

Stanislav Vrtnik

Zbirka fizikalnih nalog

Fizika I

Fizikalna merilna tehnika

Ljubljana, 2026

Kazalo

1 Enote, predpone in vektorji.....	3
2 Gibanje	4
3 Enakomerno in pospešeno kroženje	7
4 Sile: statika in dinamika	8
5 Težišče in gibalna količina.....	11
6 Delo in energija	13
7 Navor in vztrajnostni moment.....	16
8 Vrtilna količina in mehansko ravnovesje	19
9 Prožnost snovi	22
10 Nihanje	23
11 Gravitacija	24
12 Hidrostatika in hidrodinamika	25
13 Valovanje in zvok.....	30
14 Termodinamika	33
Literatura	38

1 Enote, predpone in vektorji

1. Pretvori v eksponentno obliko:

0,00015 N = N
430000 t = t
0,0000016 s = s
12000 cm = cm
1800000000 pF = pF
0,00033 kg = kg
0,002 bar = bar
0,0000000056 A = A
0,0088 nm = nm

0,000000873 hl = hl
0,00049 sv. l. = sv. l.
140000 km = km
0,00356 mol = mol
0,0666 Pa = Pa
0,00000233 N = N
770000 pF = pF
0,0000123 mH = mH
34600000 Å = Å

2. Pretvori:

2 s = ms
30 s = min
45 min = h
96 h = dni
1800 ms = s
420 s = min
1254 min = h min
4521 s = min
1 h = s

560 cm = m
7500 mm = m
7 dm 2 cm = cm
40 cm 12 mm = mm
21 cm 7 mm = mm
8 km 512 m = m
30 dm 4 cm = cm
2 m 7 dm = dm
3 km 12 dm = m

980 mm² = cm²
1,8 dm² = m²
28000 m² = ha
7 dm² 40 cm² = cm²
5 ha 2 a = m²
2 a 70 m² = m²
14 m² 2 dm² = cm²
7 dm² 400 cm² = dm²
12 cm² 800 mm² = cm²

25 ml = cm³
16 cl = cm³
2 dm³ 17 cm³ = cm³
8 cm³ 2000 mm³ = cm³
4 m³ 50 dm³ = cm³
5 dm³ 19 cm³ = cm³
1 m³ 30 dm³ = dm³
5 hl 17 l = dm³
4 l 17 cl = dm³

54,7 g = mg
4 kg 7 dag = g
7 dag 12 g = g
2 t 50 kg = kg
4 kg 75 dag = dag
23 dag 7 g = g
78 kg 50 dag = dag
4 g 200 mg = mg
3 kg 2 dag = g

16 Å = nm
1300 mbar = Pa
10 bar = Pa
1,6 GA = mA
3,7 kV/m = V/m
6,7 μAs = As
100 km/h = m/s
12 m/s = km/h
40 nF = F

3. Izberi dva (ali tri) nekolinearna vektorja ter ju grafično seštej in odštej po trikotniškem in paralelogramskem pravilu, ter izračunaj skalarni produkt.

4. V ortogonalnem koordinatnem sistemu x, y, z imamo tri vektorje s kartezičnimi koordinatami: $\vec{a} = (1,3,0)$, $\vec{b} = (-4,2,0)$ in $\vec{c} = (-3,-2,2)$.

a) Izračunaj velikost posameznih vektorjev. ($|\vec{a}| = \sqrt{10}$; $|\vec{b}| = \sqrt{20}$; $|\vec{c}| = \sqrt{17}$)

b) Zapiši koordinate vektorjev $\vec{a} + \vec{b}$ in $\vec{a} - 2\vec{c}$ ter izračunaj velikost vektorja $\vec{a} + \vec{b}$.
($(-3,5,0)$; $(7,7,-4)$; $\sqrt{31}$)

c) Izračunaj skalarna produkta $\vec{a} \cdot \vec{b}$ ter $\vec{b} \cdot (5\vec{c})$. Kolikšen je medsebojni kot med $\vec{b}$ in $\vec{c}$?
(2; 40; 64.29°)

2 Gibanje

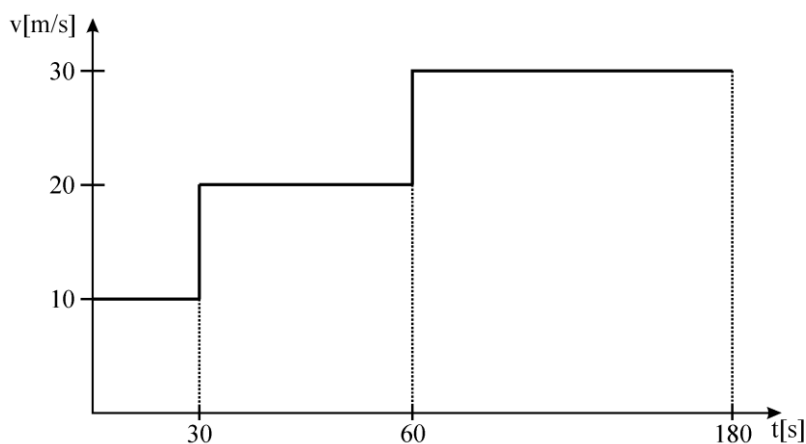
1. Avtomobil najprej na poti 1 km vozi s stalno hitrostjo 72 km/h, nato na poti 2 km s stalno hitrostjo 60 km/h. Kolikšna je povprečna hitrost? Nariši graf poti v odvisnosti od časa.

($\bar{v} = 63,5 \text{ km/h}$)

2. Avtomobil vozi prve tri ure s stalno hitrostjo 50 km/h, nato 2 uri s hitrostjo 70 km/h in nazadnje eno uro 40 km/h. Kolikšno pot opravi? Kolikšna je povprečna hitrost? Nariši graf hitrosti v odvisnosti od časa in povprečno hitrost. Nariši graf poti v odvisnosti od časa.

($s = 330 \text{ km}$; $\bar{v} = 55 \text{ km/h}$)

3. Vlak vozi s hitrostjo, prikazano na spodnjem grafu. Kolikšno pot opravi? Kolikšna je povprečna hitrost? V graf hitrosti v odvisnosti od časa nariši povprečno hitrost. Nariši graf poti v odvisnosti od časa. ($s = 2,7 \text{ km}$; $\bar{v} = 22,5 \text{ m/s}$)



Naloga 3

4. Postaji A in B sta oddaljeni 4 km. Skozi postajo A v nekem trenutku pelje proti postaji B tovorni vlak s stalno hitrostjo 60 km/h. Najmanj koliko časa kasneje lahko skozi postajo A pelje za njim hitri vlak, ki vozi s stalno hitrostjo 100 km/h, da na poti do postaje B ne trčita? ($t = 1,6 \text{ min}$)

5. Človek višine 1,8 m se s stalno hitrostjo 0,75 m/s približuje cestni svetilki, ki je obešena na višini 4 m nad cesto. S kolikšno hitrostjo se po cesti giblje vrh njegove sence? ($v = 1,36 \text{ m/s}$)

6. Masna točka se giblje enakomerno pospešeno s pospeškom $0,2 \text{ m/s}^2$. V kolikšnem času njena hitrost naraste od 3,6 km/h na 10 km/h? Kolikšna je njena hitrost po 40 minutah od začetka pospeševanja, če je točka v začetku mirovala? ($t = 8,89 \text{ s}$; $v_k = 1728 \text{ km/h} = 480 \text{ m/s}$)

7. Avtomobil začne voziti enakomerno pospešeno. Kolikšen mora biti pospešek, da bo pot 6 km prevozil v času 5 min? Koliko časa potrebuje za pot 1 km od začetka gibanja? Kolikšna je hitrost avtomobila na koncu 3 km poti? ($a = 0,133 \text{ m/s}^2$; $t = 2,04 \text{ min}$; $v_k = 28,28 \text{ m/s}$)

8. Masna točka se giblje enakomerno pospešeno s pospeškom 5 cm/s^2 . Kolikšna je bila začetna hitrost, če je hitrost točke po času 1 min enaka 5 m/s ? Koliko časa potrebuje za pot 100 m od začetka pospeševanja? ($v_0 = 2 \text{ m/s}$; $t = 34,8 \text{ s}$)

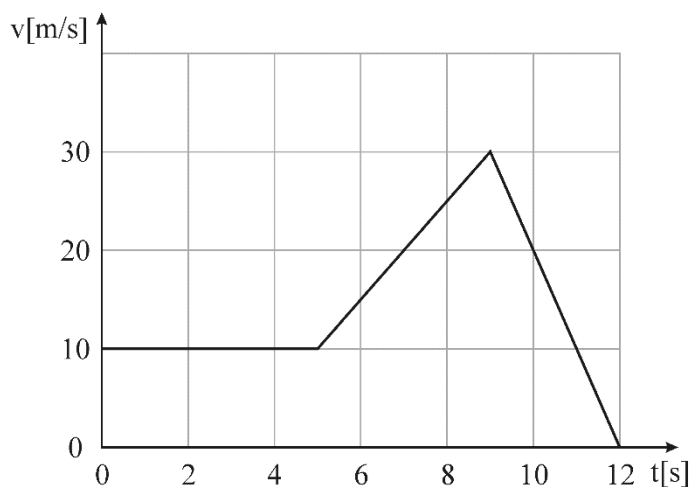
9. Avtomobil, ki vozi s hitrostjo 100 km/h , začne v nekem trenutku zavirati; ustavi se na poti 100 m od začetka zaviranja. Kolikšen je pojemek zaviranja? Koliko časa se avtomobil ustavlja? ($a = -3,85 \text{ m/s}^2$; $t = 7,2 \text{ s}$)

10. Časovni potek nekega gibanja je prikazana na sliki. Izračunaj:

a) pospešek v 3., 7. in 11. sekundi. ($a_1 = 0$; $a_2 = 5 \text{ m/s}^2$; $a_3 = -10 \text{ m/s}^2$)

b) kolikšno pot telo napravi v prvih 5., 9. in 11. sekundah?

($s_1 = 50 \text{ m}$; $s_2 = 130 \text{ m}$; $s_3 = 170 \text{ m}$)



Naloga 10

11. Kamen vržemo navpično navzgor z začetno hitrostjo 10 m/s . Po kolikšnem času kamen doseže največjo višino? Kje je kamen po času $0,4 \text{ s}$ in kje po času $1,6 \text{ s}$? Kolikšna je hitrost kamna na višini 1 m od tal? Po kolikšnem času in s kakšno hitrostjo kamen pade na tla? ($t_{\max} = 1,02 \text{ s}$; $h_1 = 3,216 \text{ m}$; $h_2 = 3,456 \text{ m}$; $v(h = 1 \text{ m}) = 8,97 \text{ m/s}$; $t = 2 \text{ s}$; $v_0 = 10 \text{ m/s}$)

12. S kolikšne višine moramo spustiti kamen, da bo padel na tla s hitrostjo 60 km/h ? Kolikšna višina pa je potrebna za enako končno hitrost, če kamen zalučamo navzdol z začetno hitrostjo 20 km/h ? S kolikšno hitrostjo pade na tla kamen, ki ga iz iste višine zalučamo navzgor z začetno hitrostjo 20 km/h ? ($h_1 = 14,2 \text{ m}$; $h_2 = 12,3 \text{ m}$; $v_k = 60 \text{ km/h}$)

13. Z 8 m visoke vzpetine mečemo kamenja proti 15 m oddaljenemu jezeru. Z najmanj kolikšno hitrostjo moramo vreči kamen v vodoravno smer, če hočemo, da bo padel v jezero? S kolikšno hitrostjo in pod kolikšnim kotom glede na gladino prileti kamen v vodo? ($v_0 = 11,74 \text{ m/s}$; $v_k = 17,16 \text{ m/s}$; $\varphi = 46,8^\circ$)

14. Vodoravni tekoči trak prenaša premog, ki pada v tovorni vagon širine 2 m . Rob vagona je 3 m pod nivojem traku in v horizontalni razdalji 1 m proč od njega. Kolikšna je lahko najmanjša oz. največja hitrost traku, da bo premog padal v vagon? ($v_{\min} = 1,28 \text{ m/s}$; $v_{\max} = 3,83 \text{ m/s}$)

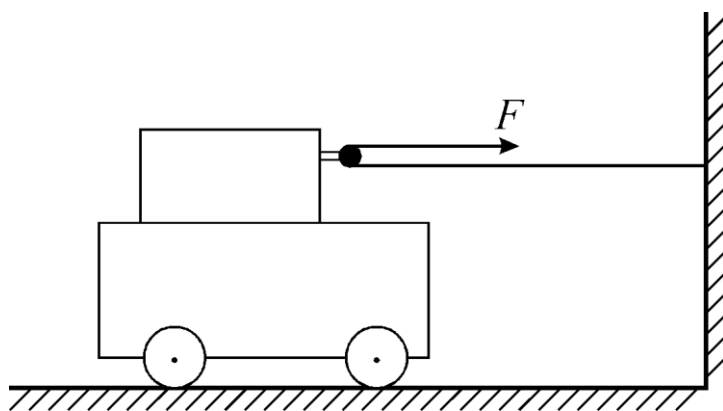
15. Bojna ladja stoji 0,5 km pred vhodom v pristanišče. Pod kolikšnim kotom morajo s topom, ki brani pristanišče, ustreliti proti ladji, da jo zadenejo? Hitrost topovske krogle pri izstopu iz cevi je 300 km/h. ($\varphi = 22,4^\circ$)
16. Žaba čepi na tleh v razdalji 1,5 m od roba 30 cm visoke stopnice. Z namenom, da bi skočila na stopnico, se odžene od tal s hitrostjo 4 m/s pod kotom 45° glede na podlago. Ali bo uspela skočiti na stopnico? Odgovor utemelji z računom. (NE)
17. Teniško žogico bi radi spravili čez 3 m visoko pregrado, ki je od nas oddaljena 6 m. Udarimo jo pod kotom 40° glede na vodoravnico, na višini 1 m nad tlemi. Z najmanjšo koliko hitrostjo jo moramo udariti? Na kolikšni višini nad pregrado leti žogica, če jo udarimo pod istim kotom z začetno hitrostjo 20 m/s? ($v = 10$ m/s; $h = 2,28$ m)
18. Bombnik leti na višini 1500 m s hitrostjo 260 m/s v vodoravni smeri in hoče zadeti ladjo, ki se giblje s hitrostjo 50 km/h v isti smeri. Kolikšen kot mora črta letalo–ladja oklepati z navpičnico v trenutku, ko nanj letalec spusti bombo, da bo zadela tarčo? ($\beta = 70,78^\circ$)
19. Telesi se gibljeta druga proti drugemu. V trenutku, ko sta oddaljeni za 100 m, ima prvo telo hitrost 7 m/s, drugo telo hitrost 3 m/s. Po kolikšnem času in s kolikšno hitrostjo telesi trčita, če se prvo telo giblje enakomerno, drugo telo pa enakomerno pospešeno s pospeškom 4 m/s²? ($t = 5$ s; $v_r = 30$ m/s)
20. Teniško žogico udarimo pod kotom 40° glede na vodoravnico, na višini 1 m nad tlemi z začetno hitrostjo 20 m/s? Na kolikšni razdalji od pregrade na drugi strani prileti žogica na tla, če je pregrada od nas oddaljena 6 m? ($d = 35,4$ m)
21. Balon se dviga s stalno hitrostjo 1 m/s. V trenutku, ko doseže višino 50 m, odvržemo od tal v navpični smeri kamen. Najmanj kolikšna mora biti začetna hitrost kamna, da bo zadel balon? ($v_0 = 32,32$ m/s)
22. Od tal vržemo kamen z začetno hitrostjo 10 m/s pod kotom 45° glede na vodoravna tla. Kako visoko nad tlemi zadane ob navpično steno, ki je oddaljena 3 m? S kolikšno hitrostjo in pod kakšnim kotom kamen udari ob steno? ($h = 2,1$ m; $v_1 = 7,65$ m/s; $\beta = 22,37^\circ$)
23. Žoga se prikotali na vrh stopnic s hitrostjo 1 m/s. Stopnice so visoke in dolge 20 cm. Katero stopnico žoga prvič zadane? (2. stopnico)

3 Enakomerno in pospešeno kroženje

1. Avtomobilsko kolo ima premer 50 cm. S kolikšno frekvenco se kolo vrti, če se avtomobil giblje premo enakomerno s hitrostjo 72 km/h? ($\nu = 12,7 \text{ Hz}$)
2. Masna točka se giblje po krožnici polmera 20 cm s stalno kotno hitrostjo. V času 2 s opiše kot $3\pi \text{ rad}$. Kolikšni sta kotna in obodna hitrost masne točke? Kolikšen lok masna točka opiše v času 10 s? Kolikšen je radialni pospešek? ($\omega = 4,7 \text{ s}^{-1}$; $v = 0,94 \text{ m/s}$; $l = 9,4 \text{ m}$; $a_r = 4,4 \text{ m/s}^2$)
3. Vetrnica se vrti s frekvenco 900 min^{-1} . Po izključitvi pogona je zaradi trenja gibanje enakomerno pojemajoče in se po 75 vrtljajih ustavi. Koliko časa se je vetrnica ustavljala? ($t = 10 \text{ s}$)
4. Točka se giblje po krogu s polmerom 20 cm s stalnim tangentnim pospeškom 5 cm/s^2 . Po kolikšnem času od začetka gibanja, ko je točka mirovala, je radialni pospešek enak tangentnemu? ($t = 2 \text{ s}$)
5. Okrogla plošča polmera 15 cm se vrti enakomerno pospešeno. V času 3 s obodna hitrost plošče naraste od 2 m/s na 2,3 m/s. Kolikšen je tangentni pospešek plošče? Kolikšen je kotni pospešek? Kolikšen je celotni pospešek pri pospešenem kroženju po 5 s, če je plošča na začetku mirovala? ($a_t = 0,1 \text{ m/s}^2$; $\alpha = 0,67 \text{ s}^{-2}$; $a = 1,67 \text{ m/s}^2$)
6. Kolo polmera 15 cm se vrti okrog stalne osi s kotnim pospeškom 3 s^{-2} . Kolikšna je kotna hitrost po 6 s, če začetna kotna hitrost znaša 2 s^{-1} ? Kolikšen kot neka točka na kolesu opiše v tem času? Kolikšna sta tangentni in celotni pospešek po 6 s? ($\omega_1 = 20 \text{ s}^{-1}$; $\varphi = 66 \text{ rad}$; $a_t = 0,45 \text{ m/s}^2$; $a_{\text{tot}} = 60 \text{ m/s}^2$)
7. Vrtljak v zabaviščnem parku poženejo s kotnim pospeškom $0,15 \text{ s}^{-2}$. Sedeži na vrtljaku so od osi vrtenja oddaljeni 2,5 m. Kolikšno hitrost dosežejo obiskovalci vrtljaka po dveh vrtljajih? Koliko vrtljajev naredijo v 25 s, če je kroženje ves čas pospešeno? Koliko pa če po 5 vrtljajih prenehamo pospeševati? ($v = 4,85 \text{ m/s}$; $N_a = 7,46$; $N_b = 7,21$)
8. Ventilator se vrti enakomerno s frekvenco 10 Hz. V nekem trenutku izključimo motor, tako da se ventilator začne vrteti enakomerno pojemajoče. Kolikšen je kotni pojemek, če se ventilator po 250 vrtljajih vrti le še s kotno hitrostjo 15 s^{-1} ? Po kolikšnem času od izključitve se bo ventilator popolnoma ustavil? ($\alpha = 1,19 \text{ s}^{-2}$; $t = 53 \text{ s}$)
9. Na avtocesti, kjer je maksimalna dovoljena hitrost vozil 120 km/h, želijo narediti večji ovinek. Kolikšen je minimalni krivinski radij ovinka, če naj centripetalni pospešek vozil ne preseže 30 % težnega pospeška? Kolikšen bo na tem ovinku centripetalni pospešek vozil, ki vozijo s hitrostjo 150 km/h? ($R = 378 \text{ m}$; $a_c = 4,6 \text{ m/s}^2$)

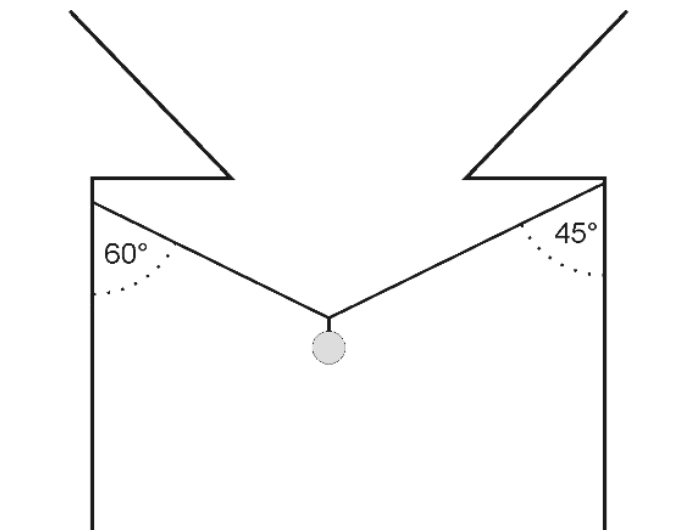
4 Sile: statika in dinamika

1. S kolikšno silo moramo potiskati telo mase 50 kg, da bo telo napravilo pot 100 m v 10 s? Trenje zanemarimo. Začetna hitrost je nič. ($F = 100 \text{ N}$)
2. Zračni balon, ki ima s tovorom vred maso 500,5 kg, pada s pospeškom $0,2 \text{ m/s}^2$. Kolikšno breme moramo vreči iz balona, da se bo balon dvigoval s pospeškom $0,2 \text{ m/s}^2$? Upor zraka zanemarimo. ($m = 20 \text{ kg}$)
3. Vlak je sestavljen iz lokomotive mase 30 t in dveh vagonov mase 20 t; lokomotiva je v sredini. Pri hitrosti 72 km/h blokiramo vsa kolesa, tako da na vsak vagon in lokomotivo deluje enaka zaviralna sila 29,43 kN. Kolikšna sila F_1 deluje med prvim vagonom in lokomotivo in kolikšna F_2 med lokomotivo ter zadnjim vagonom? ($F_1 = -F_2 = 4,2 \text{ kN}$)
4. Na vozičku mase 40 kg leži telo mase 4 kg. Koeficient trenja med telesom in vozičkom je 0,2, koeficient lepenja je 0,25. Kolikšen je pospešek telesa in kolikšen je pospešek vozička, če telo vlečemo v vodoravni smeri s silo $F_1 = 2 \text{ N}$ in $F_2 = 100 \text{ N}$? ($a_1 = a_2 = 0,046 \text{ m/s}^2$; $a_1 = 0,2 \text{ m/s}^2$; $a_2 = 23 \text{ m/s}^2$)
5. Na vozičku mase 150 kg leži utež mase 25 kg. Koeficient trenja med utežjo in vozičkom je 0,2. Zgornjo utež vlečemo preko škripca s silo 100 N v vodoravni smeri. S kolikšnim pospeškom se giblje utež in s kolikim voziček? ($a_u = 6 \text{ m/s}^2$; $a_v = 0,33 \text{ m/s}^2$)



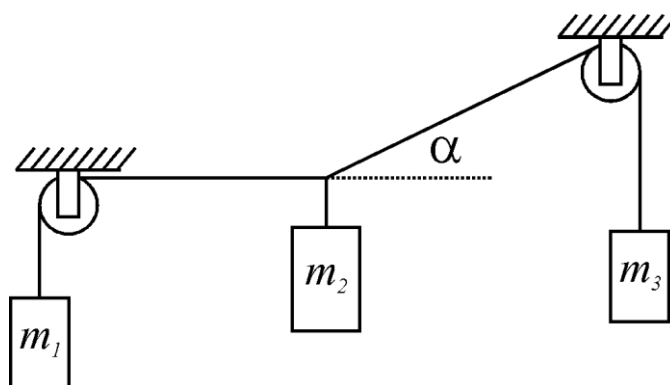
Naloga 5

6. Med vzporedni steni dveh hiš napnemo vrv in nanjo obesimo svetilko. Vrv oklepa kot 60° z levo steno in kot 45° z desno steno. Najmanj kolikšno natezno silo mora zdržati vrv, če je masa svetilke 15 kg? ($F = 132 \text{ N}$)



Naloga 6

7. Tri telesa ($m_1, m_2 = 10 \text{ kg}, m_3 = 18 \text{ kg}$) zvežemo z vrvico in jih obesimo preko dveh škripcev, kot kaže slika. Kolikšna mora biti masa m_1 , da bo vrvica levo od telesa m_2 vodoravna? Koliko je tedaj kot α ? ($m_1 = 15 \text{ kg}; \alpha = 34^\circ$)

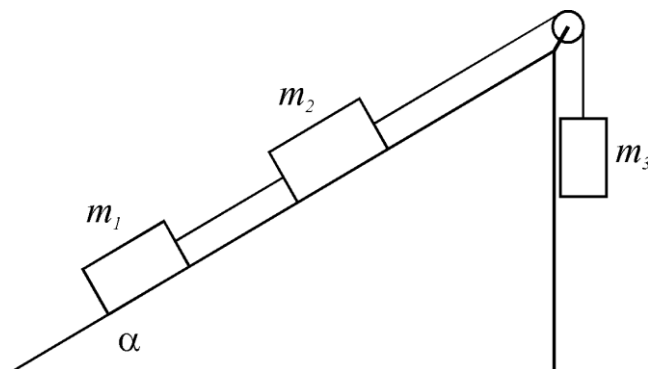


Naloga 7

8. Po pobočju, ki je nagnjeno pod kotom 20° glede na horizontalo, z enakomerno hitrostjo vlečemo deblo, mase 800 kg . Koeficient trenja med deblom in podlago je $0,5$. S kolikšno silo moramo vleči deblo, če ga vlečemo po klancu navzgor oz. navzdol? ($F_a = 6365 \text{ N}; F_b = 1002 \text{ N}$)

9. Študent se je s sanmi spustil z vrha 100 m visoke vzpetine z naklonskim kotom 30° glede na vodoravnico. Koeficient trenja med sanmi in snegom je $0,1$. Ko je prispel do vznožja vzpetine, se je sankal še naprej po vodoravni podlagi. Kolikšno pot je v celoti presankal študent, preden se je ustavil? ($s = 1027 \text{ m}$)

10. Tri telesa z masami $m_1 = 1 \text{ kg}, m_2 = 2 \text{ kg}$ in $m_3 = 4 \text{ kg}$ so povezana z vrvjo in leže na strmini. Kolikšni sta sili v vrvici, če telesa drsijo po strmini, kot je narisano na spodnji sliki? Naklonski kot strmine je 30° . Trenje zanemarimo? ($F_1 = 8,41 \text{ N}; F_2 = 25 \text{ N}; F_3 = 23 \text{ N}$)



Naloga 10

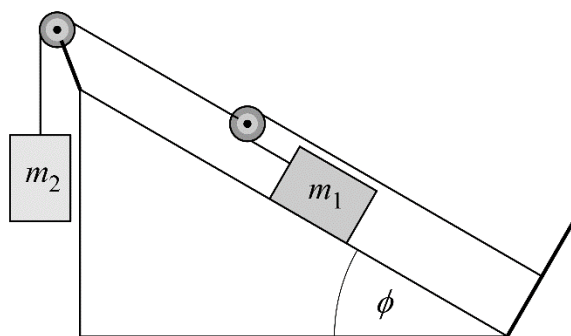
11. Masna točka je pritrjena na vrvico dolžine 25 cm, ki jo vrtimo v vodoravni ravnini enakomerno pospešeno s kotnim pospeškom $0,2 \text{ s}^{-2}$. S kolikšno silo je vrvica napeta po 10 vrtljajih od začetka vrtenja? Masa točke je 0,1 kg. ($F = 0,63 \text{ N}$)

12. Na vodoravni plošči, ki se lahko vrti okrog navpične osi, leži na razdalji 30 cm od osi predmet. Koeficient lepenja med predmetom in ploščo je 0,4. Plošča se začne vrteti enakomerno pospešeno s kotnim pospeškom $0,2 \text{ s}^{-2}$. Po kolikšnem času začne predmet drseti po plošči? ($t = 18,1 \text{ s}$)

13. Vedro vode vrtimo v navpični ravnini po krogu polmera 1,5 m. Najmanj kolikšno hitrost mora vedro imeti v najvišji točki, da voda ne izteče iz vedra? ($v_0 = 3,84 \text{ m/s}$)

14. Kroglica mase m visi na vrvici dolžine 20 cm, katere drugi konec je pritrjen ob vrh stožca. Kot ob vrhu stožca je 60° . Pri kateri frekvenci vrtenja stožca okrog geometrijske osi se kroglica odlepi od plašča stožca? Lepenje med kroglico in stožcem zanemarimo? ($\nu = 1,2 \text{ Hz}$)

15. Na gladki klinasti prizmi s kotom 30° ob vrhu sta z vrvicami in škripci povezani kladi, kot kaže slika. Prva klada ima z maso 400 g sprva miruje na klancu, druga klada z maso 200 g pa prosto visi. S kolikšnim pospeškom se gibljeta telesi, ko ju spustimo? ($a_1 = 2,18 \text{ m/s}^2$; $a_2 = 1,1 \text{ m/s}^2$)



Naloga 15

16. Klada, ki brez trenja drsi po podlagi, ima maso 100 g, dolžino 20 cm ter višino 0,2 m. Na začetku klade stoji točkasta utež z maso 100 g. Koeficient trenja med utežjo in klado je 0,5. Klado začnemo vleči s konstantno silo 2 N. Kolikšna je razdalja med klado in utežjo v trenutku, ko utež pade na tla? ($d = 0,82 \text{ m}$)

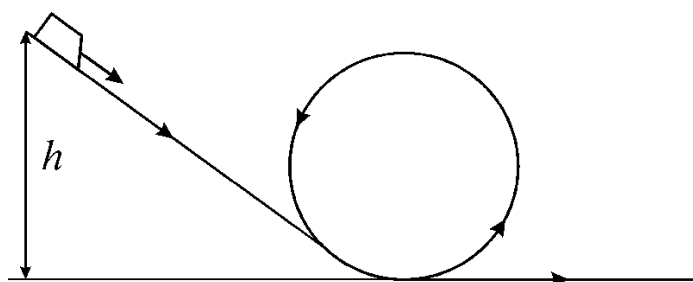
5 Težišče in gibalna količina

1. Na ogliščih kvadrata s stranico 50 cm so pritrjene kroglice z masami 1 kg, 0,5 kg, 2 kg in 0,75 kg. Izračunaj lego masnega središča teh kroglic. ($X_c = 29,4 \text{ cm}$; $Y_c = 7,65 \text{ cm}$)
2. Ob obodu okrogle deske s polmerom 1 m in maso 6 kg postavimo 3 steklenice v zamiku 120° . Mase steklenice so 1 kg, 2 kg in 4 kg. Desko nato postavimo z opeko. V kateri točki jo moramo postaviti, da se tako pripravljena "miza" ne bo prevrnila? ($r = 0,2 \text{ m}$; $\varphi = 229^\circ$)
3. V molekuli amonijaka (NH_3) ležijo vodikovi atomi v ogliščih enakostraničnega trikotnika s stranico $1,628 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Dušikov atom leži nad ravnino, ki jo tvorijo vodikovi atomi, in je od vseh vodikovih atomov oddaljen $1,014 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Določi lego težišča molekule glede na dušikov atom! ($x_c = 6,7 \cdot 10^{-12} \text{ m}$)
4. Na telo mase 200 g, ki v začetku miruje, začne delovati stalna sila 20 N. Kolikšna sta sunek sile in hitrost telesa po času 0,03 s? ($\Delta t F = 0,6 \text{ Ns}$; $v = 3 \text{ m/s}$)
5. Enaki žogi mase 0,2 kg se gibljeta z enako velikima hitrostma 5 m/s. Kolikšen je celotna gibalna količina obeh žog, če se žogi gibljeta: a) v isti smeri, b) v nasprotni smeri in c) v pravokotnih smereh? ($G_a = 2 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$; $G_b = 0$; $G_c = 1,41 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$)
6. Žoga mase 0,5 kg se zaleti v zid s hitrostjo 10 m/s pod kotom 30° . Kolikšna je sprememba gibalne količine žoge, če se žog odbije od zidu pod enakim kotom in z enako veliko hitrostjo? ($\Delta G = 5 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$)
7. Kolikšna je gibalna količina vozila z maso 1500 kg in hitrostjo 50 km/h? Pri kateri hitrosti bi imel tovornjak z maso 10 t: a) enako gibalno količino, b) enako kinetično energijo? ($G = 21 \cdot 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$; $v_a = 7,5 \text{ km/h}$; $v_b = 19,4 \text{ km/h}$)
8. Balon s skupno maso 100 kg lebdi v zraku. Mož z maso 70 kg visi na koncu dolge vrvice, ki je spuščena s košare balona. V nekem trenutku se začne mož vzpenjati proti košari s konstantno hitrostjo 0,3 m/s glede na vrv. S kolikšno hitrostjo in v kateri smeri glede na tla se pri tem premika balon? Za koliko metrov je mož oddaljen od tal 15 s po začetku vzpenjanja, če je bil na začetku 5 m nad tlemi? ($v = 0,12 \text{ m/s}$; $h = 7,64 \text{ m}$)
9. Kepo plastelina vržemo navpično navzgor s hitrostjo 20 m/s, v istem trenutku pa spustimo enako kepo z višine 15 m. Kepi trčita in se sprimeta. V kateri smeri in s kolikšno hitrostjo se začne gibati sprimek obeh kep? ($v_k = 2,7 \text{ m/s}$; navzgor)
10. Vagonček mase 200 kg miruje na vodoravnem tiru. Pod kotom 30° glede na tir priteče človek mase 80 kg in skoči na vagonček s hitrostjo 4 m/s. S kolikšno hitrostjo se vagonček začne premikati? Kolikšen sunek sile tračnici prevzameta v prečni smeri? ($v = 0,99 \text{ m/s}$; $\Delta t F = 160 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$)
11. Blok mase 5 kg drsi po ravni podlagi s stalno hitrostjo 12 m/s. Pod kotom 30° glede na smer gibanja bloka ustrelimo v blok kroglo mase 0,1 kg, ki se giblje s hitrostjo 600 m/s. Pod kolikšnim kotom in s kolikšno hitrostjo se blok giblje potem, ko krogla obtiči v njem? ($v = 22,7 \text{ m/s}$; $\beta = 15^\circ$)

12. Drsalec mase 72 kg, stoječ na ledu odvrže v vodoravno smer kamen mase 3 kg s hitrostjo 8 m/s, zaradi česar se sam začne gibati v nasprotno smer. Za koliko se premakne, če koeficient trenja med drsalkami in ledom znaša 0,02? ($s = 0,28 \text{ m}$)
13. Drsalca z masami 80 kg in 50 kg se gibljeta z enakima hitrostma 1,5 m/s tako, da smeri njunih hitrosti oklepata kot 60° . Ko se srečata, se primeta in skupaj nadaljujeta gibanje. Kolikšna je njuna skupna hitrost in v kateri smeri se gibljeta po "trku"? ($v = 1,31 \text{ m/s}$; $\beta = 22,4^\circ$ glede na začetno smer gibanje težjega drsalca)
14. Izstrelak z maso 5 g trči v balistično nihalo z maso 1 kg in obtiči v njem. Po trku se začne nihalo skupaj z izstrelkom gibati s hitrostjo 2,5 m/s. Kolikšna je bila hitrost izstrelka? ($v = 502,5 \text{ m/s}$)
15. Čoln mase 200 kg miruje na morski gladini. S čolna odvržemo sidro mase 30 kg s hitrostjo 5 m/s pod kotom 30° glede na morsko gladino. S kolikšno hitrostjo se čoln pri tem premakne? ($v_k = 0,65 \text{ m/s}$)
16. Čoln mase 300 kg se giblje enakomerno s hitrostjo 6 m/s. Dohiteva ga drugi čoln mase 200 kg, ki vozi s hitrostjo 10 m/s v isti smeri. Ko pride poleg, skoči človek mase 60 kg iz drugega čolna v prvi čoln s hitrostjo 15 m/s pravokotno na smer gibanja čolnov. Kako se čolna gibljeta po tem? ($\alpha = 20,6^\circ$; $v_1 = 7,1 \text{ m/s}$; $\beta = 24,2^\circ$; $v_2 = 11 \text{ m/s}$)
17. Granata mase 500 kg se giblje s hitrostjo 400 m/s. V nekem trenutku se razpoči na enaka dela, ki odletita z enakima hitrostma vsak sebi, pod kotom 60° glede na prvotno smer gibanja. S kolikšno hitrostjo se ostanka granate gibljeta? ($v = 800 \text{ m/s}$)
18. Na tleh leži gruda zemlje, ki bi jo radi sprali z vodo. Kolikšna naj bo hitrost vode v curku, če je polmer curka 1 cm, masa grude 2 kg, koeficient lepenja med grudo in tlemi pa 0,5? Predpostavi, da curek odteka ob grudi na tla. Gostota vode je 1000 kg/m^3 . ($v = 5,6 \text{ m/s}$)
19. Leseno kroglo z maso 5 kg pritrdimo na konec dolge lahke vrvice in jo obesimo na stojalo. Proti sredini krogle v horizontalni smeri brizgamo s curkom vode, ki ima hitrost 4 m/s. Curek nato spolzi ob krogli na tla. Kolikšen mora biti premer curka, da bo vrvica v ravnovesju odklonjena za 10° glede na vertikalo? Gostota vode je 1000 kg/m^3 . ($d = 2,6 \text{ cm}$)
20. Snežni plug se giblje po vodoravni cesti s stalno hitrostjo 20 km/h in odmetava sneg; masni pretok znaša 50 t/min. Sneg izstopa iz plužne brane pod kotom 20° glede na prečno smer gibanja pluga in sicer s hitrostjo 3 m/s relativno na brano. S kolikšno silo mora plug potiskati brano naprej in kolikšna sila pritiska na kolesa pluga od strani? ($F = 3,77 \text{ kN}$; $R = 2,35 \text{ kN}$)
21. S kolikšno hitrostjo mora dotekati voda na polkrožno lopatico turbine, da je sila curka na lopatico 1 kN? Premer curka je 5 cm, izstopna hitrost na lopatici pa je 80 % vstopne hitrosti. Gostota vode je $\rho_{\text{vode}} = 1 \text{ g/cm}^3$. Hitrost lopatic zanemarimo. ($v = 16,8 \text{ m/s}$)

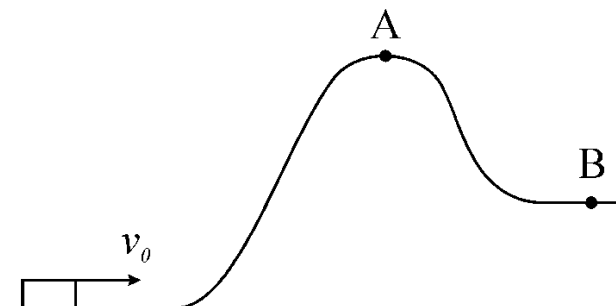
6 Delo in energija

1. Kroglica mase 8 g se s hitrostjo 250 m/s v vodoravni smeri zarine v debelo desko; ustavi se na globini 4 cm. Kolikšen je povprečni upor deske? Kaj se zgodi, če je debelina deske 1 cm? ($F = 6250 \text{ N}$; $v_{\text{izstopna}} = 216,5 \text{ m/s}$)
2. Lokomotiva vleče vlak; masa celotnega vlaka skupaj z lokomotivo je 2000 ton. S kolikšno stalno silo moramo vleči, da se hitrost vlaka, ki je v začetku miroval, po času 2 min poveča na 36 km/h? Koeficient trenja je 0,5. ($F = 10^7 \text{ N}$)
3. Telo spustimo z začetno hitrostjo 3 m/s z vrha klanca dolžine 30 m in nagibom 5° . Kolikšno hitrost ima na dnu klanca? ($v_k = 7,7 \text{ m/s}$)
4. Smučar se spusti navzdol po ravni strmini. Ko presmuča pot 100 m z višinsko razliko 40 m, doseže hitrost 72 km/h. Kolikšen je koeficient trenja? Zračni upor zanemarimo. ($k_t = 0,21$)
5. Vlakec v zabaviščnem parku, ki se giblje le zaradi gravitacije, naredi "looping" v krožni zanki s polmerom 8 m. Najmanj na kolikšni višini nad tlemi se mora začeti vožnja? Kolikšna je hitrost vlakca na zaključni ravlini? Kolikšna zavorna sila deluje na vlakec med ustavljanjem, če je zavorna pot dolga 10 m, vlakec pa ima maso 2 toni? ($h_{\min} = 20 \text{ m}$; $v = 19,8 \text{ m/s}$; $F = 39,2 \text{ kN}$)



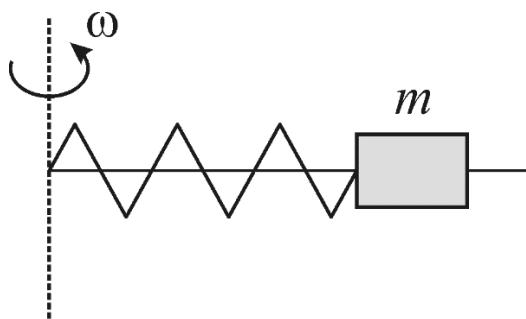
Naloga 5

6. Ledeno ploščico poženemo s hitrostjo 5 m/s po ravni podlagi proti gladki grbini, kot kaže slika. Kolikšna je hitrost ploščice na vrhu grbine (A) in koliko na platoju na drugi strani grbine (B), če je grbina visoka 1 m in je plato 60 cm nad začetno lego ploščice? Največ koliko sme biti grbina visoka, da bo ploščica še lahko zdrsnila na drugo stran? Trenje zanemari. ($v_a = 2,32 \text{ m/s}$; $v_b = 3,64 \text{ m/s}$; $h_{\max} = 1,28 \text{ m}$)



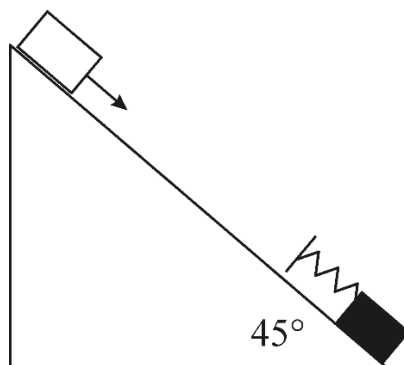
Naloga 6

7. Mula vleče drevesno deblo s hitrostjo 2 m/s po vodoravni gozdni cesti. Vlečna sila je 500 N in deluje pod kotom 30° glede na horizontalo. Koliko dela opravi mula v 10 min? ($A = 520 \text{ kJ}$)
8. Klado z maso 3,57 kg povlečeno s konstantno hitrostjo 4,06 m daleč po vodoravnih tleh s konstantno silo 7,68 N pod kotom 15° glede na horizontalo. Izračunaj celotno delo, opravljeno na kladi, delo, ki ga na kladi opravi vrv, delo, ki ga opravi sila trenja, in koeficient trenja med klado in tlemi! ($A_{\text{tot}} = 0$; $A_V = 30 \text{ J}$; $A_{TR} = -30 \text{ J}$; $k_t = 0,22$)
9. Vagon mase 10 ton se giblje s hitrostjo 2 m/s in se približuje drugemu vagonu mase 15 ton, ki se giblje nasproti s hitrostjo 3 m/s. Vagon trčita in se prožno odbijeta. S kolikšnima hitrostma in v katerih smereh se vagona gibljeta po trku? ($u_1 = -4 \text{ m/s}$; $u_2 = 1 \text{ m/s}$)
10. Majhni kovinski kroglici mase 5 g in 10 g sta obešeni na vrvicah dolžine 1 m, ki sta v skupni točki pritrjeni na strop. Lažjo kroglico izmaknemo, da se dvigne za višino 10 cm in jo spustimo. Kroglici trčita in se prožno odbijeta. Kako se gibljeta po trku? Kako visoko se dvigneta? ($v_1 = 0,47 \text{ m/s}$; $v_2 = 0,93 \text{ m/s}$; $h_1 = 1,1 \text{ cm}$; $h_2 = 4,4 \text{ cm}$)
11. Vagončka z masama 1 kg in 2 kg sta speta s prožno vzmetjo, ki je stisnjena za 1 cm. S kolikšnima hitrostma vagončka odskočita, ko se vzmet sprosti? Konstanta prožne vzmeti je 10 kN/m. ($v_1 = 0,82 \text{ m/s}$; $v_2 = 0,41 \text{ m/s}$)
12. Tanka vodoravna palica se lahko vrti okrog navpične osi, ki gre skozi en konec palice. Na palici je utež mase 0,1 kg, ki je z vzmetjo pripeta na os. Konstanta prožnosti vzmeti je 100 N/m, dolžina neobremenjene vzmeti je 20 cm. Koliko dela moramo opraviti, da palico zavrtimo s kotno hitrostjo 25 s^{-1} ? Maso vzmeti in palice zanemarimo v primerjavi z maso uteži. ($A = 14,4 \text{ J}$)



Naloga 12

13. Blok ledu z maso 300 kg spustimo z vrha klanca z naklonskim kotom 45° . Ob vznožju klanca blok prileti v prožno past s koeficientom vzmeti 10^5 N/m in se ustavi v trenutku, ko je vzmet skrčena za 1,2 m. Kako visoko je klanec? Kolikšna je bila hitrost bloka tik pred trkom v vzmet? Trenje med blokom in podlago je zanemarljivo. ($H = 23,6 \text{ m}$ glede na začetno lego pasti; $v = 21,5 \text{ m/s}$)



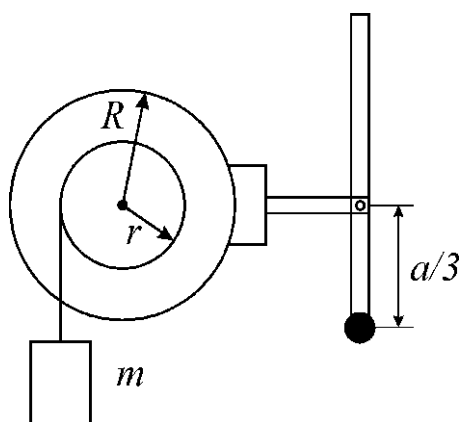
Naloga 13

14. Motor z močjo 3 kW poganja dvigalo mase 1,5 t. Največ s kolikšno stalno hitrostjo se dvigalo lahko dviguje, če motor dela z izkoristkom 90 %? ($v = 0,18 \text{ m/s}$)
15. S silo 400 N vlečemo klado po vodoravni podlagi s hitrostjo 4 m/s. Vlečna sila deluje pod kotom 20° glede na vodoravnico. Koliko dela sila opravi v 20 min? S kolikšno močjo deluje sila? ($A = 1,8 \text{ MJ}$; $P = 1,5 \text{ kW}$)
16. Tovornjak se vzpenja s hitrostjo 30 km/h po klancu z naklonom 2 %. Sila upora je enaka petindvajsetini njegove teže. S kolikšno hitrostjo bi se tovornjak spuščal po klancu, če b vozil z enako močjo? ($v = 90 \text{ km/h}$)
17. Sila, s katero vlečemo čoln s konstantno hitrostjo, je približno sorazmerna hitrosti. Da vlečemo čoln s hitrostjo 5 km/h, potrebujemo moč 8 kW. Kolikšno moč potrebujemo, da vlečemo isti čoln s hitrostjo 9 km/h? ($P = 25,9 \text{ kW}$)
18. Telo z maso m enakomerno pospešimo od mirovanja do hitrosti v_f v času t_f . Koliko dela prejme telo v času t ? Kolikšna je trenutna moč, s katero delujemo na telo v trenutku t ? Kolikšna je trenutna moč po 10 s, če ima telo maso 1600 kg in hitrost 90 km/h? ($A = mv_f^2 t^2 / 2t_f^2$; $P = mv_f^2 t / t_f$; $P = 100 \text{ kW}$)
19. Klada z maso 1 kg trči v vodoravno lahko vzmet, ki ima konstanto enako 2 N/m. Klada stisne vzmet za 4 m. Kolikšna je bila hitrost klade v trenutku, ko se je dotaknila vzmeti, če je koeficient trenja med klado in tlemi enak 0,25? ($v = 7,2 \text{ m/s}$)
20. En meter dolgo vrvico pripnemo na strop. Na drugi konec obesimo kroglico. Navpično pod točko, v kateri je vrvica pripeta na strop, postavimo žebelj, tako da seka ravnino, v kateri lahko niha kroglica. Kroglico dvignemo toliko, da je vrvica vodoravna, in jo spustimo. Na kateri višini mora biti žebelj, da se bo kroglica še lahko zavrtela okoli njega? ($d = 3/5 \text{ m}$)

7 Navor in vztrajnostni moment

1. Na osi elektromotorja je pritrjeno zobato kolo mase 6 kg in polmera 2,8 m. Elektromotor z navorom (vrtilnim momentom) 200 Nm vrta zobato kolo. Kolikšna je kotna hitrost kolesa po času 3 s, če je kolo v začetku mirovalo? V kolikšnem času se kolo 100 krat zasuje in koliko dela pri tem opravi? ($\omega = 25,5 \text{ s}^{-1}$; $t = 12,2 \text{ s}$; $A = 126 \text{ kJ}$)

2. Kolo polmera 50 cm je pritrjeno na vodoravno valjasto gred, ki ima polmer 10 cm in je vpeta v ležaje. Okrog gredi je navita vrv, na kateri visi tovor mase 500 kg. Vrtenje kolesa zavira zavora, ki je sestavljena iz lesene klade in vzvoda dolžine $a = 2 \text{ m}$. S kolikšno vodoravno silo moramo tiščati vzvod na njegovem koncu, da kolo miruje? Koeficient lepenja med kolesom in klado je 0,6. ($F = 545 \text{ N}$)



Naloga 2

3. Tanek obroč se lahko vrta okrog vodoravne osi. Masa obroča je 2 kg in polmera 30 cm. Po obodu obroča navijemo vrvico, na njen prosti konec pa obesimo utež mase 3 kg. S kolikšnim pospeškom se vrta obroč, ko utež spustimo, da začne padati? Po kolikšnem času frekvenca vrtenja obroča naraste na 60 Hz? ($\alpha = 19,6 \text{ s}^{-2}$; $t = 19,2 \text{ s}$)

4. Otroški avtomobilček mase 300 g ima vgrajen vztrajnik z vztrajnostnim momentom $0,001 \text{ kgm}^2$. Avtomobilček porinemo tako, da se vztrajnik zavrti s frekvenco 15 obratov/s. Koliko dela je za to potrebno? Izgube v prenosnem mehanizmu zanemarimo. Kako dolgo pot avtomobilček napravi na ravnih tleh, če koeficient trenja znaša 0,1? ($A = 4,44 \text{ J}$; $s = 15,09 \text{ m}$)

5. Valj mase 20 kg in polmera 20 cm se lahko vrta okrog vodoravne osi. Okrog valja je navita vrv, na kateri visi utež mase 1 kg. Utež spustimo; valj se začne vrteti. Izračunaj kotni pospešek valja in pospešek padanja uteži. Kolikšna je sila v vrvi? ($\alpha = 4,45 \text{ s}^{-2}$; $a = 0,89 \text{ m/s}^2$; $F = 8,92 \text{ N}$)

6. Valjasti kolesi polmera 15 cm in 30 cm sta pritrjeni na skupno os. Po obodu koles sta naviti vrvici, na katerih visita uteži mase 1 kg in 2 kg. Kolikšna sta pospeška obeh uteži? S kolikšnim kotnim pospeškom se kolesi vrtita? Vztrajnostni moment koles in gredi je $0,5 \text{ kgm}^2$. ($a_1 = 0,94 \text{ m/s}^2$; $a_2 = 1,88 \text{ m/s}^2$; $\alpha = 6,2 \text{ s}^{-2}$)

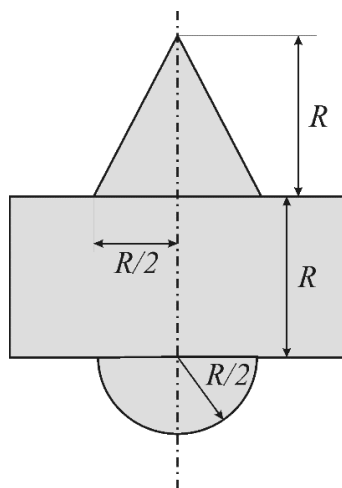
7. Kegljaško kroglo polmera 10 cm spustimo z vrha 5 m visokega klanca. Kolikšno hitrost ima težišče krogle, ko se ta prikotali do vznožja? S kolikšno frekvenco se vrti okoli težišča osi? ($v^* = 8,37 \text{ m/s}$; $\nu = 13,3 \text{ Hz}$)

8. Telovadna ročka je sestavljena iz dveh krogel mase 2 kg in premera 12 cm, ki sta pritrjeni na koncih tanke, homogene palice mase 0,2 kg in dolžine 15 cm. Kolikšen je vztrajnostni moment ročke glede na os, ki gre pravokotno skozi sredino palice? ($J = 0,079 \text{ kgm}^2$)

9. Homogena palica dolžine 60 cm in mase 4 kg je v središču pritrjena na os, ki je pravokotna na palico. Na enem koncu palice je pritrjena krogla polmera 5 cm in mase 1 kg. Palico vrtimo s stalnim vrtilnim momentom 150 Nm. Kolikšna je rotacijska energija palice po času 5 s, če je palica v začetku mirovala? ($W_r = 1,16 \text{ MJ}$)

10. Kolikšen je vztrajnostni moment železnega stožca z višino 20 cm in polmerom osnovne plošče 5 cm pri vrtenju okoli simetrijske osi? Gostota železa je 7900 kg/m^3 . Kolikšna je rotacijska energija tega stožca pri vrtenju s frekvenco 5 Hz? ($J = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$; $W_r = 1,5 \text{ J}$)

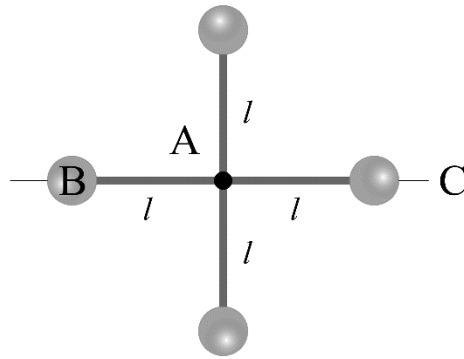
11. Izračunaj rotacijsko energijo jeklenega telesa, ki je narisano na sliki; $R = 10 \text{ cm}$. Telo se vrti okrog geometrijske osi s frekvenco 120 obratov/min. Gostota jekla je $8,9 \text{ g/cm}^3$. ($W_r = 11,4 \text{ J}$)



Naloga 11

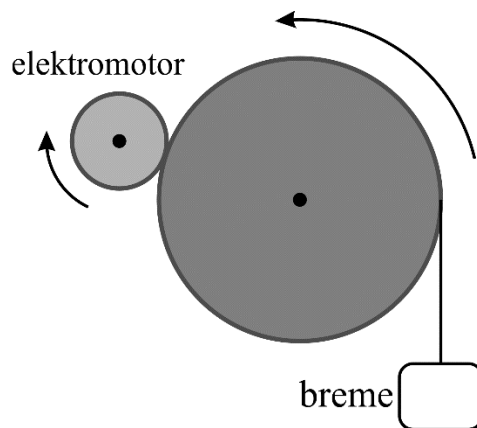
12. Opica z maso 50 kg sedi na vrhu navpičnega droga z maso 200 kg in višino 5 m. Delavec spodaj prežaga drog, ki se zvrne, ne da bi se mu spodnji konec pri tem izmaknil. Kdaj bo opica priletela na tla z večjo hitrostjo: če skoči z droga takoj ob začetku zvrčanja, ali če se skupaj z njim zvrne na tla? ($v_{\text{skok}} = 9,9 \text{ m/s}$; $v_{\text{zvrne}} = 11,2 \text{ m/s}$)

13. Izračunaj vztrajnostne momente štirih krogel prikazanih na sliki za naslednje primere. (a) Krogle se vrtijo okrog osi pravokotno na ravnino skozi točko A. (b) Krogle se vrtijo okrog osi pravokotno na ravnino skozi točko B. (c) Krogle se vrtijo okrog premice BC, ki prebada dve krogli. Masa vsake krogle je $m = 1,5 \text{ kg}$. Masa palic z dolžino $l = 1 \text{ m}$ zanemarimo. Krogle obravnavajte kot točkasto telo. ($J_A = 6 \text{ kgm}^2$; $J_B = 12 \text{ kgm}^2$; $J_C = 3 \text{ kgm}^2$)



Naloga 13

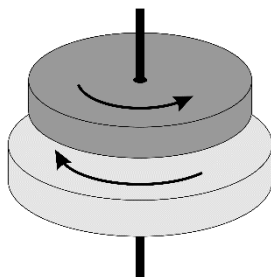
14. Na vztrajnik z maso 250 kg in radijem 50 cm navijamo vrv, na katero je obešeno breme mase 20 kg. Kako visoko se dvigne breme v času 2 s, in s kakšnim pospeškom se dviguje, če vztrajnik poganja elektromotor s stalnim navorom 300 Nm? ($\Delta h = 14,1 \text{ m}$; $a = 7,05 \text{ m/s}^2$)



Naloga 14

8 Vrtilna količina in mehansko ravnovesje

1. Disk z maso 100 kg in polmerom 20 cm se prosto vrti s frekvenco 2 Hz okrog navpične osi. Na osi se v nasprotni smeri s frekvenco 1 Hz vrti drugi disk z maso 200 kg in polmerom 30 cm. V nekem trenutku prvi disk zdrsne po osi in se dotakne drugega. Zaradi medsebojnega trenja se njuni hitrosti sčasoma izravnata. Kolikšna je skupna frekvenca vrtenja diskov po dolgem času? V kateri smeri se vrtita? Kolikšna je sprememba skupne rotacijske energije? ($\nu = 0,45 \text{ Hz}$ v začetni smeri drugega kamna; $\Delta W_r = 292 \text{ J}$)



Naloga 1

2. Okrogla plošča z maso 200 kg in polmerom 1 m se vrti okoli navpične osi skozi sredino plošče s frekvenco 2 Hz. Za koliko se zmanjša frekvenca vrtenja plošče, ko nanjo spustimo navpično navzdol 50 kg težko vrečo 0,5 m stran od osi? Kolikšna je tedaj rotacijska kinetična energija plošče z vrečo? ($\Delta \nu = 0,22 \text{ Hz}$; $W_{rot} = 7018 \text{ J}$)

3. Palica dolžine 50 cm in mase 1 kg je vrtljivo pritrjena na vodoravno os. V prosti konec palice se zaleti in prilepi nanj kroglica mase 10 g. Najmanj s kolikšno hitrostjo mora kroglica prileteti, da bo palica začela krožiti v navpični ravnini? Masa kroglice je majhna v primerjavi z maso palice. ($\nu = 181 \text{ m/s}$)

4. Otrok z maso 30 kg priteče s hitrostjo 3 m/s do vrtiljaka in skoči nanj v tangencialni smeri. S kolikšno kotno hitrostjo se zavrtita, če vrtiljak v začetku miruje in ima vztrajnostni moment $10 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ter polmer 1 m? ($\omega = 2,25 \text{ s}^{-1}$)

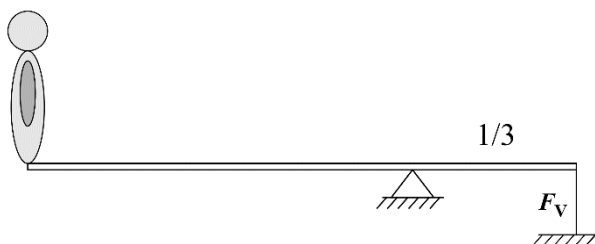
5. Palico dolžine 1 m in mase 2 kg, ki leži pri miru na vodoravni mizi, sunemo pravokotno s sunkom sile 3 N s 0,3 m nad težiščem. Opiši gibanje palice, če se palica po mizi giblje brez trenja! ($\nu = 1,5 \text{ m/s}$; $\omega = 5,4 \text{ s}^{-1}$)

6. Drsalca, vsak ima maso 70 kg, se približujeta po vzporednih poteh, ki sta ločeni 3 m. Drsalca imata enaki, a nasprotni hitrosti 10 m/s. Prvi drsalec ima v rokah 3 m dolgo, lahko palico. Palico zagradi tudi drugi drsalec v trenutku, ko gresta drug mimo drugega. Opiši njuno gibanje po tem in privzemi, da se gibljeta brez trenja. ($\nu^* = 0 \text{ m/s}$; $\omega = 2\nu_0/d = 6,67 \text{ s}^{-1}$)

7. Človek stoji na vrtljivem podstavku in v odročeni roki drži uteži z maso 5 kg. Človek se vrti s kotno hitrostjo 4 s^{-1} . S kolikšno kotno hitrostjo se vrti, če uteži potegne k telesu? Kolikšna je sprememba energije? Človek in podstavek skupaj imata vztrajnostni moment enak $3 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Ko ima človek roki iztegnjeni, so uteži 1 m od osi, ko pa jih skrči, so uteži 0,2 m od osi. ($\omega = 15,3 \text{ s}^{-1}$; $\Delta W_r = 294 \text{ J}$)

8. Človek stoji v osi prosto vrtljive mize. Skupaj z mizo imata vztrajnostni moment enak $3 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. V rokah drži kolo, ki ima vztrajnostni moment $0,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Kolo se vrti okoli navpične osi z 10 vrtljaji v sekundi. S kolikšno kotno hitrostjo se začne vrteti človek, če v trenutku ustavi kolo? S kolikšno kotno hitrostjo pa se vrti človek, če se kolo ustavi v 20 s zaradi trenja (vrtljiva miza se vrti brez trenja)? ($\omega_1 = 4,83 \text{ s}^{-1}$; $\omega_2 = 4,83 \text{ s}^{-1}$)

9. Na koncu deska mase 40 kg je podprta na tretjini svoje dolžine. Na koncu daljšega dela deske stoji delavec mase 75 kg. Krajši del deske je z vrvjo privezan na tla. Kolikšna je sila v vrvi, če delavec in deska mirujeta? S kolikšno silo deluje podboj na desko ($F_v = 1,47 \text{ kN}$; $F_p = 2,35 \text{ kN}$)



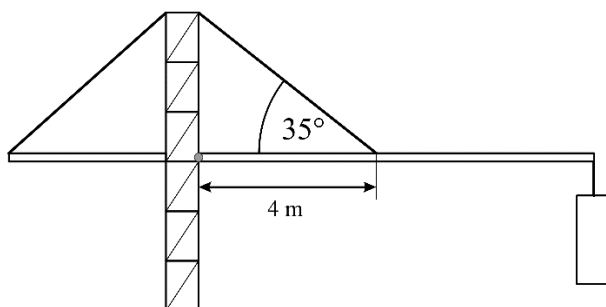
Naloga 9

10. Vodoravno desko z dolžino 5 m in maso 10 kg podpremo na obeh krajiščih. Mož z maso 80 kg stoji na deski v razdalji 2 m od levega roba deske. S kolikšno silo je obremenjen posamezni podpornik? Nato na desko spleza še deček z maso 40 kg. Kam na deski se mora postaviti, da bosta oba podpornika obremenjena z enako silo? ($F_1 = 519 \text{ N}$; $F_2 = 363 \text{ N}$; $x = 3,5 \text{ m}$ od levega roba deske)

11. Smučko pristonimo ob gladek navpični zid. Ob zidu je lepenje zanemarljivo, koeficient lepenja med smučko in tlemi pa je 0,2. Največ kolikšen je lahko naklonski kot smučke glede na zid, da smučka ne bo zdrsnila? ($\alpha = 21,8^\circ$)

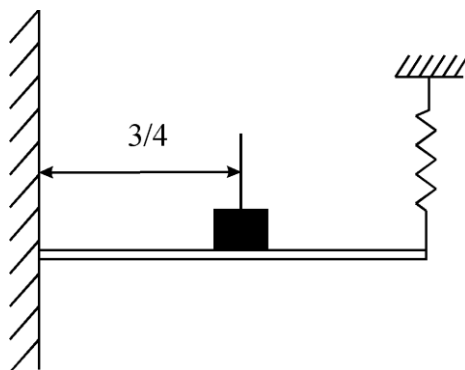
12. Krajišče palice z dolžino 1 m in maso 5 kg obesimo na vodoravno stojalo, tako da se palica lahko prosto vrti okrog osi stojala. V drugo krajišče palice s hitrostjo 10 m/s vržemo kepo z maso 0,3 kg. Kepa zadene palico in se nanjo prilepi. Kolikšna je kotna hitrost palice tik po zadetku? Za kolikšen kot se odkloni palica? ($\omega = 1,53 \text{ s}^{-1}$; $\varphi = 23,6^\circ$)

13. Roka žerjava dolžine 12 m in mase 55 kg je z jekleno vrv pritrjena na konstrukcijo, kot kaže spodnja slika. Na koncu roke je obešeno breme mase 150 kg. S kolikšno silo je jeklena vrv napeta? Maso vrvi zanemarimo. ($F = 9,10 \text{ kN}$)



Naloga 13

14. Drog mase 2 kg je na eni strani vrtljivo pritrjen v zid. Na razdalji $\frac{3}{4}$ dolžine droga od vrtišča pritrdimo utež mase 4 kg. Na prosti konec droga pritrdimo vzmet s konstanto 2 kN/m. Za koliko moramo vzmet raztegniti v smeri navzgor, da bo drog miroval v vodoravni legi? ($x = 2 \text{ cm}$)



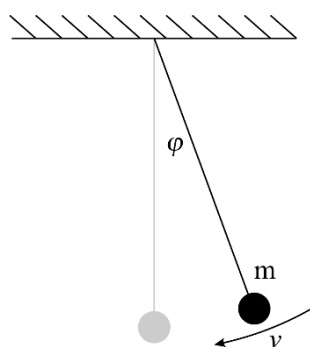
Naloga 14

9 Prožnost snovi

1. Največ za koliko odstotkov lahko raztegnemo jekleno žico s premerom 1 mm in dolžino 2 m, preden poči? Prožnostni modul jekla je $2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, natezna trdnost pa $4 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$. Predpostavimo, da ves čas natezanja velja Hookov zakon. Kolikšen je prožnostni koeficient za tako žico? ($\Delta l_{\max}/l = 0,2 \%$; $k = 7,9 \cdot 10^4 \text{ N/m}$)
2. Medeninasto žico, dolžine 2 m, in jekleno žico, dolžine 1 m, povežemo eno za drugo. Obe žici imata presek 1 mm^2 . En konec tako sestavljene žice pritrdimo na strop, na drugi konec pa obesimo utež z maso 7 kg. Za koliko mm se podaljša žica? Prožnostni modul medenine je $1,3 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, prožnostni modul jekla pa $2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$. Raztezek zaradi lastne teže žic zanemari. ($s = 1,4 \text{ mm}$)
3. Palico z maso 2 kg in dolžino 1,5 m na koncih pritrdimo na enako dolgi in enako debeli žici iz jekla in bakra ter ju obesimo na strop. Kam na palici moramo postaviti utež z maso 5 kg, da bo palica v ravnovesju vodoravna? Prožnostni modul bakra je $1,2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, prožnostni modul jekla pa $2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$. Raztezek zaradi lastne teže žic zanemari. ($x = 1012 \text{ mm}$ od roba, ki je pritrjen na bakreno žico)
4. Prostornina alkohola v neki posodi je 30 dm^3 . Če tlak v posodi povečamo za 500 barov, se prostornina alkohola zmanjša na $28,35 \text{ dm}^3$. Kolikšna je stisljivost alkohola? ($\chi = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ bar}^{-1}$)
5. Ko voda zamrzne se njena prostornina poveča za 9 odstotkov. Za koliko se spremeni tlak v avtomobilskem motorju z vodnim hlajenjem, če voda v njem zmrzne? Stisljivost ledu je $5 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$. ($\Delta p = 180 \text{ MPa}$)
6. Na koncu ročice vrtiljaka dolžine 3 m je pritrjena vrv dolžine 2 m in preseka 1 cm^2 . Na vrv obesimo tovor mase 100 kg. Za koliko se vrv podaljša? Vrtiljak vrtimo tako hitro, da vrv oklepa kot 60° z navpičnico. Za koliko se vrv dodatno raztegne zaradi vrtenja vrtiljaka? Prožnostni modul vrvi je $2 \cdot 10^5 \text{ N/cm}^2$. ($x_0 = 1 \text{ cm}$; $\Delta x = 1 \text{ cm}$)
7. Tovornjak vleče za seboj tovor mase 5 ton; vlečna vrv ima presek 1 cm^2 . Kolikšna je natezna trdnost vrvi, če se vrv pretrga pri pospešku 2 m/s^2 ? Koeficient trenja je 0,4. ($p_{\max} = 3 \cdot 10^4 \text{ N/cm}^2$)
8. Vlačilec vleče tovor mase 12500 kg po hrapavih tleh s koeficientom trenja 0,2. Koliko sme največ biti pospešek, s katerim vlečemo breme, če je natezna trdnost vlečne vrvi, ki ima presek $1,5 \text{ cm}^2$, enak $4,5 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$? ($a = 3,4 \text{ m/s}^2$)
9. Eno krajišče jeklene palice z dolžino 5 m toga vpne v strop, tako da palica visi navpično navzdol. Za koliko se palica podaljša zaradi lastne teže? Gostota jekla je 7800 kg/m^3 in elastični modul $2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$. ($\Delta L = 4,77 \text{ } \mu\text{m}$)
10. Aluminijasta palica premera 4,8 cm in dolžine 5,3 cm je horizontalno vpeta v steno. Utež z maso 1200 kg je pritrjena na konec palice. Strižni modul aluminija je $3 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$. Kolikšna je strižna napetost in za koliko se palica povesi? ($F/A = 6,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$; $\Delta x = 11 \text{ } \mu\text{m}$)

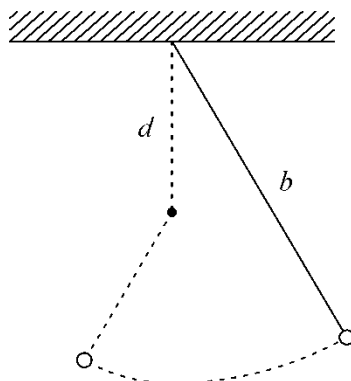
10 Nihanje

1. Utež z maso 1 kg visi na vzmeti in niha z nihajnim časom 2 s. Kako težko utež moramo dodati k prvi uteži, da se nihajni čas poveča na 4 s? Kolikšen pa je nihajni čas, če dodamo k omenjenima dvema utežema še tretjo utež z maso 2 kg? ($m = 3 \text{ kg}$; $t_0 = 4,9 \text{ s}$)
2. Lahka palica je na enem koncu pritrjena na vodoravno os. Na razdalji 20 cm od osi je na palici pritrjena majhna kroglica mase 200 g in na razdalji 40 cm še enaka kroglica. Kolikšen je nihajni čas tega nihala? ($t_0 = 1,16 \text{ s}$)
3. Fizično nihalo je sestavljeno iz tanke palice dolžine 1 m; na koncu palice je pritrjena enako težka krogla polmera $1/6 \text{ m}$. Kolikšen je nihanji čas nihala pri majhnih amplitudah? ($t_0 = 2,03 \text{ s}$)
4. Tanek obroč polmera 30 cm in mase 2 kg je podprt v eni točki, okrog katere lahko niha. Koliko je nihajni čas pri majhnih amplitudah? ($t_0 = 1,55 \text{ s}$)
5. Določi kinetično energijo in potencialno energijo matematičnega nihala dolžine 2,5 m v trenutku, ko nit oklepa kot 20° z navpičnico. Masa obešene kroglice je 1 kg, največji odklon nihala je 30° . ($W_p = 1,47 \text{ J}$; $W_k = 1,81 \text{ J}$)



Naloga 5

6. Matematično nihalo dolžine $b = 1 \text{ m}$ niha tako, da vrvica zadeva ob klin, ki je na razdalji $d = b/2$ pod pritrdiščem vrvice. Kolikšen je nihanji čas? ($t_0 = 1,7 \text{ s}$)



Naloga 6

11 Gravitacija

1. Na kateri višini nad površjem Zemlje se pospešek prostega pada zmanjša na desetino vrednosti, ki jo ima na površju? Za koliko sekund se spremeni nihanji čas matematičnega nihala z 1 m dolgo vrvico, če ga s površja odnesemo na to višino? Polmer zemlje je 6400 km. ($h = 13,84 \cdot 10^3 \text{ km}$, $\Delta t = 4,3 \text{ s}$)

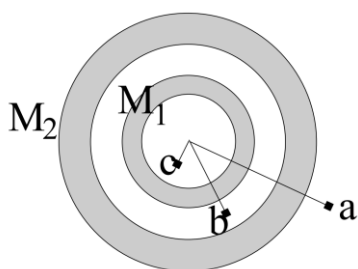
2. Na kateri višini nad površjem Zemlje kroži umetni satelit, ki se giblje z obodno hitrostjo 5 km/s. Polmer Zemlje je 6400 km, masa Zemlje pa $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$. ($h = 9667 \text{ km}$)

3. V kateri točki (x od Lune) med Luno in Zemljo sta gravitacijski privlačni sili obeh nebesnih teles nasprotno enaki? Luna ima 81 krat manjšo maso kot zemlja. Oddaljenost Lune od Zemlje je 384400 km. ($x = 38440 \text{ km}$)

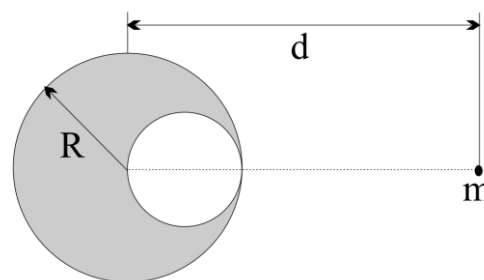
4. Kako visoko nad Zemljo kroži geostacionarni satelit? ($h = 35900 \text{ km}$)

5. V kolikšni razdalji od središča Zemlje je gravitacijski pospešek 1 m/s^2 ? ($r = 653 \text{ km}$)

6. Koncentrični lupini z maso M_1 in M_2 sta postavljeni tako, kot kaže slika. Kolikšna je sila na telo v točki a , b in c ? ($F_c = 0$; $F_b = GM_1m/b^2$; $F_a = G(M_1+M_2)m/a^2$)



Naloga 6



Naloga 7

7. V svinčeno kroglo polmera $R = 4 \text{ cm}$ in mase $M = 2,95 \text{ kg}$ izdolbemo okroglo votlino premera R , kot kaže slika. S kolikšno silo privlači izvotljena krogla majhno telo z maso $m = 0,431 \text{ kg}$, ki leži $d = 9 \text{ cm}$ od centra krogle? ($F = GMm/d^2 - GMm/8(d-R/2)^2 = 8,31 \text{ nN}$)

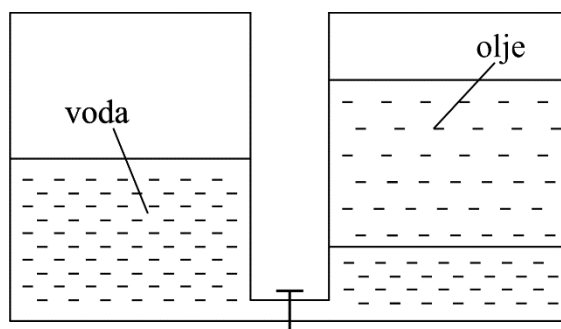
8. S kolikšno hitrostjo se mora premikati satelit 200 km nad zemljino površino, da ostane na krožni tirnici? Polmer Zemlje je 6400 km. Kolikšen je obhodni čas? ($v = 7,80 \text{ km/s}$; $T = 88,6 \text{ min}$)

9. Izstrelek izstrelimo z zemljine površine navpično navzgor s hitrostjo 10 km/s. Do kam pride izstrelek, če zanemarimo vpliv atmosfere, vrtenja Zemlje in ostalih nebesnih teles? Polmer Zemlje je 6400 km. ($h = 25000 \text{ km}$)

10. Premer Marsa je 6800 km, premer Zemlje pa 12800 km. Masa Marsa je 0,11 mase Zemlje. Kolikšna je gostota Marsa v primerjavi z zemljino? Kolikšen je gravitacijski pospešek na Marsu? Kolikšna je ubežna hitrost na Marsu? ($\rho_m = 0,734\rho_z$; $3,82 \text{ m/s}^2$; $5,1 \text{ km/s}$)

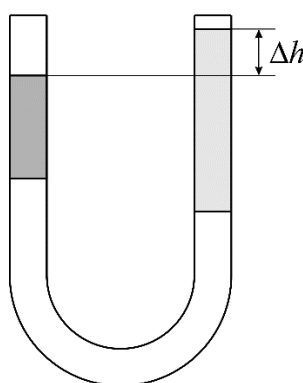
12 Hidrostatika in hidrodinamika

1. Enaki valjasti posodi sta na dnu povezani z majhno cevko. Leva posoda je do višine 10 cm napolnjena z vodo, desna je do enake višine napolnjena z oljem gostote $0,8 \text{ g/cm}^3$. Na kateri višini se ustalita gladini olja in vode, po odprtju ventila? ($h_v = 9 \text{ cm}$; $h_o = 11 \text{ cm}$)



Naloga 1

2. V cevi oblike U nalijemo malo živega srebra. V en krak nalijemo še 20 g vode, v drugega pa 80 g alkohola. Kolikšna je razlika glavin vode in alkohola? Gostota vode je 1 g/cm^3 , alkohola $0,8 \text{ g/cm}^3$ in živega srebra $13,6 \text{ g/cm}^3$. Premer cevi je 2 cm. ($\Delta h = 24,1 \text{ cm}$)



Naloga 2

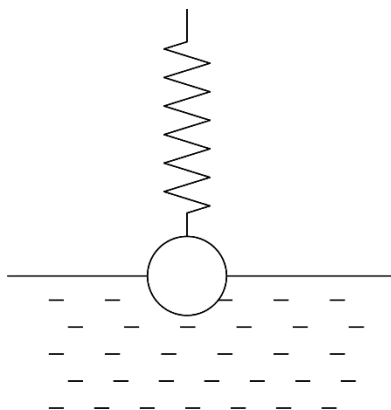
3. V pokončni U cevki z odprtima koncema je tekoče živo srebro z gostoto $13,6 \text{ g/cm}^3$. V prvi krak nalijemo 10 cm^3 vode, v drugi krak pa 5 cm^3 olja z gostoto $0,8 \text{ g/cm}^3$. Za koliko se razlikujeta višini živega srebra v prvem in drugem kraku, če je presek cevke 1 cm^2 ? ($\Delta x = 4,4 \text{ mm}$)

4. Na plavajoči deski z debelino 20 cm in površino 1 m^2 počiva vidra z maso 8 kg. Do kolikšne globine sega spodnji rob deske? Za koliko odstotkov se zmanjša volumen potopljenega dela deske, potem, ko vidra zleze v vodo? Gostota vode je 1000 kg/m^3 , gostota lesa pa 700 kg/m^3 . ($h = 148 \text{ mm}$; $\Delta V_p/V_p = -5,4 \%$)

5. "Zlata" zapestnica tehta na zraku 50 g, v vodi pa 45 g. Koliko je v zapestnici zlata in koliko je bakra? Gostota zlata je $19,3 \text{ g/cm}^3$, gostota bakra je $8,9 \text{ g/cm}^3$. ($m_b = 39,8 \text{ g}$; $m_z = 10,2 \text{ g}$)

6. Splav je sestavljen iz 10 lesenih debel dolžine 15 m in premera 40 cm. Največ kolikšno breme lahko splav nosi, če lahko voda sega tik do roba? Gostota lesa je $0,8 \text{ g/cm}^3$. ($m = 3770 \text{ kg}$)

7. Kroglo polmera 3 cm in gostote 3000 kg/m^3 pritrdimo na vzmet in potopimo v vodo. Za koliko moramo vzmet raztegniti v navpični smeri, da bo nad gladino polovica plavajoče krogle? Konstanta prožnosti vzmeti je 10 N/cm . ($x = 2,8 \text{ mm}$)

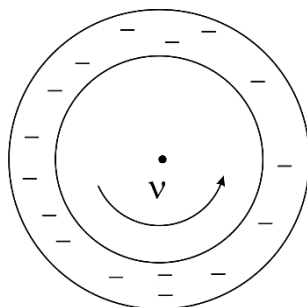


Naloga 7

8. Valjasto posodo premera 10 cm z zelo tankimi stenami položimo na gladino vode z odprtino navzdol. Posoda nekoliko potone in nato plava. Kolik je tlak zraka v posodi, če je zunanji tlak 1 bar? Za koliko je gladina vode v posodi nižja kot v okolici? Masa posode je 2 kg. ($p = 1,025 \text{ bar}$; $x = 25,4 \text{ cm}$)

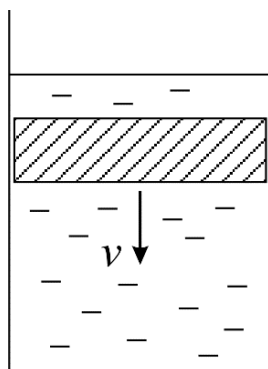
9. Aluminijsko kroglo z maso 2 kg privežemo na 2 m dolgo elastično vrvico in jo spustimo v vodo, tako da je prosti konec vrvice ravno nad gladino vode. Raztezni koeficient vrvice je 40 N/m . Do kolikšne globine se potopi krogla? Gostota vode je 1000 kg/m^3 , gostota aluminija pa 2700 kg/m^3 . ($h = 2,31 \text{ m}$)

10. Prostor med dvema koaksialnima valjema je napolnjen z oljem viskoznosti 10 Ns/m^2 . Kolikšen vrtilni moment deluje na zunanji valj, če notranji valj vrtimo s frekvenco 3 Hz? Polmer notranjega valja je 8 cm, polmer zunanjega valja je 8,2 cm; višina valjev je 20 cm. ($M = 63,7 \text{ Nm}$)



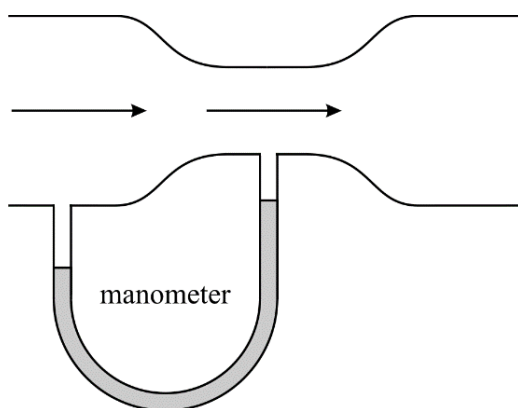
Naloga 10

11. Valj polmera 4,8 cm in višine h spustimo v valjasto posodo z notranjim polmerom 5 cm, ki vsebuje olje. Čez nekaj časa valj pada s stalno hitrostjo 5 cm/s . Kolikšna je viskoznost olja? Gostota olja je $0,8 \text{ g/cm}^3$, gostota valja je $5,8 \text{ g/cm}^3$. ($\eta = 48 \text{ Ns/m}^2$)



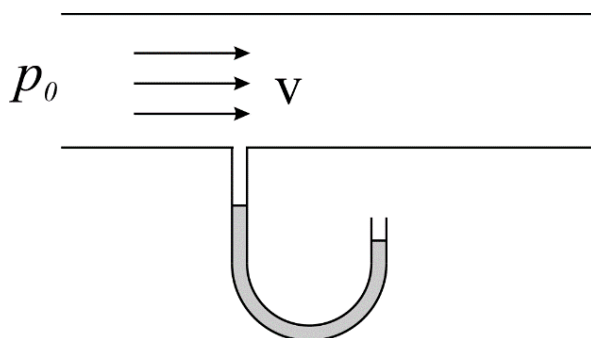
Naloga 11

12. V sod, ki ima na dnu okroglo odprtino s polmerom 2 cm, priteče vsako sekundo 5 litrov vode. Na kateri višini od dna se ustali gladina vode v posodi? ($h = 81 \text{ cm}$)
13. Voda teče skozi cev premera 1,9 cm, ki se razdeli na tri cevi premera 1,3 cm. Volumski pretok vode skozi tri manjše cevi so 26 l/min, 19 l/min in 11 l/min. Kolikšen volumski pretok vode je v cevi premera 1,9 cm? Kolikšna je hitrost vode v posamezni cevi? ($\Phi_V = 56 \text{ l/min}$; $v_{1,9} = 0,646 \text{ m/s}$; $v_{26} = 0,300 \text{ m/s}$; $v_{19} = 0,219 \text{ m/s}$; $v_{11} = 0,127 \text{ m/s}$)
14. Cev za zalivanje vrta, s premerom 2 cm, je priključena na razpršilno glavo, ki ima 24 luknjic premera 1 mm. Po cevi teče voda s hitrostjo 1 m/s. S kolikšno hitrostjo izteka voda iz luknjic? ($v_2 = 60 \text{ km/h}$)
15. Pretok plina po cevi določimo tako, da izmerimo tlačno razliko med običajnim odsekom cevi in ožino. Cev ima polmer 2 cm, ožina pa polmer 1 cm. Gostota plina je $0,9 \text{ kg/m}^3$, priključeni manometer pa kaže tlačno razliko 10^3 Pa . Kolikšen je pretok plina po cevi? ($\Phi_V = 15,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)



Naloga 15

16. Ventilator sesa zrak skozi cev polmera 25 cm. Izračunaj masni pretok zraka, če priključeni vodni manometer pokaže višinsko razliko 12 cm. Zunanji zračni tlak je 1 bar, gostota zraka je $1,2 \text{ kg/m}^3$, gostota vode je 1000 kg/m^3 . ($\Phi_m = 10,5 \text{ kg/s}$)



Naloga 16

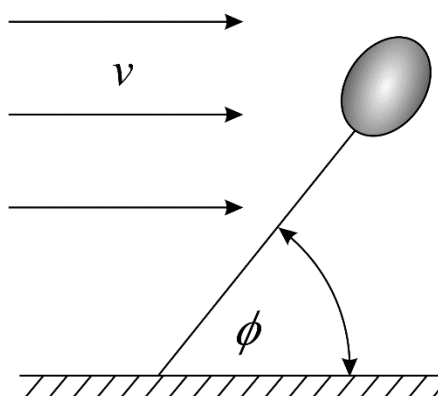
17. Lonec, višine 30 cm, je do vrha napolnjen z vodo. V stranski steni lonca, na višini 20 cm od dna, je majhna odprtina s polmerom 1 mm. S koliko hitrostjo izteka voda iz odprtine? Na kolikšni razdalji od stene lonca pada curek vode na tla? Na kateri višini bi morala biti odprtina, da bi bil "domet" iztekajočega curka največji? ($v = 1,4 \text{ m/s}$; $x = 28,3 \text{ cm}$; $h = 15 \text{ cm}$)

18. Bencin iz cisterne se pretaka po cevi polmera 3 cm v rezervoar, katerega gladina je 6 m nižje. Najvišje mesto cevi je 1 m nad gladino bencina v cisterni. Kolik je volumski tok pretakanja? Kolikšen je tlak v najvišji točki cevi? Zunanji zračni tlak je 10 N/cm^2 . Gostota bencina je $0,7 \text{ g/cm}^3$. ($\Phi_V = 30 \text{ l/s}$; $p_1 = 0,52 \text{ bar}$)

19. Lesena kocka s prostornino 8 dm^3 je z vrvico privezana na dno bazena z vodo in v celoti potopljena. Kolikšen je vzgon na kocko? Kolikšna je sila vrvice na dno, če je teža kocke 60 N ? Vrvico prerežemo in kocka splava na površje. Kolikšen del kocke ostane potopljen? ($F_{vz} = 78,5 \text{ N}$; $F_v = 18,5 \text{ N}$; $\Delta V/V = 76,3 \%$)

20. Po navpični cevki teče glicerina s hitrostjo 1 cm/s navzgor. V njem so razpršene kapljice živega srebra, polmera 1 mm . S koliko konstantno hitrostjo padajo kapljice proti dnu cevke? Gostota glicerina je 1260 kg/m^3 , njegova viskoznost $1,4 \text{ kg/ms}$, gostota živega srebra pa 13550 kg/m^3 . ($v = 0,9 \text{ cm/s}$)

21. Balon polmera 1 m , napolnjen s plinom gostote $0,15 \text{ kg/m}^3$, je privezan z vrvico dolžine 10 m . Kolikšen kot vrvica oklepa z navpičnico, če veter piha v vodoravni smeri s hitrostjo 36 km/h ? Koeficient upora za balon je $0,4$ gostota zraka je $1,2 \text{ kg/m}^3$. ($\varphi = 60^\circ$)



Naloga 21

22. Kolikšno končno hitrost doseže smučar na smučišču z naklonom 20° , če tehta 75 kg, koeficient trenja med smučmi in snegom znaša 0,15, koeficient upora smučarja je 0,2, njegova površina prečna na gibanja, pa je $0,7 \text{ m}^2$? Gostota zraka je $1,29 \text{ kg/m}^3$, viskoznost pa $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ kg/ms}$. Z izračunom Reynoldsovega števila preveri, če je upravičeno uporabiti kvadratni zakon upora. ($v = 146 \text{ km/h}$; $Re \approx 3 \cdot 10^6$)

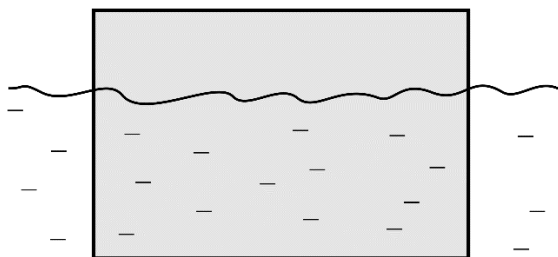
23. Riba plava proti rečnemu toku, ki teče enakomerno s hitrostjo $1,4 \text{ m/s}$. Prečni presek ribe je 25 cm^2 , koeficient upora je 0,04. Najmanj koliko moči riba troši, če se glede na obalo giblje s hitrostjo 1 m/s proti toku? ($P = 0,7 \text{ W}$)

24. Avtomobil na vodoravni cesti lahko pri moči 60 kW motorja vozi s stalno hitrostjo 108 km/h . Zaradi napake v motorju se moč zmanjša na 30 kW. Nova hitrost gibanja je 72 km/h . Kolikšno silo trenja avtomobil premaga? Upor zraka je premo sorazmeren kvadratu hitrosti avtomobila $F_u = b \cdot v^2$. Kolikšen je koeficient upora b ? ($F = 1,1 \text{ kN}$; $b = 1 \text{ N s}^2/\text{m}^2$)

25. Okrogel kamen pada v tekočini gostote 1 g/cm^3 ; polmer kamna je 1 cm , gostota kamna je $2,7 \text{ g/cm}^3$. Kolikšna je hitrost padanja kamna? Koeficient upora za kroglo je 0,4. Kolikšna je vrednost Reynoldsovega števila? Viskoznost je 10^{-5} N s/m^2 . ($v = 1,1 \text{ m/s}$; $Re = 2,2 \cdot 10^6$)

26. Bat premera 1 cm pritisnemo s silo 100 N . Bat je s cevjo povezan z batom premera 10 cm . S kolikšno silo pritiska drugi bat? Za koliko se premakne drugi bat, če se prvi premakne za 10 cm ? ($F_2 = 10 \text{ kN}$; $x_2 = 0,1 \text{ cm}$)

27. Leseno klado položimo v vodo in ugotovimo, da je pod vodo dve tretjini njene prostornine. Če isto klado položimo v olje, je v olju devet desetih prostornine klade. Kolikšna je gostota lesa in olja? ($\rho_{\text{olja}} = 741 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{les}} = 667 \text{ kg/m}^3$)



Naloga 27

13 Valovanje in zvok

- Po napeti tanki vrvici potuje transversalno valovanje. Odmike delov vrvi opisuje zveza $y(x,t) = A \sin(kx - \omega t)$, kjer je $A = 3,3 \text{ cm}$, $k = 0,47 \text{ m}^{-1}$ in $\omega = 3,7 \text{ s}^{-1}$. Kolikšna sta valovna dolžina in nihajni čas tega valovanja? Kolikšen je odmik vrvice pri $x_1 = 20 \text{ cm}$ ob času $t_1 = 6,9 \text{ s}$? Kolikšna je takrat transversalna hitrost vrvice na istem mestu? Kolikšna je hitrost opisanega valovanja? ($\lambda = 13,4 \text{ m}$; $t_0 = 1,7 \text{ s}$; $y_1 = -0,985 \text{ cm}$; $v_1 = -0,11 \text{ m/s}$; $c = 7,87 \text{ m/s}$)
- Zvočni val frekvence 440 Hz se širi po zraku s hitrostjo 340 m/s . Kako daleč narazen sta točki, med katerima je fazna razlika 60° ? Kolikšna pa je fazna razlika med 3 m oddaljenima točkama? ($\Delta x = 0,13 \text{ m}$; $\Delta \phi = 1397^\circ$)
- Železničar stoji ob ravni progi. V razdalji 500 m od njega nekdo močno udari po tračnici, ki zazveni s frekvenco 1200 Hz . Koliko časa prej bo železničar zaslišal signal zvoka, ki je prepotoval po tračnici, od tistega, ki je prepotoval po zraku? Gostota železa je $7,9 \text{ g/cm}^3$, Yungov modul pa $2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$. Hitrost zvoka v zraku je 340 m/s . ($\Delta t = 1,37 \text{ s}$)
- Kolikšna je amplituda nihanja izvora frekvence 10 Hz , če je odmik točke na razdalji $67,5 \text{ cm}$ od izvora in po času 5 s enak 5 cm ? Valovanje se širi s hitrostjo 1 m/s . Za koliko valovnih dolžin je točka oddaljena od izvora? ($y_0 = 5 \text{ cm}$; $n = 6,75$)
- Hitrost širjenja longitudinalnih potresnih valov v zemeljski skorji je 14 km/s , hitrost transversalnih valov je $7,5 \text{ km/s}$. Kako daleč od seizmične postaje je hipocenter potresa, če longitudinalne valove registriramo 60 s prej kot transversalne? ($x = 970 \text{ km}$)
- Čelno stran jeklene cevi dolžine 100 m s kladivom udarimo v vzdolžni smeri. Udarec zaslišimo na drugem koncu po času $0,02 \text{ s}$. Kolikšen je prožnostni modul cevi, če je njena gostota $7,8 \text{ g/cm}^3$? ($E = 2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$)
- Kolikšna je valovna dolžina tona frekvence 440 Hz v medenini? Prožnostni modul medenine je 10^6 bar , gostota je $8,6 \text{ g/cm}^3$. ($\lambda = 7,7 \text{ m}$)
- Valovanje frekvence 500 Hz se širi s fazno hitrostjo 350 m/s . Kako daleč narazen sta točki, ki nihata s fazno razliko 60° ? ($\Delta x = 11,7 \text{ cm}$)
- Kolikšna je fazna razlika dveh nihajočih točk, ki sta oddaljeni 10 m in 16 m od izvora valovanja. Nihajni čas je $0,04 \text{ s}$, hitrost širjenja valovanja je 300 m/s . ($\Delta \phi = \pi \text{ rad}$)
- Transverzalno valovanje vrvi opiše enačba $y(x,t) = 10 \sin \pi(0,01x - 2,00t)$, kjer merimo x in y v centimetrih in t v sekundah. Kolikšni so amplituda, frekvenca, hitrost in valovna dolžina valovanja? Kolikšna je največja transversalna hitrost delcev vrvi? ($A = 10 \text{ cm}$; $\nu = 1 \text{ Hz}$; $c = 200 \text{ cm/s}$; $\lambda = 200 \text{ cm}$; $v_t = 20\pi \text{ cm/s}$)
- Kolikšna je hitrost transversalnega valovanja v vrvici, mase 60 g in dolžine 2 m , napeti s silo 500 N ? ($c = 130 \text{ m/s}$)
- Kamen spustimo v vodnjak in zaslišimo pljusk po 3 sekundah . Kolikšna je globina vodnjaka? ($h = 40,8 \text{ m}$)

13. Zvočnik z močjo 0,4 mW oddaja zvočno valovanje, s frekvenco 1 kHz, na vse strani. Kolikšna je jakost zvoka na razdalji 5 m od zvočnika? Kolikšna je povprečna gostota energije, ki jo nosi zvočno valovanje na danem mestu? Kolikšni sta amplitudi odmkov zraka na danem mestu? Ali v razdalji 1 km od zvočnika zvok še slišimo? Meja slišnosti zvoka za človekovo uho je pri gostoti energijskega toka 10^{-12} W/m^2 , gostota zraka je $1,29 \text{ kg/m}^3$, hitrost zvoka v zraku pa 340 m/s . ($J = 61 \text{ dB}$; $\bar{w} = 3,72 \cdot 10^{-9} \text{ J/m}^3$; $y_0 = 1,21 \cdot 10^{-8} \text{ m}$; Da)
14. Ropot z ulice vdira skozi odprto okno površine 1 m^2 v sobo. Koliko zvočne moči prehaja skozi okno v sobo, če jakost zvoka na zunanji strani okna znaša 60 dB ? ($P = 1 \text{ } \mu\text{W}$)
15. Na razdalji 10 m od točkastega zvočila je jakost zvoka enaka 20 dB . Kolikšna je jakost zvoka na razdalji 5 m, če zanemarimo absorpcijo zvoka? Pri kateri razdalji zvoka ne slišimo več? ($J = 26 \text{ dB}$; $R = 100 \text{ m}$)
16. Kolikšno je razmerje amplitud nihanja dveh zvočnih valov enake frekvence v zraku in v vodi, če sta gostoti zvočnih tokov enaki? Stisljivost vode je $5 \cdot 10^{-5} \text{ bar}^{-1}$ ($y_1/y_2 = 58,9$)
17. Kolikšna je amplituda valovanja, ki ga dobimo tako, da sestavimo valovanji z enakima frekvencama, amplitudama 3 cm in 4 cm ter fazno razliko $\pi/2$? ($A = 5 \text{ cm}$)
18. Na vodni površini raca na mestu enakomerno plahuta s krili in s tem povzroča krožne valove, ki se širijo s hitrostjo $5,5 \text{ m/s}$ v stran od race. Razdalja med dvema vrhovoma valov je $2,3 \text{ m}$. Z majhnim čolnom se približujemo raci s hitrostjo $3,3 \text{ m/s}$ glede na obalo. S kakšno frekvenco nihajo čoln valovi, ki jih povzroča raca? ($\nu = 3,8 \text{ Hz}$)
19. Vlaku, ki se s hitrostjo 80 km/h približuje železniškemu prehodu, odda zvočni signal s frekvenco 500 Hz . Kolikšno frekvenco signala slišijo ljudje ob progi? Kolikšno frekvenco signala pa slišijo potniki v drugem vlaku, ki se približuje prehodu iz nasprotne smeri s hitrostjo 60 km/h . hitrost zvoka v zraku je 340 m/s . ($\nu_1 = 535 \text{ Hz}$; $\nu_2 = 561 \text{ Hz}$)
20. Avtomobil, ki se približuje mirujočemu poslušalcu s hitrostjo 72 km/h , vključi sireno za čas 2 s . Koliko časa poslušalec sliši pisk sirene? Hitrost zvoka je 340 m/s ? ($t = 1,9 \text{ s}$)
21. Glasbene vilice, ki se oddaljujejo od mirujočega poslušalca s hitrostjo 20 m/s , se približuje steni. Mirujoči poslušalec sliši utripanje frekvence 2 Hz . Kolikšna je frekvenca zvoka, ki ga glasbene vilice oddajajo? ($\nu_0 = 34 \text{ Hz}$)
22. Netopir se približuje ravni steni in oddaja zvočne valove frekvence 25 kHz , ki se odbija od stene. Oddani in odbiti valovi povzročajo utripanje frekvence $1,56 \text{ kHz}$, ki ga netopir zazna. S kolikšno hitrostjo se netopir približuje steni? ($v = 20 \text{ m/s}$)
23. Avtomobila se iz nasprotne strani približujeta mirujočemu poslušalcu. Prvi avtomobil vozi s hitrostjo 20 m/s in oddaja ton frekvence 500 Hz . Drugi avtomobil vozi s hitrostjo 30 m/s . Kolikšna je frekvenca tona, ki ga oddaja drugi avtomobil, če poslušalec izjavlja, da avtomobila oddajata enako visoka tona? Hitrost zvoka je 340 m/s ? ($\nu_2 = 485 \text{ Hz}$)
24. S križišča dveh pravokotnih cest istočasno odpeljeta avtomobila: prvi s pospeškom 1 m/s^2 , drugi s pospeškom $0,5 \text{ m/s}^2$. Kako se frekvenca zvoka, ki ga sliši poslušalec v drugem avtomobilu, spreminja s časom, če prvi avtomobil oddaja zvok frekvence 800 Hz ? Kolikšno frekvenco poslušalec sliši po času 10 s ? ($\nu_1 = 775 \text{ Hz}$)

25. Poslušalec stoji na razdalji 3 m od ceste, po kateri s stalno hitrostjo 72 km/h drvi avtomobil s sireno, ki oddaja zvok frekvence 700 Hz. Kolikšno frekvenco sliši poslušalec, ko je avtomobil oddaljen 5 m? ($v_{prib} = 735 \text{ Hz}$; $v_{odd} = 668,5 \text{ Hz}$)

26. Vlak vozi s hitrostjo 72 km/h in oddaja ton frekvence 600 Hz. Nasproti (na vzporednem tiru) se mu približuje drugi vlak. S kolikšno hitrostjo drvijo potniki v drugem vlaku, če slišijo ton frekvence 666 Hz? Kakšen ton pa slišijo, ko se vlaka oddaljujeta? ($v = 55 \text{ km/h}$; $v_2 = 541 \text{ Hz}$)

27. Dva zvočnika sta razmaknjena na razdalji 1,2 m. Poslušalec, ki se nahaja na zveznici obeh zvočnikov, je oddaljen 18,3 m od prvega in 19,5 m od drugega zvočnika. Med testiranjem zvoka priključimo generator na oba zvočnika, ki oddajata zvok z enako amplitudo in frekvenco. Frekvenca generatorja se spreminja v avdio območju od 20 Hz do 20 kHz. Kolikšna je minimalna frekvenca, ki daje minimalno jakost zvoka na mestu poslušalca (destruktivna interferenca) in maksimalno jakost zvoka (konstruktivna interferenca)? ($v_{min} = 143 \text{ Hz}$; $v_{max} = 286 \text{ Hz}$)

28. Zvočnika sta na medsebojni oddaljenosti $d_1 = 2 \text{ m}$. Poslušalec je na oddaljenosti $d_2 = 3,75 \text{ m}$ od drugega zvočnika, kot je prikazano na sliki. Zvočnika oddajata zvok v fazi. Pri kateri najnižji frekvenci slišimo minimalni in maksimalno jakost zvoka? Koliko ojačitev in oslabitev zvoka slišimo, če spreminjamo frekvenco od 20 Hz do 20 kHz? ($v_{min} = 343 \text{ Hz}$; $v_{max} = 686 \text{ Hz}$; $N_{min} = N_{max} = 29$)

14 Termodinamika

1. V potapljaško jeklenko s prostornino 14 dm^3 želimo pri temperaturi 20°C spraviti $2,6 \text{ kg}$ kisika. Kolikšen tlak je za to potreben? Relativna molekulska masa kisika je 32. ($p = 141 \text{ bar}$)
2. Kolikšna je gostota vodika pri temperaturi 15°C in tlaku $0,98 \text{ bar}$? ($\rho = 0,082 \text{ kg/m}^3$)
3. Gostota kisika pri tlaku 10^5 Pa in temperaturi 0°C je $1,5 \text{ kg/m}^3$. Kolikšna je pri tem hitrost molekul s povprečno kinetično energijo? Kilomol kisika tehta 32 kg . ($v = 461 \text{ m/s}$)
4. V vodi je pri temperatura 21°C na globini 80 cm zračni mehurček. Zunanji zračni tlak je $1,02 \text{ bara}$. Kolikšna je gostota zraka v mehurčku? Na kateri globini bi bila gostota zraka v mehurčku dvakrat večja kot gostota zraka nad vodno gladino? Upoštevaj, da je temperatura zraka nad vodo enaka temperaturi vode, gostota vode pa je 1000 kg/m^3 . ($\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$; $h = 10,4 \text{ m}$)
5. Z balonom na vroči zrak bi radi leteli na višini 1000 m , kjer je zračni tlak $0,9 \text{ bara}$ in temperatura 10°C . Temperatura zraka v kupoli balona je 45°C . Najmanj kolikšno prostornino mora imeti kupola, če je skupna masa balona in tovora 200 kg ? ($V = 1636 \text{ m}^3$)
6. Palico, ki ima pri temperaturi 35°C dolžino 260 cm , obesimo za krajišče in zanihamo. Za koliko odstotkov se spremeni nihajni čas palice, ko temperatura v okolici pade na 0°C ? Temperaturni koeficient dolžinskega raztezka za material, iz katerega je narejena palica, je $7,8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. ($\Delta t_0/t_0 = -0,14 \%$)
7. Bakrena palica ima pri temperaturi 10°C dolžino 2005 mm , palica iz cinka pa 2000 mm . Pri kateri temperaturi bosta palici enako dolgi? Temperaturni koeficient dolžinskega raztezka za baker je $1,67 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, za cink pa $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. ($T = 199^\circ\text{C}$)
8. V hladnem poletnem jutru je voznik tovornjaka natočil 5000 litrov nafte v zvrhano polno cisterno. Čez dan se je ozračje močno segrelo, tako da je bila popoldne temperatura za 23°C višja kot na začetku. Koliko litrov goriva je zaradi raztezanja izteklo iz cisterne? Volumski koeficient temperaturnega raztezka za nafto je $9,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, koeficient dolžinskega raztezka za jeklo cisterne pa je $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. ($V = 7,1 \text{ l}$)
9. Kolikšen tlak se pojavi v železniški tračnici, če se segreje za 10°C in se pri tem ne more raztegniti? Koeficient linearnega temperaturnega raztezka je $1,21 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, prožnostni modul je $2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$. ($p = 240 \text{ bar}$)
10. Konec jeklene žice polmera $0,5 \text{ mm}$ pritrdimo tako, da je žica pri temperaturi 20°C napeta s silo 100 N . Kolikšna je sila v žici, če žico pri nespremenjeni dolžini ohladimo na temperaturo -20°C ? Koeficient linearnega temperaturnega raztezka je $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Prožnostni modul je $2 \cdot 10^6 \text{ bar}$. ($F = 169 \text{ N}$)
11. V posodi imamo mešanico vodika (H_2), metana (CH_4) in ogljikovega monoksida (CO). Koliko je posameznega plina v odstotkih, če je delni tlak vodika $0,7 \text{ bara}$, metana 2 bara in ogljikovega monoksida $1,3 \text{ bara}$? (2%; 46%; 52%)

12. V jeklenki prostornine 10 dm^3 imamo 2 kg butana (C_4H_{10}) pri temperaturi 27°C . Na jeklenko priključimo manjšo jeklenko prostornine 5 dm^3 , odpremo ventil, ter počakamo, da se tlaka izravnata. Kolikšen je končni tlak v jeklenkah? Koliko butana je v priključeni jeklenki, ki je bila v začetku prazna? Predpostavimo, da je temperatura butana med ekspanzijo stalna. ($p_2 = 86 \text{ bar}$; $m_2 = 0,666 \text{ kg}$)
13. Neka plinska zmes je sestavljena iz 85% metana (CH_4), 13% dušika (N_2) in 2% ogljikovega dioksida (CO_2). Kolikšna je gostota mešanice pri temperaturi 27°C in tlaku 20 barov? ($\rho = 13,8 \text{ kg/m}^3$)
14. V kalorimetru s toplotno kapaciteto 50 J/K imamo vodo mase 2 kg s temperaturo 10°C . V kalorimeter spustimo kovino mase 2 kg in temperature 200°C . Kolikšna je specifična toplota kovine, če je končna temperatura vode v kalorimetru $20,6^\circ\text{C}$? Toplotno izmenjavo z okolico zanemarimo. ($c_p = 250 \text{ J/kgK}$)
15. V aluminijasti posodi mase $0,5 \text{ kg}$ je voda mase 3 kg s temperaturo 15°C . Za koliko časa moramo vključiti električni grelec moči 300 W , da se voda segreje na 55°C ? Specifična toplota aluminija je 1000 J/kgK . Za segrevanje se porabi 80%–ti del potrošene električne energije. ($t = 36,4 \text{ min}$)
16. Termometer s toplotno kapaciteto $0,04 \text{ kcal/st}$, ki kaže temperaturo 15°C , potopimo v vodo mase $0,3 \text{ kg}$. Nova temperatura termometra je 50°C . Kolikšna je bila začetna temperatura vode? Toplotne izgube v okolico zanemarimo. ($T_0 = 54,7^\circ\text{C}$)
17. V toplotno izolirani posodi imamo alkohol mase 1 kg in temperature 18°C . V posodo vržemo stekleno kroglo mase 1 kg in temperature 300°C . Koliko alkohola izpari? Vrelišče alkohola je 78°C , specifična toplota je $2,5 \text{ kJ/kgK}$, izparilna toplota je $0,88 \text{ MJ/kg}$; specifična toplota stekla je $0,84 \text{ kJ/kgK}$. ($m = 40 \text{ g}$)
18. V toplotno izolirani posodi imamo led mase 2 kg in temperature -10°C . Vanjo vtaknemo električni grelec moči 1 kW . Kaj dobimo in kolikšna je temperatura po 20 min ? Specifična toplota ledu je 2100 J/kgK . ($T = 58^\circ\text{C}$)
19. V zmes 2 kg alkohola in 3 kg vode s temperaturo 0°C napeljemo 1 kg vodne pare temperature 100°C . Kaj dobimo in kolikšna je končna temperatura? Toplotno izmenjavo z okolico zanemarimo. Specifična toplota tekočinskega alkohola je $2,25 \text{ kJ/kgK}$, vrelišče je pri 78°C , izparilna toplota je $0,88 \text{ MJ/kg}$. Specifična toplota vode je $4,2 \text{ kJ/kgK}$, vrelišče je 100°C , izparilna toplota je $2,27 \text{ MJ/kg}$. (4 kg vode, $0,9 \text{ kg}$ tekočinskega alkohola in $1,1 \text{ kg}$ plinskega alkohola; $T = 78^\circ\text{C}$)
20. Kisik mase 200 g pri stalnem tlaku segrejemo od temperature 20°C na temperaturo 100°C . Koliko toplote je potrebno za segrevanje? Koliko dela opravi plin med segrevanjem? Relativna molekulska masa kisika je 32, specifična toplota kisika pri stalnem tlaku je 920 J/kgK . ($Q = 14,8 \text{ kJ}$; $A = 4150 \text{ J}$)
21. Zrak s prostornino 4 dm^3 , ki ima pri temperaturi 20°C tlak 2 bara stisnemo na polovično prostornino. Koliko toplote mu moramo odvzeti, da bo stiskanje izotermno? Kolikšen je končen tlak? Za koliko se spremeni notranja energija plina? ($Q = 552 \text{ J}$; $p_2 = 4 \text{ bar}$; $\Delta W_n = 0$)

22. Plin s prostornino 20 dm^3 , temperaturo 15°C in tlakom 2 bara hitro stisnemo na volumen 5 dm^3 . Koliko manometer pokaže takoj po stiskanju in koliko čez nekaj časa, ko se temperatura plina izenači z okolico? Razmerje specifičnih toplot je 1,4. ($p_1 = 14 \text{ bar}$; $p_2 = 8 \text{ bar}$)

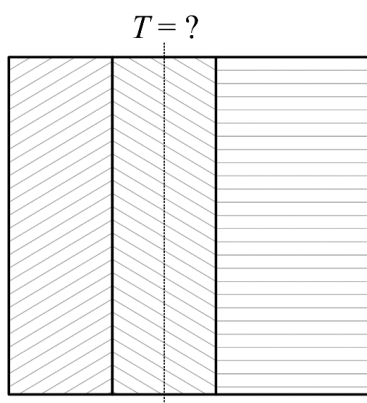
23. Zrak prostornine 2 dm^3 , temperature 20°C in tlaka 1 bar adiabatno stisnemo na četrtno začetne prostornine. Kolikšna sta končna temperatura in tlak? Kolikšna je sprememba notranje energije? Specifični toploti sta $c_v = 720 \text{ J/kgK}$ in $c_p = 1,01 \text{ kJ/kgK}$. ($T_2 = 237^\circ\text{C}$; $p_2 = 7 \text{ bar}$; $\Delta W_n = 370 \text{ J}$)

24. Brunarico s površino sten 35 m^2 ogrevamo s pečjo, ki oddaja toplotni tok 4 kW . Kolikšna je temperatura v brunarici, če je zunaj temperatura -20°C ? Toplotna prevodnost lesa je $0,4 \text{ W/mK}$, povprečna debelina stene pa je 15 cm . Za koliko stopinj se zniža temperatura v brunarici, če v stene vgradimo okna, skozi katera uhaja toplotni tok $1,8 \text{ kW}$? Okna imajo skupno površino 10 m^2 . ($T = 23^\circ\text{C}$; $\Delta T = 10^\circ\text{C}$)

25. Stena montažne barake je sestavljena iz štirih plasti: na notranji in zunanji strani je vezana plošča debeline 5 mm in toplotne prevodnosti $0,3 \text{ W/mK}$, v sredini je heroklit debeline 5 cm in toplotne prevodnosti $0,2 \text{ W/mK}$ in stiropor debeline 1 cm s toplotno prevodnostjo $0,05 \text{ W/mK}$. Kolikšna je gostota prepuščenega toka pozimi, ko je temperaturna razlika enaka 50°C ? ($j = 103,5 \text{ W/m}^2$)

26. Stena površine 10 m^2 , je sestavljena iz opečnega zidu, debeline 20 cm , ki je na notranji strani obdan še s pluto, debeline 2 cm . Toplotna prevodnost opeke je $0,7 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, toplotna prevodnost plute pa $0,05 \text{ W/mK}$. Kolikšen toplotni tok uhaja skozi steno, če je zunaj temperatura -20°C , v sobi pa temperatura 20°C ? Kolikšna je temperatura na meji med opeko in pluto? Za koliko odstotkov se poveča toplotni tok skozi steno, če pluto odstranimo? ($P = 583 \text{ W}$; $T = -3,3^\circ\text{C}$; brez plute: $\Delta P/P = 140\%$)

27. Zid je sestavljen iz treh plasti debeline 2 cm , 2 cm in 3 cm s toplotnimi prevodnostmi 1 W/mK , 2 W/mK in 3 W/mK . Kolikšna je temperatura v sredini srednje plasti, če je temperatura na zunanji strani zidu -10°C , na notranji strani pa 30°C ? ($T = 15^\circ\text{C}$)



Naloga 27

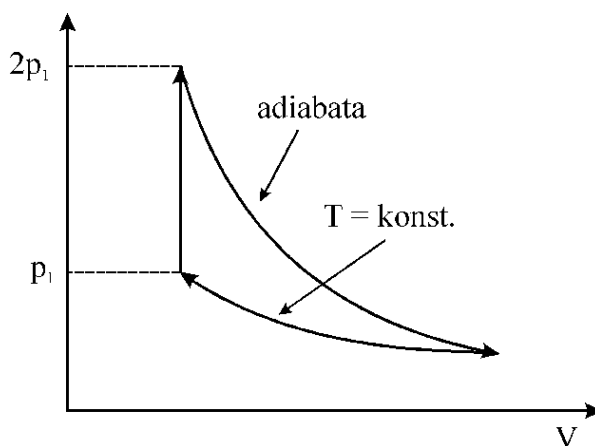
28. Železna cev, zunanjšega premera 3 cm , po kateri teče vroča voda za centralno ogrevanje, ima temperaturo 80°C . Temperatura okolice je 0°C . Najmanj kolikšna mora biti debelina plasti steklene volnene okoli cevi, da bodo toplotne izgube na 1 meter cevi manjše od 200 W ? Toplotna prevodnost steklene volne je $0,05 \text{ W/mK}$. ($d = 2 \text{ mm}$)

29. Zrak, ki ima na začetku prostornino 2 l, temperaturo 20 °C in tlak 1 bar, stisnemo na četrtno začetne prostornine. Kolikšna sta končna temperatura in tlak, če stiskanje poteka izotermno? Kaj pa če stiskanje poteka adiabatno? Koliko dela moramo opraviti v posameznem primeru? Kolikšna je sprememba notranje energije plina v obeh primerih? Kilomolska masa zraka je 29 kg/kmol, specifična toplota pri konstantni prostornini pa $c_V = 720 \text{ J/kgK}$. (izotermno: $T = 20 \text{ °C}$; $p = 4 \text{ bar}$; $A = 277 \text{ J}$; $\Delta W_n = 0$; adiabatno: $T = 237 \text{ °C}$; $p = 7 \text{ bar}$; $A = \Delta W_n = 372 \text{ J}$)

30. V posodi s prostornino 5 litrov je 0,2 kg zraka pri temperaturi 23 °C. Zrak najprej izobarno razpnemo na prostornino 8 litrov. Nato ga izohorno ohladimo, da pade tlak na polovico začetne vrednosti, nato pa ga še izotermno razpnemo na končno prostornino 10 litrov. Nariši opisano spremembo v diagramu $p(V)$. Kolikšen je tlak plina po posameznih korakih? En kilomol zraka ima maso 29 kg. ($p_1 = p_2 = 3,4 \cdot 10^6 \text{ Pa}$; $p_3 = 1,7 \cdot 10^6 \text{ Pa}$; $p_4 = 1,4 \cdot 10^6 \text{ Pa}$)

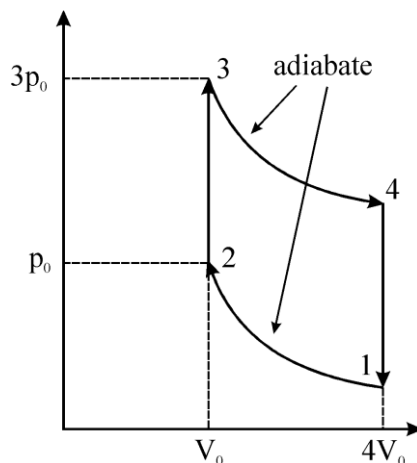
31. Idealni plin se nahaja v pokončnem cilindru s premikajočim težkim batom. Gibanje bata je navzgor omejeno z dvema čepoma. Podatki za začetno stanje plina so $p_z = 1,1 \times 10^5 \text{ Pa}$, $T_z = 300 \text{ K}$ in $V_z = 100 \text{ ml}$. Začetni volumen plina je polovica največje prostornine, do katere se lahko plin razširi. S segrevanjem dovedemo plinu skupno 500 J toplote. (a) Določite končno temperaturo in končni tlak v cilindru. (b) Proces predstavite z grafi $p(V)$, $p(T)$ in $V(T)$. ($T_k = 1000 \text{ K}$; $p_k = 1,9 \text{ Bar}$)

32. 1 kg butana ($M = 58 \text{ kg/kmol}$) z začetno temperaturo 0 °C najprej pri stalni prostornini segrejemo, da se tlak v plinu podvoji. Nato ga adiabatno razpnemo, tako da njegova temperatura pade na začetno vrednost. Nazadnje plin še izotermno stisnemo na prvotni volumen. Kolikšni so delo, toplota in sprememba notranje energije plina v posameznih korakih te krožne spremembe? Kolikšen je izkoristek toplotnega stroja? Primerjaj ga z izkoristkom Carnotovega stroja, ki deluje med enakima temperaturama. Specifična toplota pri konstantni prostornini je 360 J/kgK, razmerje specifičnih toplot pri konstantnem tlaku in prostornini pa 1,4. ($A_{12} = 0$; $Q_{12} = \Delta W_{n12} = 98,3 \text{ kJ}$; $A_{23} = \Delta W_{n23} = -98,3 \text{ kJ}$; $Q_{23} = 0$; $A_{31} = -Q_{31} = -67,8 \text{ kJ}$; $\Delta W_{n31} = 0$; $\eta = 31\%$; $\eta_{\text{Carnot}} = 50\%$)



Naloga 32

33. Avtomobilski motor z notranjim izgorevanjem lahko aproksimiramo s krožno spremembo, ki je prikazana na sliki. Kolikšen je izkoristek stroja? Kolikšne so temperature po posamičnih korakih, če temperatura plina pred stiskanjem (v točki 1) 290 K? Razmerje med specifičnima toplotama pri konstantnem tlaku in konstantni prostornini je 1,4. ($\eta = 43\%$; $T_2 = 505 \text{ K}$; $T_3 = 1515 \text{ K}$; $T_4 = 870 \text{ K}$)



Naloga 33

34. V valju prostornine 3 dm^3 nekega toplotnega stroja imamo kisik pri temperaturi 300 K in pod tlakom 2 bara . Kisik najprej pri stalnem tlaku segrejemo na 500 K , nato pri stalni prostornini ohladimo na T_3 , tako da se tlak zmanjša na p_4 . V naslednji fazi kisik pri stalnem tlaku p_4 ohladimo na 150 K in na koncu pri stalni prostornini segrejemo na začetno temperaturo. Koliko dela kisik opravi v enem ciklu? Koliko toplote prejme in koliko je odda? Kolikšen je izkoristek tega toplotnega stroja. Razmerje specifičnih toplot kisika je $1,4$. ($A = 110 \text{ J}$; $Q_p = 1,13 \text{ kJ}$; $Q_o = 1,02 \text{ kJ}$; $\eta = 9,7\%$)

35. Kolikšna je sprememba entropije, če vodo mase 2 kg z začetno temperaturo 10°C pretvorimo v paro temperature 100°C ? ($\Delta S = 14,5 \text{ kJ/K}$)

36. V toplotno izolirani posodi zmešamo 1 kg ledu temperature 0°C in 20 kg vode temperature 5°C . Kolikšna je sprememba entropije celotnega sistema? ($\Delta S = 21 \text{ J/K}$)

37. Klado mase 100 kg vlečemo po vodoravnih tleh. Za koliko se klada segreje na poti 200 m , če klada sprejme polovico sproščene toplote? Koeficient trenja je $k_t = 0,42$, specifična toplota je $2,1 \text{ kJ/kgK}$. Kolikšna je sprememba entropije, če je bila začetna temperatura enaka 20°C ? ($T = 20,2^\circ\text{C}$; $\Delta S = 143 \text{ J/K}$)

Literatura

- [1] B. Majaron, M. Mikuž, A. Ramšak, Kolokvijske naloge iz fizike I, DMFA – založništvo, 2010.
- [2] M. Hribar, Rešene naloge iz fizike z republiških tekmovanj, DZS, Ljubljana, 1975.
- [3] R. Kladnik, H. Šolinc, Zbirka fizikalnih problemov z rešitvami II. del, DZS, Ljubljana, 1979.
- [4] A. Mohorič, Naloge iz fizike II za fizikalno merilno tehniko, DMFA – založništvo, 2010.
- [5] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Fundamentals of Physics, John Wiley, New York, 1993.