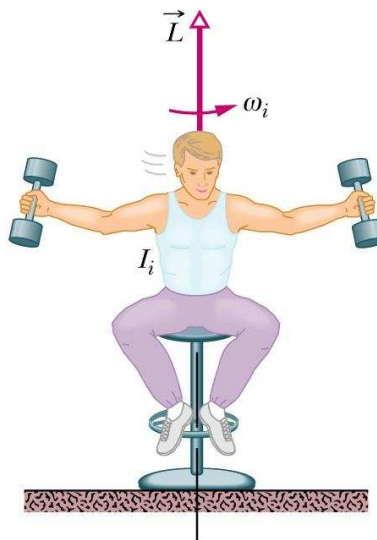
[gros, s22, n23]

- Metrski drog z maso 2 kg je vrtljiv okrog pravokotno osi skozi težišče. Os je postavljena navpično. V krajišče droga se zapiči izstrelek z maso 0,2 kg in s hitrostjo 1 m/s v vodoravni smeri, pravokotno na drog. S kolikšno kotno hitrostjo se vrtilni drog po trku, če je na začetku miroval? Kaj pa, če drog leži na ledu – s kolikšno hitrostjo se po trku giblje težišče in s kolikšno kotno hitrostjo se vrtilni sistem?

[gros, s22, n23]

- Na ledu leži 3 m dolg drog z maso 20 kg. Na drogu stoji 0,5 m od krajišča mož z maso 60 kg. Mož stopi na led in se pri tem odrine pravokotno z droga, tako da ima glede na led hitrost 1 m/s. Izračunaj hitrost drogovega težišča in kotno hitrost vrtenja okrog težiščne osi! Med ledom in drogom ni trenja.
- Valj z radijem 10 cm se vrtilni s frekvenco  $10\text{ s}^{-1}$  okoli svoje geometrijske osi. Vrteči se valj položimo na ravna tla. Čez kolikšen čas se začne valj kotaliti, ne da bi drsel? Koeficient trenja pri drsenju je 0,1. Kolikšno pot napravi težišče valja v tem času?

6. Ploščata valjasta posoda ima premer 60 cm in maso 0,4 kg. V posodo, ki se sprva vrti enakomerno, začne padati dež s ploskovno gostoto  $1 \text{ g/cm}^2\text{s}$ . V kolikšnem času se zmanjša frekvenca na polovico, če ni trenja?
7. Simetrična vrtavka z maso 0,6 kg ima vztrajnostni moment  $1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$  okoli geometrijske osi. Vrtavka je podprta v točki na geometrijski osi, ki je v razdalji 5 cm od težišča. Kolikšna je precesijska frekvenca?
8. Mož sedi na vrtljivem stolu in drži v rokah enaki uteži. Celotni vztrajnostni moment moža, vrtljivega stola in uteži je v odročanju enak  $2,6 \text{ kgm}^2$ , v priročanju pa  $1,4 \text{ kgm}^2$ . Na začetku ima mož roke v odročanju in se stol zavrti vsako sekundo enkrat. Kolikšno delo opravi mož pri priročevanju?
9. Človek na vrtljivem stolu se vrti s frekvenco 10 obratov na minuto. Uteži v rokah tehtata vsaka 2 kg. Ocenite vztrajnostni moment človeka. Za koliko se spremeni frekvenca vrtenja, ko človek priroči uteži? Koliko dela je pri tem opravil?



[sv11, 1, 2010/2011]

10. Človek z maso 70 kg skoči z roba mirujoče plošče z maso 50 kg, ki leži na ledu. Odrine se tangентno na ploščo s hitrostjo 3 m/s. S kolikšno hitrostjo se giblje težišče plošče? S kolikšno frekvenco se vrti plošča? Upoštevajte, da se pri odskoku ohranjata tako gibalna kot tudi vrtilna količina.

[sv11, 2, 2010/2011]

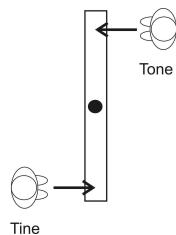
11. Telovadec, ki je prvotno držal stoji na drogu, se spusti, ne da bi se odsunil, ko gre skozi mirovno lego. Kako visoko bi moral biti drog nad podom telovadnice, če naj bi telovadec v togi drži pristal na nogah? Kako daleč v vodoravni smeri od droga bi pristal? Telovadec je težak 70 kg in z iztegnjenimi rokami visok 2 m. V približku izračunaj vztrajnostni moment, kot da bi bil telovadec tog drog.

[m, 2011/2012]

12. Vrtiljak, ki sestoji iz deske dolge 3 m z maso 20 kg, ima os vrtenja skozi sredino deske (na sliki označeno s črno piko). V nekem trenutku skočita sočasno vsak na svoj konec deske, v nasprotnih smereh (slika) Tine z maso 35 kg in Tone z maso 45 kg. Tine ima v vodoravni smeri hitrost 1 m/s, Tone pa 1,2 m/s. Na vrtiljaku (deski) obstaneta in se z njim vrtita.

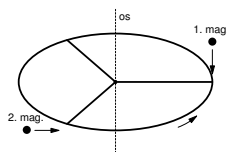
a) S kolikšno kotno hitrostjo se vrti vrtiljak?

- b) Kolikšna je skupna kinetična energija vrtiljaka deske in obeh otrok?
- c) Ali je skupna kinetična energija vrtiljaka in obeh otrok večja, manjša ali enaka kot kinetična energija otrok pred doskokom? Odgovor utemeljite.



[kp, 3, 2009/2010]

13. Iz tanke železne žice zvarimo kolo s premerom 16 cm, kot je prikazano na sliki. 1 m žice tehta 154 g. Kolo se vrti okrog navpične osi s frekvenco 15 Hz. Nad kolesom držimo majhen magnetek z maso 30 g in ga spustimo, tako da se prilepi na obod kolesa.



- a) Kolikšen je vztrajnostni moment kolesa? (Vztrajnostni momenti okrog iste osi se seštevajo.)
- b) S kolikšno frekvenco se vrti kolo z magnetkom?
- c) Drugi enak magnetek vržemo s hitrostjo 3 m/s v vodoravni smeri v isto smer, kot se vrti kolo. Kolikšna je frekvenca vrtenja kolesa, ko se na njegov obod prilepi še drugi magnetek?

[i1, 3, 2009/2010]

14. Na ledu leži okrogla plošča z maso 20 kg. Na njen rob v tangentsni smeri skoči deček z maso 50 kg in se po doskoku giblje skupaj s ploščo. Hitrost dečka je 15 km/h. Premer plošče je 2 m.

- a) Na kolikšni oddaljenosti od središča plošče se nahaja težišče plošče in dečka?
- b) Kolikšna je hitrost težišča plošče in dečka po doskoku?
- c) Kolikšen je vztrajnostni moment plošče glede na težišče? Kolikšen je vztrajnostni moment dečka (obravnavajte ga kot točkasto telo) glede na težišče?
- d) S kolikšno kotno hitrostjo se vrti plošča z dečkom?

[i2, 3, 2009/2010]

15. Na gladkem ledu leži okrogla plošča z maso 20 kg. Na nasprotnih straneh plošče stojita človeka z masama 60 kg in 80 kg. Človeka hkrati odskočita s plošče. Lažji odskoči tangentsno na rob plošče, težji pa radialno. Oba se odrineta s hitrostma 4 m/s glede na led. Kako se giblje plošča po odzivu obeh ljudi?

[m, 2011/2012]

16. Otrok, težak 15 kg, priteče do vrtiljaka s polmerom 1 m po tangenti, in skoči nanj s hitrostjo 1,5 m/s. Vrtiljak je na začetku miroval in ga lahko obravnavamo kot valj z maso 60 kg.

- a) S kolikšno kotno hitrostjo se vrti vrtiljak po tem, ko je otrok skočil nanj?
- b) Kolikšen navor zaradi trenja deluje na vrtiljak, če se ta povsem ustavi v eni minuti?

[k2, 3, 2011/2012]

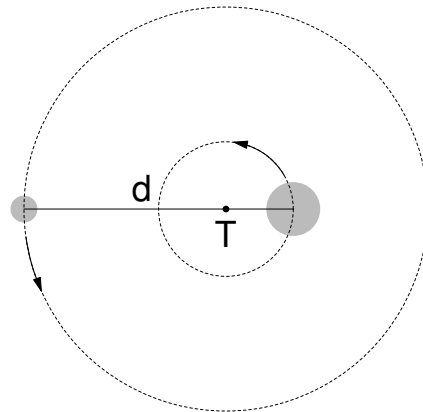
# Poglavje 4

## Gravitacija in sistemi v ravnovesju

### 4.1 Gravitacija

1. Za koliko je drugačen gravitacijski pospešek na ekvatorju od gravitacijskega pospeška na polu? Radij Zemlje je 6400 km. Za koliko pa se razlikuje v naši zemljepisni širini ( $45^\circ$ )? Za koliko je drugačen gravitacijski pospešek na Mount Everestu kot na morski gladini pri enaki zemljepisni širini? Za koliko je manjši zemeljski pospešek na mestu, kjer je tik pod površino okrogla votlina s polmerom 1 km? Povprečna gostota zemeljske skorje je  $3 \text{ kg/dm}^3$ .
2. Oцени maso Sonca, če je radij kroženja Zemlje okoli Sonca enak  $3 \cdot 10^{11} \text{ m}$ !
3. Geostacionarni satelit kroži v ekvatorski ravnini tako, da je vseskozi nad isto točko zemljine površine. Koliko je oddaljen od središča Zemlje? Masa Zemlje je  $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .
4. S kolikšno hitrostjo prileti na Luno meteorit, katerega hitrost je daleč od Lune majhna? Masa Lune je  $7,34 \cdot 10^{22} \text{ kg}$  in polmer  $1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$ .
5. Vesoljska postaja z maso 2000 ton ima obliko tankega obroča z radijem 10 m. Vesoljec je na osi ladje v razdalji 50 m od središča. Kolikšna je hitrost vesoljca, ko ga gravitacijska sila potegne do središča vesoljske postaje?
6. Kolikšno je razmerje med delom, ki ga moramo dovesti telesu na površju Zemlje, da doseže višino 1000 km nad površjem, in delom, ki bi ga morali dovesti enakemu telesu na površju Lune, da bi doseglo telo višino 1000 km nad površjem? Radij Zemlje je 6400 km, radij Lune je 1700 km, masa Lune pa je enaka 0,012-kratni zemeljski masi.
7. Najmanj kolikšna energija je potrebna, da spravimo 5-tonski satelit s kraja na ekvatorju na krožni tir 200 km nad Zemljo? V kateri smeri moramo izstreliti satelit? Zračni upor zanemari! Radij Zemlje je 6400 km.
8. Za kolikokrat bi se moral skrajšati dan (povečati frekvenca zemljinega kroženja), da bi telo na ekvatorju ne imelo nobene teže?  
[g, dn, 8, 2009/2010]
9.
  - a) Za koliko se razlikuje težni pospešek na ekvatorju od težnega pospeška na polu?
  - b) Kolikšna je masa Zemlje? Radij Zemlje je 6400 km. Težni pospešek na polu je  $9,83 \text{ m/s}^2$ .
  - c) Kako visoko nad površje Zemlje je potrebno izstreliti geostacionarni satelit?
  - d) Kako visoko nad površjem Zemlje kroži vohunski satelit, ki v eni uri obkroži Zemljo?  
[sv11, 4, 2010/2011]

10. Neko dvozvezdje sestavlja zvezda z maso  $2 \cdot 10^{30}$  kg (kot naše Sonce) in zvezda z dvakrat tolikšno maso. Zvezdi krožita (na različnih radijih!) okoli *skupnega težišča* T. Manjša zvezda naredi cel obhod okoli skupnega težišča v 11 urah.



- V kolikšnem času naredi cel obhod okoli skupnega težišča večja zvezda?
- Če je razdalja med zvezdama  $d$ , kolikšna sta polmera krožnih tirov obeh zvezd?
- Kolikšna je razdalja  $d$  med zvezdama?

[k2,3,2009/2010]

11. Radij Zemlje je 6400 km.

- Iz težnega pospeška Zemlje izračunajte njeno maso.
- Na kolikšni višini nad Zemljo kroži vohunski satelit, ki Zemljo obkroži v dveh urah?

[k2,4,2010/2011]

12. Predpostavimo, da je Zemlja krogla z enakomerno gostoto in da vrtenje Zemlje okoli svoje osi težni pospešek spremeni zanemarljivo malo. V teh okoliščinah velja: polmer Zemlje je 6370 km, težni pospešek na površini je  $9,8 \text{ m/s}^2$ , gravitacijska konstanta je  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ .

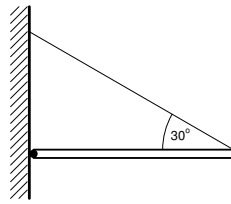
- Kolikšna je gostota Zemlje?
- Kolikšen bi moral biti pri nespremenjeni gostoti njen polmer, da bi bil težni pospešek na površini Zemlje pol manjši, kakor je?
- Kolikšna bi morala biti dolžina dneva na Zemlji, da bi telesa na ekvatorju padala s pol tolikšnim pospeškom, kakor na polu?

[k2,4,2008/2009]

## 4.2 Ravnovesje sil in navorov

- Med stebra, ki stojita v oddaljenost 2 m, je obešena 3 m dolga vrv. S kolikšno silo je napeta vrv, če na sredino obesimo breme z maso 100 kg? S kolikšno silo pa je napeta vrv, če obesimo breme v oddaljenosti 0,5 m od enega od stebrov?
- Na podpornika, ki sta v oddaljenosti 1 m, položimo 1,5 m dolgo desko tako, da sta podpornika enako oddaljena od koncev deske. Deska tehta 20 kg. Na desko stopi 70 kg težak možki. S kolikšnima silama podpirata podpornika desko?

3. Krajišče deske s težo 50 N je preko ležaja pritrjeno na navpično steno (glej sliko). Desko drži v vodoravnem položaju vrv, ki veže drugo krajišče na steno. Kolikšna sila napenja vrv, če je kot med vrvjo in desko  $30^\circ$ ? Kolikšna je sila v ležaju?



4. Motek s sukancem ima premer vretena 1 cm in premer zunanjšega vretena 2 cm. Motek tehta 50 g. S kolikšno silo in pod katerim kotom še lahko povlečemo sukanec, da se motek ne bo premaknil? Koeficient trenja med tlemi in motkom je 0,2. Kolikšen mora biti kot med vodoravnico in sukancem, za katerega vlečemo s silo 0,5 N, da deluje na motek navor 0,15 Ncm? Upoštevaj oba primera: pri prvem se začne motek gibati v stran, v katero vlečemo, v drugem pa v nasprotno.

[gros, s3, n12]

5. K steni je z nagibom  $60^\circ$  prislonjena 2 m dolga lestev z maso 10 kg. Kako daleč po lestvi lahko pripleza 60 kg težak človek? Koeficient trenja med lestvijo in tlemi ter med lestvijo in steno je enak 0,3. Obravnavaj še primer, ko je človek mnogo težji od lestve.

[kladnik1, s72]

6. Vrata s težo 100 N imajo povešene ležaje, tako da se opirajo samo na tla in drsajo po njih z 2 m dolgo osnovno ploskvijo. Kolikšen navor je potreben, da vrata premaknemo? Koeficient trenja med tlemi in vrati je 0,7.

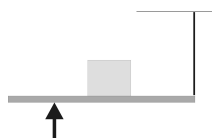
7. S kolikšno silo uravnovesimo jermen, ki se tare ob stebru z radijem 10 cm? Na drugem krajišču jermena deluje v isti smeri sila 500 N. Jermen se dotika stebra na polovici obsega. Kolikšen navor deluje na steber? Koeficient trenja med jermenom in stebrom je 0,2.

8. Deska z maso 30 kg je položena na dve osebni tehtnici, ki jo podpirata na vsaki strani. Na desko stopi moški z maso 70 kg in se po njej sprehodi.

- Kolikšni obremenitvi kažeta vsaka od tehtnic, ko je moški na četrtini deske?
- Narišite grafa, ki kažeta, kako se spreminjata obremenitvi tehtnice v odvisnosti od razmerja med oddaljenostjo od enega konca deske  $x$  in dolžino deske  $l$ .

[sv11, 3, 2010/2011]

9. Desko dolgo 2 m z maso 20 kg obesimo na vrv in podpremo s podpora, kot kaže slika. Na desko položimo utež z maso 100 kg.

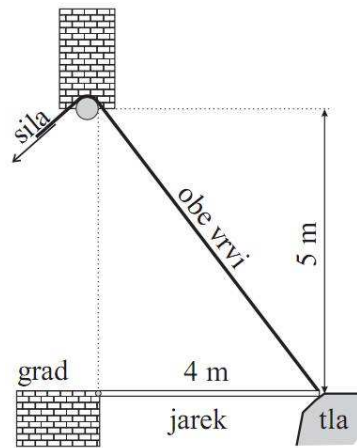


- Kam je položena utež, če sta vrv in podpora enako obremenjeni?
- Na kateri del deske ne smemo položiti uteži, če vrv prenese le 900 N?

Kot odgovor nas zanima lega težišča uteži.

[k2, 2, 2010/2011]

10. V gradu imajo dvižni most z maso 1000 kg, širino 3 m in dolžino 4 m (glej sliko). Ob gradu ima most vodoravni ležaj, dve močni vrvi za dvigovanje pa sta pritrjeni na oba skrajna vogala mostu, ki slonita na tleh, kadar je most odprt, kakor kaže slika. Zaradi pogleda od strani vidimo le eno vrv, ki zakriva drugo vrv. Vrvi sta speljani simetrično preko dveh škripcev, ki sta vgrajena v spodnji del zidu gradu nad vhodom v grad, da vsaka vrv nosi polovico bremena. Z vlečenjem prostega krajišča dvižnih vrvi dvorjani dvigajo in spuščajo most. Škripca sta 5 m nad ležajem mostu.

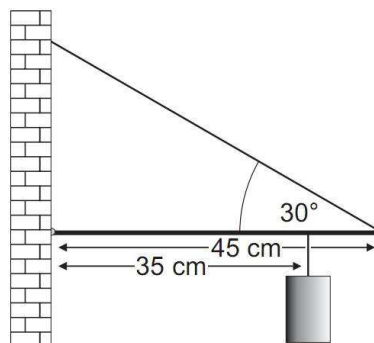


- S kolikšno silo je napeta vsaka vrv, ko dvigajo most iz vodoravne lege?
- Najmanj s kolikšno silo mora biti napeta vsaka vrv, da se most ne bo "sam od sebe" začel odpirati, kadar je zaprt, torej v navpični legi?

Pri drugem vprašanju vam utegne priti prav dejstvo, da za majhne kote velja:  $\sin \varphi = \tan \varphi = \varphi$ .

[k2, 5, 2008/2009]

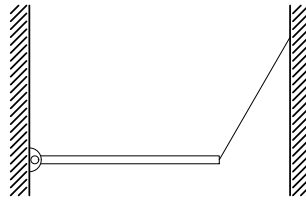
11. Na sliki je kovinska palica z maso 5 kg in z dolžino 45 cm. Eno krajišče palice je z ležajem vpeto v zid, na drugo krajišče je pritrjena vrv, s katero je palica privezana na steno, kot med palico in vrvjo je  $30^\circ$ . Na palico je na razdalji 35 cm od stene obešena utež z maso 10 kg.



- Kolikšen je navor uteži glede na ležaj?
- Kolikšen je navor palice glede na ležaj?
- S kolikšno silo je napeta vrv?

[i2, 2, 2007/2008]

12. Vodoravna deska z maso 4 kg je v enem krajišču vpeta v ležaj, okrog katerega se lahko prosto vrtili, njeno drugo krajišče pa je obešeno na vrvico, ki z vodoravnico tvori kot  $60^\circ$ .
- S kolikšno silo je napeta vrvica?
  - S kolikšno silo deluje deska na ležaj?



[kp, 3, 2011/2012]

### 4.3 Elastične lastnosti snovi

- Bakrena žica in jeklena žica sta enako dolgi in imata enak presek. Obesimo ju na strop v medsebojni razdalji 6 cm in na prosti krajišču pritrđimo krajišči zelo lahko 6 cm dolge prečke. Kje na prečki mora viseti utež za 10 N, da ostane prečka vodoravna? Prožnostna modula sta  $9 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$  za baker in  $2 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$  za jeklo.
- Žico sestavimo iz 1 m dolgega bakrenega kosa in 1 m dolgega jeklenega kosa, ki imata oba presek  $1 \text{ mm}^2$ . Prvo krajišče žice pritrđimo na strop, na drugo krajišče pa obesimo 30 N težko utež. Za koliko mm se podaljša žica? Prožnostna modula sta  $9 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$  za baker in  $2 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$  za jeklo.
- Polmetrska palica se vrtili z največjo dopustno frekvenco okoli osi, ki je pravokotna na palico in jo razpolavlja. Kolikšen je podaljšek palice? Prožnostni modul palice je  $9 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$ , gostota  $8,9 \text{ g/cm}^3$  in meja natezne trdnosti  $400 \text{ N/mm}^2$ .
- Kako hitro smemo vrteti obroč iz tanke bakrene žice okrog njegove simetrijske osi, da se še ne pretrga? Radij obroča je 0,5 m, presek žice je  $0,1 \text{ cm}^2$ , gostota bakra  $8920 \text{ kg/m}^3$ , meja natezne trdnosti bakra pa  $220 \text{ MPa}$ .
- Tanek bakren obroč se vrtili okrog osi, ki gre skozi dve nasprotno ležeči točki obroča. Največ s kolikšno frekvenco se obroč sme vrteti, da se ne pretrga? Presek obroča je  $0,1 \text{ cm}^2$ , polmer 0,5 m, gostota  $8920 \text{ kg/m}^3$  in meja natezne trdnosti  $220 \text{ MPa}$ .  
[g, dn, 2009/2010]
- Bakreno žico, dolgo 10 m, obesimo na strop. Za koliko se podaljša bakrena žica zaradi lastne teže? Gostota bakra je  $8900 \text{ kg/m}^3$ , prožnostni modul  $9 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$ . Kako dolga je lahko žica, da se ravno še ne strga pod lastno težo? Meja natezne trdnosti bakra je  $220 \text{ MPa}$ .  
[g, 2009/2010]
- Enako dolgi vzmeti s koeficientoma  $10 \text{ N/m}$  in  $20 \text{ N/m}$  povežemo enkrat zaporedno, drugič pa vzporedno. Nanju obesimo utež za 10 g.
  - Za koliko se raztegneta zaporedno vezani vzmeti?
  - Za koliko se raztegneta vzporedno vezani vzmeti?

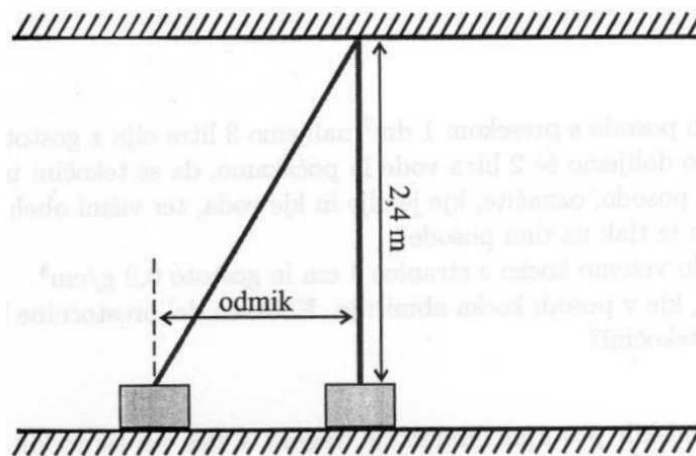
[sv12, 1, 2010/2011]



8. Polmetrska palica se vrti okoli osi, ki je pravokotna na palico in jo razpolavlja. Prožnostni modul palice je  $9 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$ , gostota  $8,9 \text{ g/cm}^3$  in meja natezne trdnosti  $400 \text{ N/mm}^2$ .
- Kolikšna je največja dopustna frekvenca, s katero se palica še lahko vrti, da se ne razleti?
  - Kolikšen je podaljšek palice, če se ta vrti z največjo dopustno frekvenco?

[k2, 5, 2009/2010]

9. Na strop je obešena elastika, na elastiko je pritrjena utež z maso  $0,8 \text{ kg}$ . Ko je utež navpično pod pritrliščem elastike, je elastika neraztegnjena in dolga  $2,4 \text{ m}$ . Koeficient lepenja med utežjo in tlemi je  $0,2$ . Poskus naredimo tako, da premaknemo utež po tleh na izbrano razdaljo od začetne lege in jo spustimo. Kadar je odmik manjši kot  $1,0 \text{ m}$ , utež obmiruje, pri razdalji  $1,0 \text{ m}$  od začetne lege pa zdrsne proti začetni legi. Kolikšen je elastični koeficient elastike? Pri kolikšnem odkliku od začetne lege utež dvigne od tal, ko jo izpustimo?



[k2, 5, 20011/2012]

10. Delavci podnevi položijo  $10 \text{ km}$  dolgo tračnico. Ponoči, ko se ohladi, bi se tračnica skrčila za  $0,024\%$ , a se ne more, ker je čvrsto pripeta na železniške pragove. Koliko energije je nakopičene v tračnici? Prečni presek tračnice je  $30 \text{ cm}^2$ , prožnostni modul jekla pa  $2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ . (Namig: nalogo rešiš tako, da tračnico obravnavaš kot vzmet, ki se ji je zaradi spremembe temperature zmanjšala dolžina v neobremenjenem stanju. "Vzmet" nato raztegnemo na prvotno dolžino.)

[kp, 5, 20011/2012]

# Poglavje 5

## Mehanika tekočin

### 5.1 Hidrostatika

1. Vodo v polnem koritu, ki ima kvadraten presek s stranico 1 m zapira zapornica z vodoravno osjo. Kolikšen je navor, s katerim deluje na zapornico voda, če je os ob gladini vode? Kolikšen je navor, če je os ob dnu korita?
2. V levi krak cevke U nalijemo 10 cm visok stolpec vode in v desni kraj 10 cm visok stolpec kapljevine z gostoto  $1,4 \text{ g/cm}^3$ . Za koliko se razlikujeta višini gladin v obeh krakih? Za koliko milimetrov je gladina vode višja od gladine druge kapljevine, če je nad gladino vode za  $2 \cdot 10^{-2} \text{ N/mm}^2$  manjši tlak kot nad gladino druge kapljevine?
3. Na krajišče 20 cm dolge vijalne vzmeti s koeficientom  $12 \text{ N/m}$  pritrdimo 20 cm dolg aluminijast valj s premerom 2 cm in z gostoto  $2,7 \text{ g/cm}^3$ . Prosto krajišče vzmeti obesimo 40 cm nad vodno gladino. Kolikšna je višina potopljenega dela valja v ravnovesni legi?
4. Lesen drog z dolžino 1 m in gostoto  $0,7 \text{ g/cm}^3$  je vrtljiv okoli vodoravne osi skozi krajišče, ki je 40 cm nad gladino vode. Kolikšen je kot med navpičnico in drogom v ravnovesni legi?
5. Valjasto posodo s premerom 10 cm vrtimo okoli navpične geometrijske osi s 3 vrtljaji na sekundo. Za koliko centimetrov je na obodu gladina vode višja kot ob osi, če se voda vrti skupaj s posodo?
6. Kolikšno delo opravimo, ko v jezeru potopimo plutovinasto kocko z robom 10 cm in gostoto  $0,5 \text{ g/cm}^3$  za 10 cm? Na začetku plava kocka na vodi. Kolikšno delo pa opravimo, če potopimo isto kocko na enak način v dovolj globoki valjasti posodi z radijem 8 cm?
7. Ob vrhu zataljeno cevko potopimo v navpični legi z vrhom 20 cm pod morskno gladino. Za kolikšen del začetne dolžine se skrči zračni stolpec, če ima cevka radij 1 cm? Za kolikšen del pa se skrči zračni stolpec, če ima cevka radij 0,5 mm? Površinska napetost vode je  $0,07 \text{ N/m}$ .
8. V mehurčku iz milnice s površinsko napetostjo  $0,025 \text{ N/m}$  je tlak spočetka za  $10 \text{ N/m}^2$  večji kot zunaj. Nato povečamo prostornino tako, da se vzpostavi ravnovesje, ko je tlačna razlika  $3 \text{ N/m}^2$ . Kolikšno je opravljeno delo?
9. V cevko v obliki črke U nalijemo nekaj živega srebra. V levi krak nalijemo nekaj vode in v desni krak nekaj olja. Stolpec vode je visok 7 cm, stolpec olja pa 15 cm. Kolikšna je višinska razlika gladin vode in olja? Gostota vode je  $1 \text{ kg/dm}^3$ , olja  $0,6 \text{ kg/dm}^3$  in živega srebra  $13,6 \text{ kg/dm}^3$ .

[tf, 2009/2010]

10. V zamrzovalniku pripravite nekaj kock ledu. Izmerite njih gostoto. V poročilu opišite postopek, kako ste to storili in koliko je bila gostota vašega ledu. Izmerite tudi gostoto olja. Pomagajte si z merilno posodo za določanje prostornin pri peki in kuhanju. V kozarec s čim bolj gladkimi steklenimi stenami, da bo lažje opazovanje, nalijte približno do polovice vodo, nato dodajte še približno enako količino olja. V kozarec spustite kocko ledu. Kako plava? Opazujte, kako se tali. Kaj se med taljenjem dogaja? Poročajte.

[dn9, 2010/2011]

11. Za koliko je večja gostota vode v Marijanskem jarku, ki je globok 11000 m, kot na površini? Ali ladja potone do tal?

[sv12, 2, 2010/2011]

12. Kolikšna je gostota nevtronske zvezde? Upoštevajte, da nevtronsko zvezdo sestavljajo samo nevtroni. Nevtron tehta  $1,6 \cdot 10^{-26}$  kg in ima premer 1 fm.

[sv12, 3, 2010/2011]

13. V menzuro nalijemo 1 dl vode in 1 dl olja, da tekočina sega v menzuri 10 cm visoko. V menzuro vržemo kocko ledu z robom 2 cm. Gostota ledu je 0,9 kg/l, gostota olja je 0,86 kg/l. Kolikšen je premer menzure? Ali led plava? Če plava, kako plava v menzuri?

[sv12, 4, 2010/2011]

14. Kocka iz stiropora s stranico 1 m in gostoto  $300 \text{ kg/m}^3$  plava na jezeru.

a) Kolikšen del kocke je potopljen?

Kocko potopimo tako, da je gornja ploskev tik pod vodno gladino.

b) Koliko dela je bilo potrebno opraviti? Čemu se je povečala energija in za koliko? Čemu se je zmanjšala energija in za koliko?

Kocko potopimo še do dna 3 m globokega jezera.

c) Koliko dela je potrebno opraviti še za nadaljnje potapljanje?

[sv13, 1, 2010/2011]

15. Čoln z maso 300 kg plava v bazenu. V čoln položimo utež z maso 100 kg. Utež je iz železa z gostoto 7,8 kg/l. Kaj se zgodi z gladino vode v bazenu, če vržemo utež iz čolna v bazen?

a) Gladina se zniža.

b) Gladina ostane enaka.

c) Gladina se zviša.

Vprašanja v pomoč:

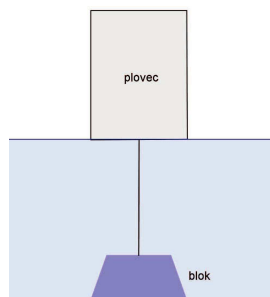
i) Kolikšna je prostornina uteži?

ii) Koliko vode izpodrine čoln z utežjo?

iii) Koliko vode izpodrineta čoln in utež, ko je utež na dnu bazena.

[sv13, 2, 2010/2011]

16. Na dnu morja leži betonski blok s prostornino  $0,5 \text{ m}^3$ , na katerega je pritrjen velik votel plovec s prostornino  $2 \text{ m}^3$ . Med najnižjo oseko je vrv, s katero je blok pritrjen na plovec, napeta ravno toliko, da je navpično raztegnjena (slika). S plimo se vrv napenja. Gostota morja je  $1,025 \text{ kg/dm}^3$ , gostota betona je  $2,3 \text{ kg/dm}^3$ . Maso plovca in vrvi zanemarite.



- a) Kolikšen je vzgon na betonski blok?
- b) Pri najvišji plimi je sila, s katero vrv vleče betonski blok tolikšna, da betonski blok ravno odlepi z dna. Kolikšen delež plovca je tedaj potopljen?
- [kp, 4, 2009/2010]
17. Zakaj je luknja v trupu ladje bolj nevarna, če je globlje v vodi kakor tik pod gladino? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- a) Ker je v večji globini tlak manjši in zato voda počasneje vdira v ladjo.
- b) Ker je v večji globini tlak manjši in zato voda hitreje vdira v ladjo.
- c) Ker je v večji globini tlak večji in zato voda počasneje vdira v ladjo.
- d) Ker je v večji globini tlak večji in zato voda hitreje vdira v ladjo
- [k2, 1b, 2008/2009]
18. Zakaj ozka peta na čevlju zelo verjetno poškoduje lesena tla? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- a) Ker je zaradi majhne površine ploskve pod peto tam tlak večji.
- b) Ker je zaradi velike površine ploskve pod peto tam tlak večji.
- c) Ker je zaradi majhne površine ploskve pod peto tam tlak manjši.
- d) Ker je zaradi velike površine ploskve pod peto tam tlak manjši.
- [k2, 1c, 2008/2009]
19. Tina je na lep pomladni dan, ko je bila temperatura v dolini in na Triglavu enaka  $15^{\circ}\text{C}$ , na Triglav vzela plastenko vode. Ko je vodo spila, je plastenko dobro zaprla in jo odnesla nazaj v dolino. Katera izjava je pravilna? Obkrožite črko pred pravilnim odgovorom.
- a) Plastenka je stisnjena, ker je v dolini tlak manjši kakor na Triglavu.
- b) Plastenka je stisnjena, ker je v dolini tlak večji kakor na Triglavu.
- c) Plastenka je napihnjena (izbočena), ker je v dolini tlak manjši kakor na Triglavu.
- d) Plastenka je napihnjena (izbočena), ker je v dolini tlak večji kakor na Triglavu.
- [k2, 1d, 2008/2009]
20. V visoko posodo s presekom  $1\text{ dm}^2$  nalijemo  $1\text{ l}$  olja z gostoto  $0,7\text{ g/cm}^3$  in nanj  $1\text{ L}$  vode. Počakamo, da se tekočini umirita.
- a) Narišite posodo, označite, kje se nahajata olje in kje voda, ter višine obeh. Za koliko je tlak  $5\text{ cm}$  nad dnom posode višji od zunanjšega?

- b) V posodo vržemo kocko s stranico  $1\text{ cm}^3$  in gostoto  $0,9\text{ g/cm}^3$ . Ali kocka plava, ali potone? Narišite, kje v posodi se kocka nahaja. Če kocka plava, opredelite delež(a) prostornine, ki je(sta) potopljena(i) v tekočini(ah).

[k2, 2, 2008/2009]

21. V visoko posodo s presekom  $1\text{ dm}^2$  nalijemo 3 litre olja z gostoto  $0,85\text{ g/cm}^3$ . Nato v posodo dolijemo še 2 litra vode in počakamo, da se tekočini umirita.

- a) Narišite posodo, označite, kje je olje in kje voda, ter višini obeh tekočin.  
b) Kolikšen je tlak na dnu posode?  
c) V posodo vržemo kocko s stranico  $1\text{ cm}$  in gostoto  $0,9\text{ g/cm}^3$ . Narišite, kje v posodi kocka obmiruje. Kolikšnem del prostornine kocke je v eni in/ali v drugi tekočini?

[k2, 1, 2011/2012]

22. V votlo kovinsko kroglo z zelo tanko steno in z maso 350 g izvrtamo dve majhni luknjici, ki sta si nasproti druga drugi. Kroglo vržemo v jezero. Volumen krogle je en liter, tako da sprva plava na vodi. Voda skozi luknjico počasi vdira v kroglo, zato ta počasi tone.

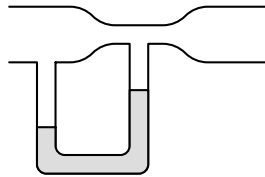
- a) Koliko vode je v krogli v trenutku, ko je ta v celoti pod gladino?  
b) V času padanja do dna jezera v kroglo prodre še dodatne 0,5 dl vode. S kolikšno silo pritiska krogla ob dno jezera, ko obmiruje?

[kp, 4, 2011/2012]

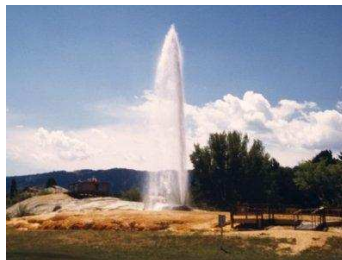
## 5.2 Hidrodinamika

1. V valjasti posodi z radijem 6 cm sega voda do višine 10 cm. V kolikšnem času se zniža vodna gladina za 5 cm, ko odpremo na dnu pipo, ki ima odprtino  $1\text{ cm}^2$ ?
2. Gladina reke sega ravno do vrha 1 m visokega jezua iz 10 cm širokih vodoravno postavljenih desk. Kolikšna prostornina vode bi v eni sekundi stekla skozi jez, če bi odstranili spodnjo desko? Kolikšna prostornina vode pa bi stekla skozi jez v eni sekundi, če bi bile deske postavljene navpično in bi odstranili eno izmed njih?
3. Različno velike kroglice z gostoto  $1,1 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$  padajo v vodi z viskoznostjo  $1 \cdot 10^{-3}\text{ Pas}$ . Oцени, kako majhen mora biti premer kroglice, da lahko računamo z linearnim zakonom za upor! Kako velik pa mora biti premer kroglice, da bi lahko računali s kvadratnim zakonom upora?
4. Kroglico s premerom 1 cm iz stekla z gostoto  $2,5 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$  potopimo v glicerini z gostoto  $1,26 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$  in viskoznostjo  $1,39\text{ Ns/m}^2$  ter spustimo. Kolikšno pot napravi kroglica, preden doseže 0,99 končne hitrosti? V kolikšnem času se to zgodi?
5. Na gladki ledeni ploskvi spočetka miruje jadrnica za jadranje po ledu. Skupaj z jadralcem tehta 200 kg in ima jadro s površino  $2\text{ m}^2$ . Veter s hitrostjo 40 km/h se čelno upira v jadro. Jadrnico spočetka zadržujemo, nato pa jo spustimo. Po kolikšnem času doseže jadrnica hitrost 10 km/h? Gostota zraka je  $1,2\text{ kg/m}^3$ , koeficient upora pa 0,8. Trenja s podlago ni treba upoštevati! Kolikšno hitrost doseže jadrnica, če je koeficient trenja s podlago enak 0,05? S kolikšno največjo hitrostjo se lahko giblje jadrnica, če je koeficient trenja s podlago enak 0,05?

6. Venturijeva cev je namenjena merjenju volumskega pretoka tekočin (glej sliko). Z manometrom v obliki cevke U, v kateri je npr. živo srebro, merimo tlačno razliko med širšim in ožjim delom cevi. Podana sta presek Venturijeve cevi v širšem in ožjem delu ter gostota merjene tekočine in tekočine v cevki U. Izrazi volumski pretok kot funkcijo višinske razlike gladin živega srebra v cevki U.



7. Voda teče po cevi s premerom 2 cm. Cev ima ožino s premerom 1,8 cm. Manometer z anilinom, ki ima gostoto  $1,02 \text{ g/cm}^3$ , pokaže razliko gladin 25 cm, če je prvi krak priključen na cev in drugi na ožino. Kolikšen je prostorninski tok vode v cevi?  
[gros, s37, n5]
8. V plastenko z zgoraj odrezanim robom in odprtino s presekom  $0,25 \text{ cm}^2$  pri dnu natakamo vodo iz pipe.
- a) Kolikšen je volumski pretok vode iz pipe, če se gladina vode ustali na višini 25 cm?
- V plastenko natakamo vodo tako, da se preliva čez gornji rob. Zato je višina gladine stalna. Plastenka stoji v banici na ravni podlagi.
- b) Koliko nad dnom moramo zvrtniti luknjo, da je domet curka najdaljši?  
[sv13, 3, 2010/2011]
9. Bager preluknja vodovodno cev, v kateri miruje voda pod tlakom 3 bar. Kako visoko šprica voda iz luknje v cevi?  
[g, 2009/2010]
10. Na sliki je gejzir, ki bruha vročo vodo, v ameriškem nacionalnem parku v državi Utah. Ocenite, kolikšen je volumski pretok gejzirja. Ocenite, kolikšen je presek curka v polovici višine.



- [sv14, 1, 2010/2011]
11. Kapljice vode padajo skozi zrak. Za katere premere kapljic velja kvadratni zakon upora? Kako težke so? Kolikšne hitrosti dosežejo med padanjem? Za katere premere kapljic velja linearni zakon upora? Kako težke so? Kolikšne hitrosti dosežejo med padanjem? Gostota zraka je  $1,2 \text{ kg/m}^3$ . Viskoznost zraka je  $0,01 \text{ mPas}$ .  
[sv14, 2, 2010/2011]

12. Čoln pelje s hitrostjo 4 m/s. V desetih sekundah se mu hitrost zmanjša na polovico. Čoln tehta 200 kg.
- Kolikšen je koeficient upora, če velja kvadratni zakon upora?
  - Na kolikšni razdalji se ustavi?
  - Kolikšen je koeficient upora, če velja linearni zakon upora?
  - Na kolikšni razdalji se ustavi?

[sv14,3,2010/2011]

13. Jadralec na ledu jadra v vetru, ki ima hitrost 40 km/h. Kolikšno hitrost doseže jadralec, če je koeficient trenja z ledom enak 0,05? Za jadrca velja kvadratni zakon upora. Gostota zraka je  $1,2 \text{ kg/m}^3$ . Površina jadra je  $2,5 \text{ m}^2$ . Masa jadrca in ledne jadrnice je 150 kg. Izpeljite odvisnost hitrosti jadrnice od časa, če je jadrnica na začetku mirovala.

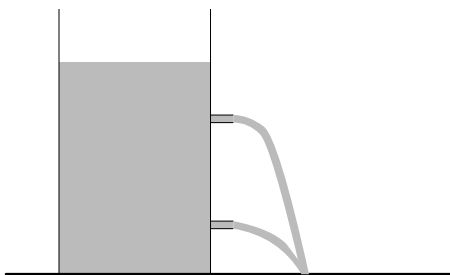
[sv14,4,2010/2011]

14. Gregor napolni veliko injekcijsko brizgo s premerom valjaste cevi 3 cm z 1 dl vode. Presek luknjice, skozi katero vodo iztisne iz brizge, je  $1 \text{ mm}^2$ . Na bat, ki brizgo zapira, pritisne s silo 10 N. Zanimarite upor pri iztekanju vode skozi ozek vrat brizge in predpostavite, da za iztekanje vode velja Bernoullijeva enačba.

- S kolikšno hitrostjo izteka voda?
- S kolikšno hitrostjo se premika bat?
- Kolikšno gibalno količino ima vsa voda v trenutku, ko je iztekla iz brizge (silo teže zanemarimo)?
- Kolikšen je bil sunek sile na bat?

[k2,2,2009/2010]

15. V valjasto posodo, v kateri sega gladina vode 30 cm visoko nad dno posode, izvrtamo luknjico s premerom 3 mm v višini 3 cm nad dnom posode. Posoda stoji na tleh. ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )



- Kako daleč od posode priteče curek na tla?
- V kateri višini moramo izvrtati drugo luknjico, da bo imel curek enak domet kot tisti iz prve luknjice? Luknjico izvrtamo ob začetku iztekanja (višina gladine vode je enaka začetni).
- V posodo iz odprte pipe teče voda z volumskim pretokom  $1,89 \text{ L/min}$ . Kolikšen mora biti premer druge luknjice, da bo gladina vode v posodi ostala nespremenjena?

[i1,4,2009/2010]

16. Kroglo iz lesa z gostoto  $0,5 \text{ kg/dm}^3$  in prostornino 4 litre potopimo na dno bazena globokega 4 m.
- Kolikšen je vzgon na kroglo?
  - Najmanj s kolikšno silo mora biti na dno privezana krogla?
  - Privez krogle popusti. Kolikšna je hitrost krogle tik pod gladino, če krogla doseže terminalno hitrost po pol metra gibanja. Koeficient upora za kroglo je 0,4.
  - Z besedami opišite in grafično predstavite (narišite graf odvisnosti hitrosti od časa) gibanje krogle od trenutka, ko popusti privez. [i2,5,2009/2010]
17. Kamen z maso 100 g in gostoto  $2,5 \text{ g/cm}^3$  spustimo v vodo. Če predpostavimo, da ima kamen obliko krogle, je koeficient upora enak 0,4. Viskoznost vode je  $10^{-3} \text{ Pas}$ .
- Kolikšen je vzgon na kamen?
- Kamen tone s stalno hitrostjo zaradi upora vode.
- Kolikšna je ta hitrost, če predpostavite kvadratni zakon upora?
  - Kolikšno je Reynoldsovo število? Ali je predpostavka, da velja kvadratni zakon upora, pravilna?
  - S kolikšno silo deluje kamen na tla, ko kamen leži na dnu? [k2,3,2010/2011]
18. Dve enaki 50 cm visoki valjasti posodi sta pri dnu povezani z zelo kratko cevko s presekom  $1 \text{ cm}^2$ . Premer posod je 8 cm. Na začetku je prvi valj poln vode, drugi je prazen, cevko pa zapira ventil. Potem ventil odpremo in voda se začne po cevki pretakati med posodama.
- S kolikšno hitrostjo teče voda po cevki na začetku?
  - S kolikšno hitrostjo se na začetku spušča gladina vode v prvem valju?
  - Zapišite izraz za hitrost vode v cevki v odvisnosti od višine gladin vode v obeh valjih. Naj  $h_1$  in  $h_2$  označujeta višino vode v prvem in v drugem valju.
  - Po kolikšnem času od odprtja ventila se pretakanje vode ustavi? [i1,2,2008/2009]
19. Visoka posoda s premerom 30 cm ima v steni 10 cm nad dnom luknjico s premerom 2 mm. Gladina vode v posodi je na višini 1 m.
- S kolikšno hitrostjo izteka voda skozi luknjico?
  - S kolikšnim volumskim tokom izteka voda iz posode?
  - S kolikšno hitrostjo se takrat spušča gladina vode v posodi?
  - V nekem trenutku začne v posodo pritekati stalen vodni tok – vsako minuto v posodo priteče en liter vode. Na kolikšni višini se ustali gladina vode po dolgem času? [i3,3,2007/2008]
20. Skupna masa padalca z vso njegovo opremo je 100 kg, polmer odprtega padala je 3 m, koeficient upora za padalo je 1,5. Gostota zraka je  $1,2 \text{ kg/m}^3$ , viskoznost zraka je  $2 \cdot 10^{-5} \text{ Pas}$ .
- S kolikšno hitrostjo pada skozi zrak padalec, ko ima odprto padalo?
  - Ocenite, s kolikšno največjo hitrostjo pada skozi zrak padalec, preden odpre padalo. Manjkajoče podatke ocenite sami in zapišite vrednosti, s katerimi ste računali. [k3,3,2008/2009]



# Rešitve

## Uvodne naloge

- a)  $1,17 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$   
b)  $1,0315 \text{ cl/h}$   
c)  $0,014 \cdot 10^{-21} \mu\text{g/nm}^3$   
d)  $0,71 \cdot 10^{17} \mu\text{mol/cm}^3$   
e)  $24 \cdot 10^7 \text{ dm}^3/\text{dan}$   
f)  $7870 \text{ g/l}$   
g)  $173,05 \text{ GJ/km}^3$   
h)  $0,07 \cdot 10^{-3} \mu\text{N/nm}$   
i)  $13724,5 \cdot 10^2 \text{ nC/dm}^3$   
j)  $17,4 \cdot 10^{-2} \text{ MV/km}$   
k)  $0,3704 \cdot 10^{-9} \text{ kN/cm}^2$   
l)  $184 \cdot 10^9 \text{ mm/h}^2$   
m)  $13,7 \cdot 10^{14} \text{ mJ}/\mu\text{g}$   
n)  $3,3 \text{ m/s}$   
o)  $14,7 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^2$   
p)  $126 \cdot 10^1 \text{ Ws/g}$
- krajši stadij,  $157 \text{ m}$  ( $o = 39.250 \text{ km}$ )
- DA
- $r = \frac{h \cos \varphi}{1 - \cos \varphi}$ ,  $r = 5.218 \text{ km}$  (v resnici je  $r = 6.400 \text{ km}$ )
- $m_{\text{peska}} = 2r\rho a^2$ ,  $m_{\text{peska}} = 0,13 \text{ kg}$
- a)  $9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$ , b)  $8,3 \text{ min}$ , c)  $r = 3,08 \cdot 10^{16} \text{ m}$

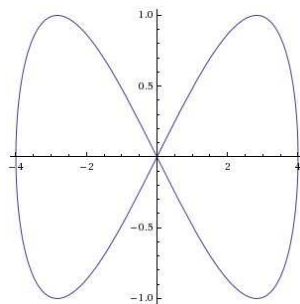
## 1.1 Kinematika na premici

- $v(t) = 1/(kt + 1/v_0)$ ,  $v(t = 10 \text{ s}) = 0,15 \text{ m/s}$ ,  $s(t) = 1/k \ln(1 + kv_0 t)$ ,  $s(t = 10 \text{ s}) = 5,07 \text{ m}$
- $v(t) = v_0 e^{-kt}$ ,  $v(t = 10 \text{ s}) = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ ,  $s(t) = \frac{v_0}{k}(1 - e^{-kt})$ ,  $s(t = 10 \text{ s}) = 6,1 \text{ m}$
- $s = 1/2(15gt_1^2 + \sqrt{216}gt_2^2)$ ,  $s = 583 \text{ m}$ ,  $t = \sqrt{2s/g}$ ,  $t = 10,9 \text{ s}$
- $t = (v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gs})/g$ ,  $t_1 = 3,2 \text{ s}$ ,  $t_2 = 1,2 \text{ s}$ ,  $v_k = \sqrt{v_0^2 + 2gs}$ ,  $v_{k1} = v_{k2} = 22,4 \text{ m/s}$
- $v = 93 \text{ m/s}$
- $t = 798 \text{ ns}$ ,  $a = 6,25 \cdot 10^9 \text{ km/s}^2$
- $a = 1,42 \text{ m/s}^2$ ,  $t = 4,2 \text{ s}$ ,  $t = 7 \text{ s}$ ,  $s = 35 \text{ m}$
- a)  $t = 4,375 \text{ s}$ , b)  $d = 15,24 \text{ m}$ , c)  $t = 8,75 \text{ s}$ , č)  $s = 30,6 \text{ m}$
- e)  $s = v_{zv} \left( t + v_{zv}/g - \sqrt{2tv_{zv}/g + v_{zv}^2/g^2} \right)$ ,  $107,6 \text{ m}$

## 1.2 Kinematika v prostoru

- $\varphi_1 = 8,7^\circ$ ,  $81,3^\circ$

5.  $\varphi_1 = 10,12^\circ$ ,  $\varphi_2 = 81,7^\circ$
6. klanec navzdol:  $\beta = \pi/4 - \varphi/2$ ,  $\beta = 35^\circ$ ; klanec navzgor:  $\beta = \pi/4 + \varphi/2$ ,  $\beta = 55^\circ$
7. možnosti je več (možnih je več odbojev); za en sam odboj:  $\beta = \varphi + \arctan(\frac{1}{2} \cot \varphi)$ ,  
 $\beta = 76,8^\circ$
8.  $v = 3,34 \text{ m/s}$
9. DA
10.  $d = 7080 \text{ m}$ ,  $v = 223 \text{ m/s}$
11.  $\varphi = 60^\circ$  glede na breg,  $t = 69 \text{ s}$ ,  $t = 1 \text{ h } 20 \text{ min}$ ,  $t = 1 \text{ h } 20 \text{ min}$ ,  $\varphi = 90^\circ$  glede na breg
12. a)  $\vec{r}(t = 0) = (4x_0, 0)$ , b) (glej sliko spodaj), c)  $|v| = 2x_0\omega\sqrt{4\sin^2(\omega t) + \cos^2(2\omega t)}$ ,  
d)  $|a| = 4x_0\omega^2\sqrt{\cos^2(\omega t) + \sin^2(2\omega t)}$ , e)  $t = n\pi/\omega$ ,  $\vec{r}(t = 0) = (4x_0 \cos(n\pi), 0)$ , f)  
 $t = \frac{1}{2\omega}(\arccos 1/4 + 2\pi n)$ ,  
h)  $\vec{r}(t = 0) = (4x_0 \cos(\frac{1}{2} \arccos 1/4 + n\pi), \pm x_0 \sin(\arccos 1/4 + 2n\pi))$



17. a)  $t_1 = 0,632 \text{ s}$ ,  $d_1 = 6,32 \text{ m}$  ( $v_{ky} = 6,32 \text{ m/s}$ ,  $\varphi_1 = 32,31^\circ$ ), b)  $v_x = \text{kostn.} = 10 \text{ m/s}$ ,  $v_{y1} = 5,66 \text{ m/s}$ , c)  $t_2 = 1,13 \text{ s}$ ,  $d_2 = 11,3 \text{ m}$ ,  $\varphi_2 = 29,5^\circ$
24. a)  $s = v\sqrt{2s/g}$ ,  $s = 7,16 \text{ m}$ , b)  $v_k = \frac{v\sqrt{2h/g+s_0}}{\sqrt{2h/g}}$ ,  $v_k = 15,8 \text{ m/s}$

### 1.3 Kroženje in vrtenje

1.  $\alpha = 0,286 \text{ s}^{-2}$ ,  $t_{5. \text{ obrata}} = 1,41 \text{ s}$
2.  $0,77 \text{ m/s}^{-2}$ ,  $22,8^\circ$ ,  $4,6 \text{ s}^{-2}$
3.  $39,5 \text{ m}$
4.  $5,95 \text{ m/s}$
5.  $v = 0,73 \text{ m/s}$ ,  $a = 1,77 \text{ m/s}^2$
11.  $\omega_k = 1,228 \text{ s}^{-1}$ , b)  $t = 5 \text{ s}$ , c)  $t = 39,5 \text{ s}$
16.  $\alpha = 1/3 \text{ s}$ ,  $\omega_k = 7 \text{ s}^{-1}$ ,  $N = 0,98$

### 2.1 Newtonov zakon

1.  $v = \sqrt{2gs_0(\sin \varphi - k_{tr} \cos \varphi)}$ ,  $v = 7,36 \text{ m/s}$
2.  $t_2/t_1 = \sqrt{(F/m - g)/(F/(m_1 + m_2) - g)}$ ,  $t_2/t_1 = 1,30$
3.  $a = \frac{g}{m_1 + m_2 + m_3}(m_3 - m_1 - m_2 k_{tr})$ ,  $a = 0,67 \text{ m/s}^2$ ,  $m_3 > 4,2 \text{ kg}$ ,  $m_3 < 1,8 \text{ kg}$
5.  $v_{max} = \sqrt[4]{r^2 g^2 (k_{tr}^2 - 1/4)}$ ,  $v_{max} = 8,07 \text{ m/s}$
6.  $\cos \varphi = \frac{g}{4\pi^2 \nu^2 l}$ ,  $\varphi = 83,5^\circ$
7.  $r = 30,8 \text{ cm}$ , ( $\Delta x = 0,81 \text{ cm}$ )
8.  $r = 43,6 \text{ cm}$ , ( $\varphi = 60,3^\circ$ )

9.  $F_{tr} = 1,28 \text{ N}$
10.  $F < 140 \text{ N}$  (lahka vrv),  $F < 135 \text{ N}$  (vrv z maso)
11.  $a = 0,7 \text{ m/s}^2$ ,  $F = 3,35 \text{ N}$
14. a) prva klada se giblje v desno, b)  $a = g/2(1 - \sin \alpha)$ ,  $a = 2,5 \text{ m/s}^2$ ; c)  $F_v = m(g - a)$ ,  $F_v = 7,5 \text{ N}$ ; d)  $a = g(1 - \sin \alpha - k \cos \alpha)/2$ ,  $a = 1,64 \text{ m/s}^2$
16. a)  $m_2 \leq 0,5 \text{ kg}$ , b)  $a = 2,5 \text{ m/s}^2$
22. a)  $\varphi = 72,5^\circ$ , b)  $r = 0,79 \text{ m}$ , c)  $\omega \leq 10 \text{ s}^{-1}$ ,  $\nu \leq 1,6 \text{ Hz}$
23. a)  $\varphi = 60,2^\circ$ , b)  $F_v = 19 \text{ N}$ ; c)  $\omega \geq 4,4 \text{ s}^{-1}$ ,  $\nu \geq 0,7 \text{ Hz}$
24.  $r = (l + F_v/k) \sin \varphi$ ,  $F_v = ml\omega^2/(1 - m\omega^2/k)$ ,  $\cos \varphi = \frac{g}{l\omega^2}(1 - m\omega^2/k)$ ,  $g/l < \omega^2 < k/m$

## 2.2 Mehanska energija

1.  $P = 30,7 \text{ kW}$
4.  $v_2 = \frac{F_x}{m_2(1 + \frac{m_2}{m_1})}$ ,  $v_2 = 0,67 \text{ m/s}$ ,  $v_1 = v_2 m_2 / m_1$ ,  $v_1 = 1,12 \text{ m/s}$
7. a)  $h = 51 \text{ cm}$ , obmiruje na  $h_0 = 5,6 \text{ cm}$ , b)  $h = 19 \text{ cm}$
8.  $l = h - \sqrt{2mgh/k}$ ,  $l = 28,8 \text{ m}$
9.  $v(t) = \sqrt{2P/m}\sqrt{t}$ ,  $v(t = 5 \text{ s}) = 28,9 \text{ m/s} = 104 \text{ km/h}$ ,  $a(t) = \sqrt{P/2mt}^{-1/2}$ ,  $a(t = 5 \text{ s}) = 2,24 \text{ m/s}^2$ ,  $s(t) = 2/3\sqrt{2P/mt}^{3/2}$ ,  $s(t = 5 \text{ s}) = 96,2 \text{ m}$
10.  $P(v) = 1/2c_u\rho S v^3$ ,  $P(v = 60 \text{ km/h}) = 3,3 \text{ kW}$ ,  $P(v = 120 \text{ km/h}) = 27 \text{ kW}$ ,  $v_{\max}(P) = \sqrt[3]{2P/c_u\rho S}$ ,  $v_{\max}(P = 50 \text{ kW}) = 41,1 \text{ m/s} = 148 \text{ km/h}$ ,  $v_{\max}(P = 100 \text{ kW}) = 51,8 \text{ m/s} = 186 \text{ km/h}$
11. a)  $v = 7,1 \text{ m/s}$ ,  $a = 5 \text{ m/s}^2$ , b)  $v = 6,4 \text{ m/s}$ ,  $a = 4,1 \text{ m/s}^2$ , c)  $s = \frac{v_0^2}{2k_{tr}g}$ ,  $s = 20,5 \text{ m}$
12.  $h = 2,5r$ ,  $h = 7,5 \text{ m}$
13. a)  $k = 306 \text{ N/m}$ , b) v najnižji točki (na gladini), c)  $F = 5,2 \text{ kN}$ , d)  $a = 47,9 \text{ m/s}^2 \approx 5g$
19. a)  $A = 17,7 \text{ J}$ , b)  $W_k = 11,8 \text{ J}$ , c)  $\Delta W_n = 13,3 \text{ J}$ , d)  $h_1 = 1,5 \text{ m}$
20. a)  $P = mgk_{tr}v$ ,  $P = 177 \text{ W}$ , b)  $l = h/\sin \alpha$ ,  $l = 115 \text{ m}$ ,  $A = mgk_{tr} \cos \alpha l + mgh$ ,  $A = 21,2 \text{ kJ}$ , c)  $v = l/(A/P)$ ,  $v = 0,96 \text{ m/s}$

## 2.3 Težišče sistema

1.  $r_T = (3'3, 3'3, 3'3) \text{ cm}$
2.  $3 \text{ cm}$
3.  $x_t = y_T = -\frac{4R}{3\pi}$ , izhodišče je v središču kroga
4.  $z_T = \frac{1}{4}h$
5.  $z_T = \frac{3}{8}R$
6.  $y_T = \frac{R(28-3\pi)}{3(8-\pi)}$
7.  $z_T = -\frac{5\pi R}{24(4-\pi/3)}$ , izhodišče je v središču kocke

## 2.4 Gibalna količina

1.  $v = 1,44 \text{ m/s}$ ,  $F\Delta t = -175 \text{ Ns}$ ,  $\Delta W_k = 658 \text{ J}$
2.  $v_2 = 1,3 \text{ m/s}$ ,  $v = -0,057 \text{ m/s}$
3.  $v = -0,214 \text{ m/s}$ ,  $\Delta W_k = -14,465 \text{ J}$
4.  $v_2 = 125 \text{ m/s}$ ,  $\Delta W_k = 488 \text{ kJ}$
8.  $v_k = v_0 - m/m_k\sqrt{2gk_{tr}s}$ ,  $\Delta W_k/W_k = 1 - (1 - m/m_k v_0\sqrt{2gk_{tr}s})^2$ ,  $\Delta W_k/W_k = 31\%$

9.  $v(t) = v_0 / (1 + \Phi_m t / m)$
10.  $v(t) = -v_{IP} \ln 1 - \Phi_m t / M$ ,  $a(t) = \frac{v_{IP} \Phi_m}{M} \frac{1}{\frac{M}{\Phi_m t} - 1}$ ,  
 $s(t) = \frac{v_{IP} M}{\Phi_m} [1 + (1 - \Phi_m t / M) (\ln(1 - \Phi_m t / M) - 1)] =$   
 $v_{IP} (t [1 - \ln(1 - \Phi_m t / M)] + M / \Phi_m \ln(1 - \Phi_m t / M))$
11.  $v(t) = v_c \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = v_c \operatorname{th}(x)$ ,  $x = \rho \Phi_V t / M$ ,  $v_c = \Phi_V / S$ ,  $v(t = 10 \text{ s}) = v_c$
15. a)  $v = \sqrt{2gl(1 - \cos \varphi)} \approx \sqrt{gl} \varphi$ ,  $v = 0,77 \text{ m/s}$ , b)  $h = \frac{v^2}{2g}$ ,  $h = 3,0 \text{ cm}$ , c)  $v_0 = (1 + M/m)v$ ,  
 $v_0 = 436 \text{ m/s}$ , d)  $\varphi(v_0) = \frac{v_0}{\sqrt{gl}} (1 + M/m)$
16.  $v_1 = v_0 \sqrt{1 - \frac{4mM \cos^2 \alpha}{(m+M)^2}}$ ,  $v_1 = 9,58 \text{ m/s}$ ,  $\tan \beta = \frac{\sin \alpha}{2M \cos \alpha / (m+M) - \cos \alpha}$ ,  $\beta = 64,7^\circ$ ,  $\sin \frac{\varphi}{2} =$   
 $\frac{mv_0 \cos \alpha}{\sqrt{gl(m+M)}}$ ,  $\varphi = 5,26^\circ$
17.  $\tan \beta = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \tan \alpha$ ,  $\beta = 16^\circ$ ,  $v = \frac{v_0}{m_1 + m_2} \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + 2m_1 m_2 \cos 2\alpha}$ ,  $v = 1,8 \text{ m/s}$
24. a)  $0,06 \text{ J}$ ; b)  $0,4 \text{ m/s}$ ;  $0,6 \text{ m/s}$

### 3.1 Vztrajnostni moment

3.  $J_{\text{obročca} \perp \text{sim. os}} = 1/2mr^2$ ,  $J_{\text{plošče} \perp \text{sim. os}} = 1/4mr^2$ ,  $J_{\text{valja} \perp \text{sim. os}} = m/4(r^2 + l^2/3)$ ,  
 $J_{\text{valja} \perp \text{sim. os}} = 0,029167 \text{ kgm}^2$
4.  $J = mR^2(\frac{3}{2} - \frac{8}{3\pi})$
5.  $J = \frac{1}{12}m(a^2 + b^2)$

### 3.2 Newtonov zakon za vrtenje

1.  $M = rm(a + g)$
3.  $a = 2/3g$ ,  $a = 6,54 \text{ m/s}^2$ ,  $F_v = 1/3mg$ ,  $F_v = 1,64 \text{ N}$
4.  $a = 4/5g$ ,  $a = 7,848 \text{ m/s}^2$ ,  $F_v = 1/3mg$ ,  $F_v = 0,981 \text{ N}$
5.  $v = \sqrt{2g(h + \frac{2}{3}l \sin \varphi)}$ ,  $v = 10,6 \text{ m/s}$ ,  $\omega = \sqrt{\frac{4}{3r^2}gl \sin \varphi}$ ,  $\omega = 57,7 \text{ s}^{-1}$
6. rešitev za valj: valj zdrsuje;  $a = g(\sin \varphi - k_{tr} \cos \varphi)$ , tangenta sila:  $F_t = mgk_{tr} \cos \varphi$ ,  
 $t = 0,55 \text{ s}$ ,  $N = \frac{k_{tr} g t^2 \cos \varphi}{2\pi r}$ , valj ne bi drsel pri nagibu:  $\varphi < \arctan 3k_{tr}$ ; tedaj bi bil  
 $a = \frac{2}{3}g \sin \varphi$  in  $F_t = \frac{1}{3}mg \sin \varphi$
7.  $N = \frac{\omega_0^2(1+k_{tr})R}{8\pi(1+k_{tr})}$
8. obroča:  $n_1 = \frac{\pi v_0^2 R}{4gk_{tr}}$ ,  $n_1 = 9,8$ ,  $n_2 = 3n_1$ ,  $n_2 = 29,5$ ; valja:  $n_1 = \frac{3\pi v_0^2 R}{16gk_{tr}}$ ,  $n_1 = 7,4$ ,  $n_2 = 22$
10.  $a = g / (1 + (m_0 r_o^2 + m_v r_v^2) / mr_v^2)$

### 3.3 Vrtilna količina

3.  $\omega = \frac{mv_0}{l(M/6+m/2)}$ ,  $\omega = 0,46 \text{ s}^{-1}$ ;  $v_t = v_0 \frac{m}{m+M}$ ,  $\omega = \frac{mv_0(\frac{l}{2} - \frac{ml}{2(m+M)})}{M[\frac{1}{12}l^2 + (\frac{ml}{2(m+M)})^2] + m(\frac{l}{2} - \frac{ml}{2(m+M)})^2}$
16.  $\omega = 0,5 \text{ s}^{-1}$ ,  $\Gamma = -0,375 \text{ Nm}$

### 4.1 Gravitacija

2.  $1,6 \cdot 10^{31} \text{ kg}$
3.  $h = 35.800 \text{ km}$
5. a)  $\Delta a_r = 0,34 \text{ m/s}^2$ ,  $a_r/g = 0,3\%$ , b)  $m_Z = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
8.  $17\times$

## 4.2 Ravnovesje sil in navorov

- $F_1 = 520 \text{ N}, F_2 = 380 \text{ N}$
- $F_v = \frac{mg}{2 \sin \alpha}, F_v = 50 \text{ N}, F_l = F_v, F_l = 50 \text{ N}$
- $\cos \varphi = \frac{r}{R}, \varphi = 60^\circ, F = \frac{mg}{\cos \varphi / k_{tr} + \sin \varphi}, F = 0,15 \text{ N}; \cos \varphi = \frac{rF \pm M}{RF}, \varphi_1 = 37^\circ, \varphi_2 = 78^\circ$
- $x = \frac{m_\epsilon + m_l}{m_\epsilon} \frac{k_1 l (\tan \varphi + k_2)}{1 + k_1 k_2} - \frac{m_l l}{m_\epsilon 2}, x = 1,14 \text{ m};$  za  $m_\epsilon \ll m_l: x = \frac{k_1 l (\tan \varphi + k_2)}{1 + k_1 k_2} \neq x(m_\epsilon)$
- $M = mgk_{tr}l/2, M = 70 \text{ Nm}$
- a)  $F_v = mg \sin \alpha / 2, F_v = 17,3 \text{ N},$  b)  $F_l = \sqrt{(mg - F_v \sin \alpha)^2 + (F_v \cos \alpha)^2}, F_l = 25,7 \text{ N}$

## 4.3 Elastične lastnosti snovi

- $x = \frac{d}{1 + E_{Cu}/E_{Fe}}, x = 4,1 \text{ cm}$
- žici sta speti zaporedno:  $\Delta l = 0,48 \text{ mm},$  žici sta speti vzporedno:  $\Delta l = \frac{F}{Sl} \frac{1}{E_{Cu} + E_{Fe}},$   
 $\Delta l = 0,103 \text{ mm}$
- $\omega_{max} = \sqrt{\frac{8\sigma_n}{\rho l^2}}, x = \frac{\rho l^3 \omega^2}{24E} = \frac{\sigma_n l}{3E}, 2x = 0,15 \text{ mm}$
- $F_{nap} = \frac{m\omega^2 r}{2\pi}, \nu_{max} = \frac{1}{2\pi r} \sqrt{\frac{\sigma_n}{\rho}}, \nu_{max} = 50 \text{ Hz}$
- $\Delta l = \rho g l^2 / 2E, \Delta l = 4,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}, L_{max} = \sigma_n / \rho g, L_{max} = 1011 \text{ km}$
- $F = SE\Delta l / l, F = 144 \text{ kN}, k = F / \Delta l, k = 60 \text{ kN/m}, W_{pr} = \frac{1}{2} k x^2, W_{pr} = 172,8 \text{ kJ}$

## 5.1 Hidrostatika

- $\Delta h = h_o - h_v - \frac{\rho_o h_o - \rho_v h_v}{\rho_{Hg}}, \Delta h = 7,85 \text{ cm}$
- a)  $m_v = \rho_v V_k - m_k, m_v = 0,65 \text{ kg},$  b)  $V_v = 0,7 \text{ L}, F = (m_k - (V_k - V_v)\rho_v)g, F = 0,49 \text{ N}$

## 5.2 Hidrodinamika

- 63 s
- 200 l,  $\Phi_V = \frac{2}{3} ag \sqrt{2gh}, \Phi_V = 0,30 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Re = 2R\rho v / \eta; Re < 0,5 \Rightarrow$  linearni zakon upora,  $Re > 10^3 \Rightarrow$  kvadratni zakon upora
- $\Phi_V = K \sqrt{\Delta h}, K^2 = S_1^2 S_2^2 \frac{2g(\rho' - \rho)}{\rho(S_1^2 - S_2^2)}$
- $\Phi_V = 6,5 \text{ cm}^3/\text{s}$
- $h = \frac{p}{\rho g}, h = 30 \text{ m}$