

3 statika

3.1 sile

1. S kolikšno silo privlačiš k sebi Zemljo?

Rp: Po 3. Newtonovem zakonu je sila s katero privlačim Zemljo nasprotno enaka sili s katero Zemlja privlači mene - to je težo!

Torej:

$$\vec{F} = -\vec{F}_g$$

Velikosti obeh sil sta enaki:

$$F = F_g = mg = 100 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 1000 \text{ N}$$

2. S kolikšno silo privlači kamen z maso 2 kg Zemljo?

Rp: Po 3. Newtonovem zakonu je sila s katero kamen privlači Zemljo nasprotno enaka sili s katero Zemlja privlači kamen - to je težo!

Torej:

$$\vec{F} = -\vec{F}_g$$

Velikosti obeh sil sta enaki:

$$F = F_g = mg = 2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 20 \text{ N}$$

in to je to ;)

3. Če na vzmet obesiš 0,3 kg, se raztegne za 1,5 cm. Izračunaj koeficient vzmeti! Za koliko se vzmet raztegne, če nanjo obesiš 0,5 kg?

Rp: Hookov zakon

$$m_1 = 0.3 \text{ kg}$$

$$x_1 = 1.5 \text{ cm} = 0.015 \text{ m}$$

$$m_2 = 0.5 \text{ kg}$$

$$F = k \cdot x_0$$

$$k = \frac{F}{x_0}$$

$$k = \frac{g \cdot m}{x_0}$$

$$k = \frac{10 \text{ m/s}^2 \cdot 0.3 \text{ kg}}{0.015 \text{ m}}$$

$$k = 200 \text{ kg/s}^2$$

$$x_2 = \frac{F}{k}$$

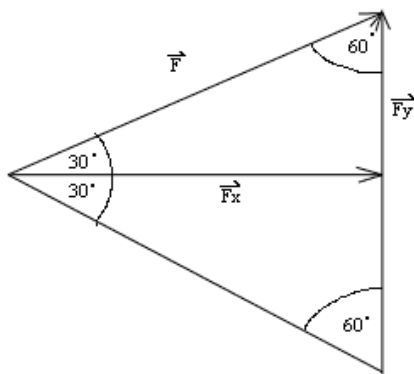
$$x_2 = \frac{m \cdot a}{k}$$

$$x_2 = \frac{0.5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{200 \text{ kg/s}^2}$$

$$x_2 = 0.025 \text{ m} = 2.5 \text{ cm}$$

4. Vzmet se raztegne 2,5 cm, če nanjo obesiš 0,5 kg. Izračunaj koeficient vzmeti! Koliko moramo obesiti na vzmet, da bo raztezek 3 cm?

Rp: Ali vidite kakšne vzporednice z prejšnjo nalogo???



Slika 9: To je za fazane.

5. Razstavi silo F na komponenti F_x in F_y ter izračunaj njuni vrednosti! Sila $F = 4\text{ N}$ je nagnjena glede na vodoravnico za 30° . Nalogo reši računsko in grafično!

Rp: Predpostavljam da je vodoravnica pravzaprav F_x .

$$\vec{F}_x + \vec{F}_y = \vec{F}$$

Hmm to se fazani učijo... škoda da ne znajo kotnih funkcij.

No fazani mate tm eno lepo sliko.. pa se znajdte.

$$\sin 30^\circ = \frac{F_y}{F}$$

$$F_y = F \cdot \sin 30^\circ$$

$$F_y = 4\text{ N} \cdot \frac{1}{2}$$

$$F_y = 2\text{ N}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{F_x}{F}$$

$$F_x = \cos 30^\circ \cdot F$$

$$F_x = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 4\text{ N}$$

$$F_x = 2\sqrt{3}\text{ N}$$

6. Razstavi silo F na komponenti F_x in F_y ter izračunaj njuni vrednosti! Sila $F = 5\text{ N}$ je nagnjena glede na vodoravnico za 60° . Nalogo reši računsko in grafično!

Rp: kot zgoraj $F_x = F \cos \varphi$ $F_y = F \sin \varphi$

7. Razstavi silo F na komponenti F_x in F_y ter izračunaj njuni vrednosti! Sila $F = 4\text{ N}$ je nagnjena glede na vodoravnico za 70° .

Rp: $F_x = 1,37\text{ N}$, $F_y = 3,76\text{ N}$

8. Razstavi silo F na komponenti F_x in F_y ter izračunaj njuni vrednosti! Sila $F = 8\text{ N}$ je nagnjena glede na vodoravnico za 20° .

Rp: $F_x = 7,52\text{ N}$, $F_y = 2,74\text{ N}$

9. Fotografski aparat z maso 1,5 kg stoji na stativu, ki ima tri noge. Kot med nogami stativa je 120° , kot med posamezno nogo stativa in navpičnico pa 30° . S kolikšno silo pritiska fotoaparat na vsako nogo stativa?
10. Cestna svetilka visi na sredi 10 m dolge žice, ki je napeta preko ceste. Zaradi teže svetilke 50 N se žica na sredini povesi za 50 cm. S kolikšno silo je napeta žica?
11. Sliko, ki tehta 60 N, bi radi obesili na steno. Imamo vrstico, ki se strga pri sili, večji od 60 N. Koliko največ sta lahko narazen pritrđišči vrvice, če je le-ta dolga 50 cm?
12. Lok ima tetivo z dolžino 1,5 m. S kolikšno silo moramo napeti lok, če je tetiva napeta s silo 200 N, kadar jo potegnemo za 20 cm k sebi?
13. Na dva dinamometra pritrđiš utež z maso 500 g. En dinamometer vlečeš vodoravno, drugega pa pod kotom 30° stopinj glede na vodoravnico. Koliko pokažeta dinamometra?
14. Na dva dinamometra pritrđiš utež z maso 400 g. Prvi dinamometer vleče utež vodoravno, drugi pa je nagnjen za kot 45° stopinj glede na vodoravnico. Kolikšno silo pokažeta dinamometra? Za kolikšen kot moramo nagniti drugi dinamometer, da bo pokazal trikrat toliko, kot pokaže prvi dinamometer?
15. Na dva dinamometra je pritrđena utež z maso 200 g. Oba dinamometra sta nagnjena za kot 45° glede na navpičnico. Kolikšno silo pokažeta dinamometra? Kolikšen mora biti ta kot, da vsak dinamometer pokaže enako vrednost, kot je sila teže?

Rp: ravnovesje sil:

$$F = \frac{F_g}{\sqrt{2}} = \frac{2\text{ N}}{\sqrt{2}} = 1,41\text{ N}$$

pri kotu $\varphi = 60^\circ$, kajti tedaj ležijo sile na stranicah enakostraničnega trikotnika

16. Na dva dinamometra je pritrđena utež z maso 200 g. Oba dinamometra sta nagnjena za kot 30° glede na navpičnico. Kolikšno silo pokažeta dinamometra? Kolikšen mora biti ta kot, da vsak dinamometer pokaže enako vrednost, kot je sila teže?
- Rp:** $F = 1,155\text{ N}$
17. Na dva dinamometra je pritrđena utež z maso 200 g. Oba dinamometra sta nagnjena za enak kot glede na navpičnico. Kolikšen mora biti ta kot, da dinamometra pokažeta enako vrednost kot je sila teže?
 18. Na dva dinamometra je pritrđena utež z maso 200 g. Oba dinamometra sta nagnjena za enak kot glede na navpičnico. Kolikšen mora biti ta kot, da dinamometra pokažeta dvakrat večjo vrednost kot je sila teže?
 19. Na telo delujeta sili $F = 8\text{ N}$ in $F = 12\text{ N}$ tako da je med njima kot 30° . Koliko je velikost rezultante? Nalogo reši računsko in grafično!
 20. Na telo delujeta sili $F = 15\text{ N}$ in $F = 10\text{ N}$ tako da je med njima kot 60° . Koliko je velikost rezultante? Nalogo reši računsko in grafično!
 21. V središču kvadratne plošče delujejo v ravnini sile 2 N proti oglišču A, 4 N proti oglišču B, 6 N proti oglišču C in 8 N proti oglišču D. Določi smer in velikost rezultante! Nalogo reši računsko in grafično!
 22. Na telo delujeta sili 5 N in 7 N tako da je med njima kot 30° . Koliko je velikost rezultante? Nalogo reši računsko in grafično!
 23. Na telo delujeta sili 5 N in 10 N tako da je med njima kot 60° . Koliko je velikost rezultante? Nalogo reši računsko in grafično!
 24. Izračunaj rezultanto sil 20 N in 15 N, če
 - (a) imata sili enako smer
 - (b) imata sili nasprotno smer
 - (c) imata skupno prijemališče in oklepata kot 90° !

Nalogo reši računsko in grafično!

Rp: primer seštevanja vektorjev:

$$F_a = 20 \text{ N} + 15 \text{ N} = 35 \text{ N}$$

$$F_b = 20 \text{ N} - 15 \text{ N} = 5 \text{ N}$$

$$F_c = \sqrt{(20 \text{ N})^2 + (15 \text{ N})^2} = 25 \text{ N}$$

25. Izračunaj rezultanto sil 20 N in 15 N, če

- (a) imata sili enako smer
- (b) imata sili nasprotno smer
- (c) je med silama pravi kot!

Rp: primer seštevanja vektorjev kot zgoraj:

$$F_a = 28 \text{ N}$$

$$F_b = 4 \text{ N}$$

$$F_c = 20 \text{ N}$$

26. Izračunaj rezultanto sil 4 N in 5 N, če

- (a) imata sili enako smer
- (b) imata sili nasprotno smer
- (c) imata skupno prijemališče in oklepata kot 90°!
- (d) imata skupno prijemališče in oklepata kot 60°!

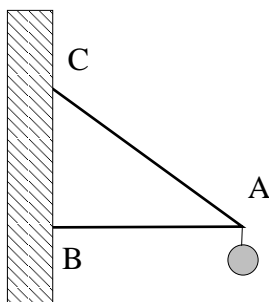
Nalogo reši računsko in grafično!

27. Izračunaj rezultanto sil 4 N in 3 N, če

- (a) imata sili enako smer
- (b) imata sili nasprotno smer
- (c) imata skupno prijemališče in oklepata kot 90°!
- (d) imata skupno prijemališče in oklepata kot 60°!

Nalogo reši računsko in grafično!

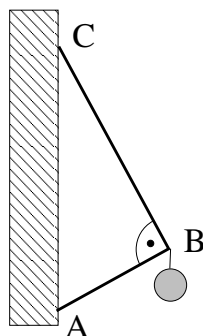
28. Izračunaj maso svetilke, če je sila v vrvi AC enako 140 N, v drogu AB pa 100 N! Nalogo reši računsko in grafično! Glej sliko 10!



Slika 10: Svetilka na steni.

29. Izračunaj maso svetilke, če je sila v vrvi CB enaka 8 N, v drogu AB pa 6 N! Nalogo reši računsko in grafično! Glej sliko 11!

30. Napiši vse 3 Newtonove zakone s simboli in besedami!!! Napiši vse zaviralne sile. Posebej silo upora (skupina b=trenja)



Slika 11: Svetilka na steni.

Rp: 1. *Inercija ali vztrajnost:* telo vztraja v svojem gibanju, če ga ne zmoti nobena zunanja sila. Če in samo če je vsota vseh sil na telo enaka 0, potem telo miruje ali pa se giblje premo-enakomerno.

2.: vsota zunanjih sil na opazovano telo je produktu med maso telesa in njegovim pospeškom.

3. *reakcija:* Če 1. telo deluje na 2. telo z neko silo, potem tudi 2. telo deluje na 1. telo z nasprotno enako silo.

Zaviralne sile: LEPENJE, TRENJE, UPOR.

TRENJE: deluje med nekim telesom in neko stvarjo (tla, drugo telo...).

Telo se pri trenju GIBLJE.

LEPENJE: deluje med nekim telesom in neko stvarjo (tla, drugo telo...).

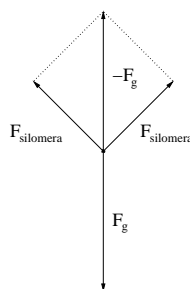
Telo se pri lepenju NE GIBLJE.

UPOR: (npr. zraka): ko neko telo npr. pada s stolpnice ima manjši pospešek od $9,81 \text{ m/s}^2$, ker ga upor zraka zaustavlja. Tako telo pade na tla z manjšo hitrostjo, kot pa bi pri padu brez upora zraka (prosti pad).

NE POZABI NAPISATI NEWTONOVE ZAKONE ŠE S SIMBOLI!!!!

31. Dva silomera sta nagnjena za 45° glede na navpičnico. Na silomera je pritrjena kroglica z maso 400 g . Koliko pokažeta silomera? Za kolikšen kot glede na navpičnico morata biti nagnjena silomera, da pokažeta 2 krat večjo silo, kot je pa teža kroglice?

Rp: Narišemo in sile sestavimo v trikotnik.



Slika 12: Dva dinamometra.

$$F_{\text{kroglice}} = 4 \text{ N}$$

$$\text{RAZBEREMO Z SLIKE 12: } F_{\text{silomera}} = \frac{F_g}{2} \cdot \sqrt{2} = 2 \text{ N} \cdot 1,41 = 2,8 \text{ N}$$

če naj silomera pokažeta 2 krat večjo silo, potem mora vsak kazati 8 N , ne pa 4 N in zato trikotnik ni več enakostranični - je pa naloga težja;

velja:

$$\cos \alpha = \frac{\frac{F_g}{2}}{F_{\text{silomera}}}$$

ker je: $F_{silomera} = 2F_g$

sledi:

$$\cos \alpha = \frac{1}{4}$$

in $\alpha = 75,6^\circ$

32. Gostota bakra je $8,9 \text{ g/cm}^3$. Kako dolgo žico s premerom 2 mm lahko narediš iz 3 kg bakra?

Rp: polmer žice je samo polovica premera $r = 1 \text{ mm}$

$$m = \rho V = \rho S l = \rho \pi r^2 l$$

$$l = \frac{m}{\rho \pi r^2} = 107,3 \text{ m}$$

33. Gostota aluminija je $2,7 \text{ g/cm}^3$. Koliko je višina Al plošče s stranicama 3 m in 4 m, če je masa plošče 6 kg?

Rp:

$$m = \rho V = \rho S h = \rho a b h$$

$$h = \frac{m}{\rho a b} = 0,185 \text{ m}$$

34. Boja s polmerom 1,11 dm je pritrjena z žico na dno morja, tako da je boja tik pod gladino. Teža boje je 30 N. Predpostavi, da ima morska voda enako gostoto kot sladka voda.

(a) sila vzgona

(b) sila žice

(c) koliko % boje je pod vodo, če se žica strga in boja splava na površje

Rp:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 5,7 \text{ dm}^3$$

gostota H_2O je 1 kg/dm^3

a)

$$F_v = \rho_{tekočina} \cdot V \cdot g = 1 \text{ kg/dm}^3 \cdot 5,7 \text{ dm}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 57 \text{ N}$$

b)

$$F_z = F_v - F_g = 57 \text{ N} - 30 \text{ N} = 27 \text{ N}$$

c)

$$\rho_{boje} = \frac{m}{V} = \frac{3 \text{ kg}}{5,7 \text{ dm}^3} = 0,53 \text{ kg/dm}^3 \Rightarrow 53\%$$

53% boje je pod vodo

35. Okrogla boja s polmerom 0,91 dm, ki je težka 20 N, je pritrjena na morsko dno s kovinsko žico tako, da je popolnoma potopljena. V računih predpostavi, da je gostota morske vode enaka gostoti sladke vode!

(a) Kolikšna je sila vzgona na bojo?

(b) S kolikšno silo je napeta žica?

(c) Žica se strga in boja priplava na gladino. Kolikšen del njene prostornine ostane pod vodo?

Rp: prostornina boje: $V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 3,14 \text{ dm}^3$

sila vzgona: $F_v = \rho_v g V = 31,4 \text{ N}$

sila, s katero je napeta žica: $F = F_v - F_g = 11,4 \text{ N}$

del žoge pod vodo: $\frac{V'}{V} = \frac{\rho_v g V'}{\rho_v g V} = \frac{F_g}{F_v} = 0,635$

36. Okrogla boja s polmerom 1,11 dm, ki je težka 30 N, je pritrjena na morsko dno s kovinsko žico tako, da je popolnoma potopljena. V računih predpostavi, da je gostota morske vode enaka gostoti sladke vode!

- (a) Kolikšna je sila vzgona na bojo?
 (b) S kolikšno silo je napeta žica?
 (c) Žica se strga in boja priplava na gladino. Kolikšen del njene prostornine ostane pod vodo?

37. Pri merjenju mase kovanca smo kovanice polagali v valjasto posodo in merili, koliko je višina potopljenega dela posode. Peter je nameril naslednje podatke.

Premer posode je $d = 2,257$ cm in zato je presek valjaste posode $S = \pi r^2 = 4$ cm². Število kovanec v posodi je označil z N , višino potopljenega dela posode pa s h . Izmerjene podatke je zapisal v tabelo.

N	4	5	6	7	8	9	10
h [cm]	9,4	10,3	12	13,49	15	16,9	17,6

Nariši graf prostornine potopljenega dela posode v odvisnosti od števila kovanec! Koliko je masa enega kovanca? Koliko je masa valjaste posode?

Rp: Vnesemo točke v graf, kjer odčitamo V_s in V_1 . Točke naj bodo jasno vidne, premico narišemo tako, da se kar najbolj prilega točkam.

$$h_1 \doteq 1,5 \text{ cm}, V_1 \doteq 6 \text{ cm}^3, m_1 \doteq 6 \text{ g}, m_s \doteq 12 \text{ g}$$

38. Pri merjenju mase kovanca smo kovanice polagali v valjasto posodo in merili, koliko je višina potopljenega dela posode. Peter je nameril naslednje podatke.

Premer posode je $d = 2,257$ cm in zato je presek valjaste posode $S = \pi r^2 = 4$ cm². Število kovanec v posodi je označil z N , višino potopljenega dela posode pa s h . Izmerjene podatke je zapisal v tabelo.

N	4	5	6	7	8	9	10
h [cm]	8,2	10,05	11	12,25	13,5	14,45	16,3

Nariši graf prostornine potopljenega dela posode v odvisnosti od števila kovanec! Koliko je masa enega kovanca? Koliko je masa valjaste posode?

Rp: $h_1 \doteq 1,25$ cm, $V_1 \doteq 5$ cm³, $m_1 \doteq 5$ g, $m_s \doteq 14$ g

39. Žoga ima maso 400 g in če plava na vodi, je 20% njene prostornine potopljene.

- (a) Katere sile delujejo na žogo, kadar plava in kako velike so?
 (b) S kolikšno silo je potrebno potisniti žogo, da jo popolnoma potopimo pod vodo?
 (c) S kolikšnim pospeškom se začne žoga dvigovati, če jo spustimo iz globine enega metra. V začetnem trenutku lahko zanemarimo silo upora!

Rp: gremo po vrsti:

- (a) $F_g = F'_v = 4$ N
 (b) $F = F_v - F_g = 16$ N
 (c) $a = F/m = 40$ m/s²

40. Žoga ima maso 400 g. Če jo potopimo en meter pod vodno gladino, jo moramo tiščati navzdol s silo $F = 15$ N, da se ne dvigne.

- (a) S kolikšnim pospeškom se začne žoga dvigovati, če jo spustimo iz globine enega metra. V začetnem trenutku lahko zanemarimo silo upora!
 (b) Katere sile delujejo na žogo, kadar plava in kako velike so?
 (c) Kolikšen del (koliko procentov) žoge ostane potopljen pod vodo, ko žoga priplava na površje?

Rp: gremo po vrsti:

- (a) pospešek $a = \frac{F}{m} = \frac{15 \text{ N}}{0,4 \text{ kg}} = 37,5$ m/s²
 (b) kadar telo plava nanj delujeta teža F_g in vzgon F'_v ; sili sta nasprotno enaki – ker je teža velika $F_g = 4$ N, je velikost sile vzgona prav tolikšna $F'_v = 4$ N – seveda, vzgon deluje le na tisti del žoge, ki je potopljen

- (c) razmerje med potopljeno prostornino žoge, ko plava V' in celotno prostornino V je enako razmerju med vzgonom na žogo, ko plava, in vzgonom na žogo, ko je popolnoma potopljena:

$$\frac{V'}{V} = \frac{\rho_v g V'}{\rho_v g V} = \frac{F'_v}{F_v} = \frac{4 \text{ N}}{15 \text{ N} + 4 \text{ N}} = 0,21 = 21\%$$

saj je sila vzgona na žogo, ko je popolnoma potopljena enaka vsoti sile teže in sile, s katero moramo tiščati žogo pod vodo.

41. Koliko je gostota Zemlje, ki ima maso $6 \cdot 10^{24}$ kg in radij 6400 km?
42. Koliko je gostota Sonca, ki ima maso $2 \cdot 10^{30}$ kg in radij 700000 km?
43. Izračunaj, koliko "kg" lahko nosi balon, ki je napolnjen s 1000 m^3 vodika! Gostota vodika je $0,08 \text{ kg/m}^3$, gostota zraka pa $1,2 \text{ kg/m}^3$!
44. Ko na vzmet obesimo utež, se vzmet raztegne za a . Nato utež potopimo v vodo. Vzmet se tedaj raztegne b . Maso uteži smo pozabili stehtati, vemo pa, da je $a > b$. Koliko je gostota uteži? Rezultat izrazi z gostoto vode in obema raztezkoma!
45. Ko na vzmet obesimo utež, se vzmet raztegne za x . Nato utež potopimo v vodo. Vzmet se tedaj raztegne y . Maso uteži smo pozabili stehtati, vemo pa, da je $x > y$. Koliko je gostota uteži? Rezultat izrazi z gostoto vode in obema raztezkoma!
46. Ko na vzmet obesimo utež z maso 200 g, se vzmet raztegne 7 cm. Nato utež potopimo v vodo. Vzmet se tedaj raztegne 5 cm. Koliko je gostota uteži?

Rp: kombiniramo Hookov zakon in Arhimedov zakon

po varianti a) izračunamo koeficient prožnosti $k = \frac{F_g}{x_1}$ ($= 2/4 \text{ N/cm} = 0,286 \text{ N/cm}$); no saj nam računa ni treba končati!

nato silo vzgona: $F_v = k(x_1 - x_2) = \frac{F_g}{x_1}(x_1 - x_2)$ ($= \frac{4 \text{ N}}{7}$)

nato pa iz razmerja med težo in vzgonom izračunamo gostoto uteži:

$$\frac{F'_g}{F_v} = \frac{\rho V g}{\rho_v V g} = \frac{\rho}{\rho_v} \Rightarrow \rho = \rho_v \frac{F_g}{F_v} = \frac{\rho_v x_1}{x_1 - x_2} = 3,5 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

po varianti b) ravno tako izračunamo koeficient prožnosti k ter silo vzgona $F_v = k(x_1 - x_2) = \rho_v V g$

nadaljujemo malo drugače:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{k(x_1 - x_2)}{\rho_v g}} = \frac{m g \rho_v}{k(x_1 - x_2)} = \frac{k x_1 \rho_v}{k(x_1 - x_2)} = \frac{\rho_v x_1}{x_1 - x_2} = 3,5 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

in zanimivo – rezultat sploh ni odvisen od koeficienta prožnosti vzmeti!

47. Kocka iz stiropora plava na vodi. Stranica kocke je dolga 8 cm. V vodo je potopljen 1 cm stranice, 7 cm pa so zunaj.
 - (a) Koliko je gostota stiropora?
 - (b) Koliko je sila vzgona, ki deluje na kocko?
 - (c) Koliko je teža kocke?
 - (d) Kolikšno breme še lahko položimo na kocko, ne da potone?

Rp: $\rho_s = 0,125 \text{ kg/dm}^3$

$$F_v = 64 \text{ mN}$$

$$F_g = 64 \text{ mN}$$

$$F'_g = 448 \text{ mN}$$

48. Kocka iz lesa plava na vodi. Stranica kocke je dolga 12 cm. V vodo je potopljeno 7 cm stranice, 5 cm pa so zunaj.

- (a) Koliko je gostota lesa?
- (b) Koliko je sila vzgona, ki deluje na kocko?
- (c) Koliko je teža kocke?
- (d) Kolikšno breme še lahko položimo na kocko, ne da potone?

Rp: Arhimedov zakon!

$$\rho_l = \rho_v \frac{h}{a} = 0,583 \text{ kg/dm}^3$$

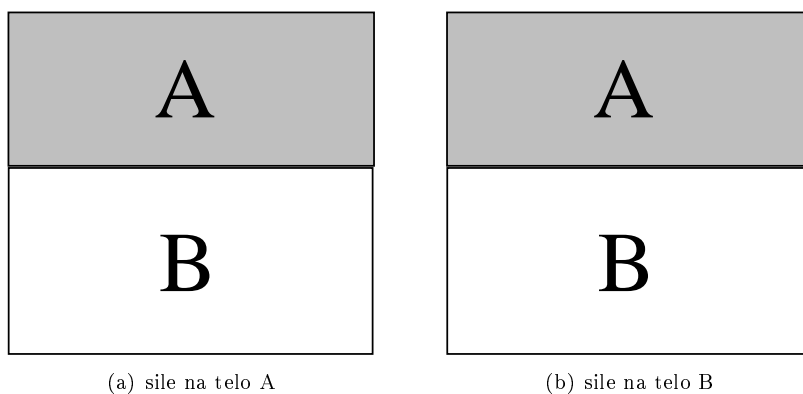
$$F_v = \rho_v g V = \rho_v g a^2 h = 10,08 \text{ N}$$

$$F_g = 10,08 \text{ N}$$

$$F'_g = F_{v0} - F_g = \rho_v g a^3 - \rho_l g a^3 = \rho_v g a^3 - \rho_v \frac{h}{a} g a^3$$

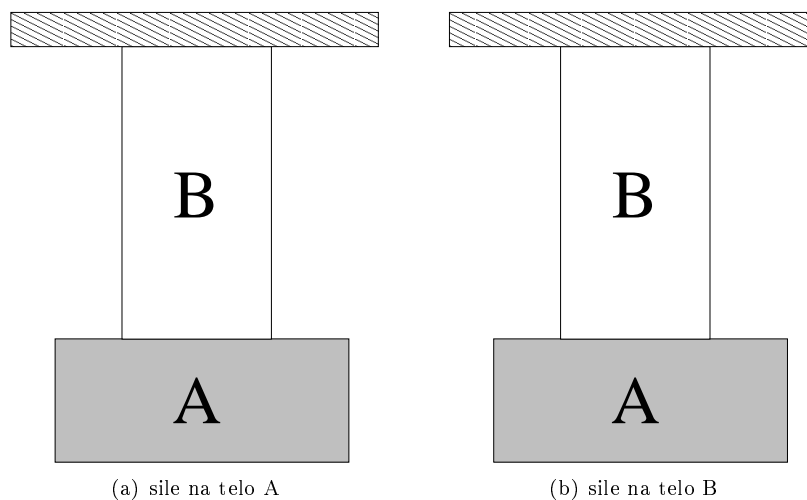
$$F'_g = \rho_v g a^2 (a - h) = F_v \frac{a - h}{h} = F_v \frac{5 \text{ cm}}{7 \text{ cm}} = 7,2 \text{ N}$$

49. Na telo delujeta v isti točki dve sili: $F_1 = 10 \text{ N}$ in $F_2 = 20 \text{ N}$. Izračunaj velikost in smer rezultante, če:
- (a) sili delujeta vodoravno proti desni?
 - (b) prva deluje vodoravno proti levi, druga pa vodoravno proti desni?
 - (c) prva deluje navpično navzgor, druga pa vodoravno proti levi?
50. Enaki sili oklepata pravi kot, imata velikost 10 N in prijemljeta v isti točki. Poišči silo z istim prijemališčem, ki je z njima v ravnovesju! Nalogo reši računsko in grafično! Ne pozabi napisati merilo za grafično rešitev!
51. Sili 5 N in 12 N oklepata pravi kot in prijemljeta v isti točki. Poišči silo z istim prijemališčem, ki je z njima v ravnovesju! Nalogo reši računsko in grafično! Ne pozabi napisati merilo za grafično rešitev!
52. Sraka sede na vodoravno napeto telegrafsko žico. Obkroži!
- (a) napetost žice se ne spremeni
 - (b) napetost žice se poveča za težo ptice
 - (c) napetost žice se zmanjša za težo ptice
 - (d) napetost žice se poveča več kot za težo ptice
 - (e) napetost žice se zmanjša za več kot za težo ptice
53. V roki držimo vzmetno tehtnico, na kateri visi utež z maso 250 g . Koliko kaže tehtnica:
- (a) ko roka miruje?
 - (b) ko se roka giblje navzgor s pospeškom $1,5 \text{ m/s}^2$?
 - (c) ko se roka giblje enakomerno navzgor s hitrostjo $0,2 \text{ m/s}$?
 - (d) ko se roka giblje navzdol s pospeškom $1,5 \text{ m/s}^2$?
54. Na vrv pod dvigalom je obešeno breme 150 kg . S kolikšno silo breme napenja vrv,
- (a) če dvigalo miruje?
 - (b) če se dvigalo giblje navzdol s pospeškom $1,5 \text{ m/s}^2$?
 - (c) če se dvigalo giblje enakomerno navzdol s hitrostjo 1 m/s ?
 - (d) če se dvigalo giblje navzgor s pospeškom $1,5 \text{ m/s}^2$?
55. Teža telesa A je 1 N , teža telesa B pa 2 N . Sile riši kot usmerjene daljice; 1 N predstavi z daljico dolžine 2 cm . Glej sliko 13!
- (a) Na sliko 13(a) nariši vse sile, ki delujejo na telo A!



Slika 13: Sile na telo A in B.

- (b) Na sliko 13(b) nariši vse sile, ki delujejo na telo B!
 - (c) Koliko je sila telesa A na telo B?
 - (d) Koliko je sila telesa B na telo A?
 - (e) S kolikšno silo deluje podlaga na telo B?
 - (f) S kolikšno silo deluje telo B na podlago?
 - (g) Kolikšna je rezultanta vseh sil na telo A?
 - (h) Kolikšna je rezultanta vseh sil na telo B?
56. Teža telesa A je 3 N, teža telesa B pa 1 N. Sile riši kot usmerjene daljice; 1 N predstavi z daljico dolžine 1 cm. Glej sliko 14!



Slika 14: Sile na telo A in B.

- (a) Na sliko 14(a) nariši vse sile, ki delujejo na telo A!
- (b) Na sliko 14(b) nariši vse sile, ki delujejo na telo B!
- (c) Koliko je sila telesa A na telo B?
- (d) Koliko je sila telesa B na telo A?
- (e) S kolikšno silo deluje strop na telo B?
- (f) S kolikšno silo deluje telo B na strop?
- (g) Kolikšna je rezultanta vseh sil na telo A?
- (h) Kolikšna je rezultanta vseh sil na telo B?

57. Telo vlečemo s stalno hitrostjo po podlagah z različnimi koeficienti trenja. Razmerje koeficientov je $k_1 : k_2 : k_3 = 0,2 : 0,04 : 0,8$. Kolikšno je razmerje sil, s katerimi vlečemo? $F_1 : F_2 : F_3 =$ (Obkroži!)
- (a) $1 : 1 : 1$
 (b) $0,8 : 0,04 : 0,2$
 (c) $10 : 2 : 40$
 (d) $1 : 0,2 : 4$
 (e) $0,1 : 0,5 : 0,025$

58. Pri merjenju razteznosti vzmeti, smo namerili raztezke in sile, ki so v tabeli:

x [cm]	0,991	3,14	4,98	6,56	8,51	10,6	12,1
F [N]	0,769	2,07	3,64	4,60	6,90	7,93	8,78

Nariši graf sile v odvisnosti od raztezka! Koliko je koeficient prožnosti? Koliko je relativna napaka tako določenega koeficienta?

59. Pri merjenju koeficienta trenja, smo namerili vlečne sile in sile teže, ki so v tabeli:

F_g [N]	3,14	5,46	7,15	9,00	11,8	11,7	15,5
F_{vl} [N]	0,61	0,90	1,45	1,62	2,10	2,50	2,74

Nariši graf sile trenja v odvisnosti od sile podlage! Koliko je koeficient trenja? Koliko je relativna napaka tako določenega koeficienta?

3.2 na klancu

- Kolikšen je naklonski kot klanca, če moram voz z maso 20 kg vleči po klancu navzgor s silo 100 N, da miruje? Nalogo reši računsko in grafično!
- Kolikšen je naklonski kot klanca, če moram voz z maso 20 kg vleči po klancu navzgor s silo 100 N, da miruje? Nalogo reši računsko in grafično!
- Na klancu s strmino 100% leži zaboj z maso 30 kg. Kolikšna je sila lepenja med zabojem in podlago, če zaboj miruje?
- Kolikšen je naklonski kot klanca, če klada z maso 20 kg pritiska na podlago s silo 173 N? Nalogo reši računsko in grafično!
- Na tiru, ki je nagnjen 10° glede na vodoravnico stoji vagon z maso 2 t. S kolikšno silo moraš držati vagon, da ne zdrvi po klancu navzdol, če je sila trenja zanemarljiva?
- Na klanec z naklonskim kotom 30° položimo telo z maso 40 kg. Najmanj s kolikšno silo moramo pritiskati na telo pravokotno na klanec, da ne bo drselo po klancu navzdol? Koeficient lepenja med telesom in podlago je 0,1.
- Na klancu z naklonskim kotom 45° leži zaboj z maso 30 kg. Kolikšna je sila lepenja med zabojem in podlago, če zaboj miruje?
- Na tiru, ki je nagnjen 10° glede na vodoravnico stoji vagon z maso 2 t. S kolikšno silo moraš držati vagon, da ne zdrvi po klancu navzdol, če je koeficient trenja $k_t = 0,01$?
- Na klancu, ki je dolg 10 km in visok 100 m stoji vagon z maso 5 t. S kolikšno silo moraš držati vagon, da ne zdrvi po klancu navzdol, če je trenje zanemarljivo majhno? Kaj pa če je koeficient trenja 0,1?
- Po klancu, ki je nagnjen 30° glede na vodoravnico, se pelje smučar s hitrostjo 15 m/s. Masa smučarja z opremo je 90 kg. Kolikšen je koeficient trenja med smučmi in snegom, če je hitrost smučarja stalna?
- S sanmi se pelješ po klancu, ki je nagnjen 30° glede na vodoravnico. Tvoja masa s sanmi je 70 kg. Kolikšen je koeficient trenja med sanmi in snegom, če je tvoja hitrost stalna?

12. Lokomotiva vleče vrsto vagonov s skupno maso 500 ton navkreber po klancu s strmino 1,5% in sicer s hitrostjo 30 km/h. Kolikšna sila je za to potrebna, če ne upoštevamo trenja in zračnega upora? Kolikšna pa je sila, če upoštevamo koeficient trenja 0,05? Kolikšna je rezultanta vseh zunanjih sil, ki delujejo na ves vlak v obeh primerih?
13. Po klancu, ki je dolg 10 km in visok 100 m pelje vlak z maso 250 t s konstantno hitrostjo 20 m/s. Kolikšna sila je potrebna za to, če je trenje zanemarljivo majhno? Kaj pa če je koeficient trenja 0,1? S kolikšno silo vleče 15 t lokomotiva vagona?
14. Po klancu, ki je visok 10 m, pelje navzdol kolesar s stalno hitrostjo $v = 12$ m/s, tako da je v 40 s pri vznožju klanca. Sila trenja $F = 15$ N zavira kolesarja. Koliko je masa kolesarja s kolesom in kolikšen je koeficient trenja?
15. Avtomobil pelje navzdol po klancu s stalno hitrostjo $v = 108$ km/h. V času 30 s pripelje do vznožja klanca, ki je visok 100 m. Sila trenja $F = 120$ N zavira kolesarja. Koliko je masa avtomobila in kolikšen je koeficient trenja?
16. Delavec se posluži 2,4 m dolgih rant, da dvigne 3200 N težak sod na 80 cm visok voz. S koliko silo mora pehati sod vzporedno s klancem?
17. Lokomotiva vleče 400-tonski vlak s stalno silo 45 kN po klancu navzgor. Koliko časa potrebuje vlak, da pripelje na vrh 1 km dolgega klanca, če pelje s stalno hitrostjo 10 m/s? Koliko je višina klanca, če trenje zanemariš? Kaj pa če upoštevaš koeficient trenja 0,002? Sod z maso 98 kg valimo na vagon po 1,2 m visokem in 5 m dolgem klancu. Kolikšna sila je za to potrebna, če ne upoštevamo trenja, in kolikšna, če upoštevamo koeficient trenja 0,2?
18. Klin zabijemo v les s silo 160 N. S kolikšno silo pritiska klin na les, če je čelo klina široko 4,2 cm in stranica dolga 20,5 cm? Kaj pa če upoštevamo še trenje? ($k = 0,25$)
19. Kolikšna sila mora delovati na čelo klina, ki ga zabijamo v les, če les deluje na stranice klina s silo 500 N? Širina čela je 5,4 cm in dolžina stranice klina 45 cm. Kaj pa če upoštevamo še trenje? ($k_t = 0,25$)
20. Vijak z radijem 1 cm ima pet navojev na enem centimetru dolžine in je postavljen tako, da je njegova os navpična. Kolikšno silo v navpični smeri navzdol lahko premaguje vijak, ne da bi se začel odvijati, če je koeficient lepenja med vijakom in podlago 0,05? Kaj pa če upoštevaš še maso vijaka 500 g?
21. Na klancu, ki je nagnjen 30° glede na vodoravnico stoji voz z maso 50 kg. Koeficient lepenja med vozom in podlago je 0,2. Kako velika dodatna sila zadržuje voz na klancu, če vleče vzporedno s klancem? Kako velika sila pa mora tiščati voz pravokotno na klanec, da ne zdrсне?
22. Na klancu miruje telo s težo 5 N. Klanec je dolg 5 m in visok 3 m.
 - (a) Nariši sliko v ustreznem merilu ter vse sile na telo ter jih označi!
 - (b) Koliko je sila lepenja (to je sila trenja v mirovanju)?
 - (c) Najmanj koliko je koeficient lepenja, da telo lahko miruje na takšnem klancu?
 - (d) Če telo potegnemo po klancu navzdol s silo 1 N, se premakne. Koliko je sedaj koeficient lepenja?
 - (e) S kolikšno silo bi morali to telo vleči po klancu navzgor, da bi se začelo premikati?
23. Na klancu miruje telo s težo 10 N. Klanec je dolg 10 m in visok 6 m.
 - (a) Nariši sliko v ustreznem merilu ter vse sile na telo ter jih označi!
 - (b) Koliko je sila lepenja (to je sila trenja v mirovanju)?
 - (c) Najmanj koliko je koeficient lepenja, da telo lahko miruje na takšnem klancu?
 - (d) Če telo potegnemo po klancu navzdol s silo 1 N, se premakne. Koliko je sedaj koeficient lepenja?
 - (e) S kolikšno silo bi morali to telo vleči po klancu navzgor, da bi se začelo premikati?

3.3 navor

1. Pri kolikšni ročici povzroči sila 5 N navor 3 Nm, če je kot med silo in ročico 45° ?
2. S kolikšno silo ščipljejo klešče žico, kadar stiskamo ročaje klešč na razdalji 15 cm od osi s silo 500 N in so čeljusti klešč oddaljene od osi 2,1 cm?
3. Pri kolesu na vreteno je polmer vretena 20 cm, polmer kolesa pa 60 cm. Kolikšna sila je potrebna, da dvignemo iz vodnjaka čeber z 20 l vode?
4. Železen drog uporabimo kot vzvod za dvigovanje 800 N težke skale. S kolikšno silo moramo pritisniti na drog, če vzvod podpremo tako, da je konec s katerim dvigujemo skalo dolg 1,5 m, konec na katerem pritiskamo pa je dolg 3 m?
5. S 4 m dolgim železnim vzvodom hočemo dvigniti 4200 N težak voz s silo 500 N. Kje moramo vzvod podstaviti?
6. Rimska tehtnica je sestavljena iz železne palice z maso 3 kg in dolžino 70 cm. Podprta je na četrtini dolžine. Koliko sta največja in najmanjša masa, ki jo lahko stehtamo, če je na daljšem koncu palice premična utež z maso 10 kg? (namig: Kje mora stati premična utež, če tehtamo najmanjšo maso, in kje, če tehtamo največjo maso?)
7. Rimska tehtnica je sestavljena iz železne palice z maso 5 kg je dolžino 50 cm. Podprta je na četrtini dolžine. Koliko je največja in najmanjša masa, ki jo lahko stehtamo, če je na daljšem koncu palice premična utež z maso 10 kg? Kje mora stati premična utež, če tehtamo najmanjšo maso, in kje, če tehtamo največjo maso?
8. Tudi z ravnilom lahko tehtamo. 30 cm ravnilo podpremo na oznaki 5 cm. Na daljšem koncu lahko premikamo utež z maso 100 g. Koliko je največja in koliko najmanjša masa, ki jo lahko stehtamo s takšnim ravnilom, če je breme obešeno na koncu krajšega dela ravnila?
9. Na dveh stebrih sloni 6 m dolg drog. Na razdalji 2 m od levega konca je obešeno breme 300 N. Poišči sili, ki delujeta na stebra?
10. Letev z dolžino 65 cm je podprta na konceh. S kolikšno silo pritiska na vsako podporo, če je v razdalji 25 cm od enega konca obešeno breme s težo 65 N?
11. Preko 5 m širokega potoka je napeta brv in na njej stoji 2 m od brega 750 N težak človek. S kolikšnima silama pritiska brv na bregova?
12. 100 N težak drog je v vodoravni legi podprt na tretjini svoje dolžine. Z daljšim koncem se naslanja na tehtnico. Koliko pokaže tehtnica?
13. Tram z dolžino 7 m je težak 500 N. Podprt je na konceh. S kolikšno silo pritiska na vsako oporo, če je na razdalji 3 m od enega konca obešeno 1000 N težko breme?
14. Delavca nosita na kovinskem drogu 50 litersko vedro polno vode. Drog je dolg 1,5 m, vedro pa je obešeno en meter stran od prvega delavca. Kolikšno silo morata premagovati nosača?
15. Na enem koncu trama z dolžino 10 m in z maso 20 kg je obešena utež za 9 kg. V kateri točki moramo tram podpreti, da bo v ravnovesju?
16. Stojalo za obleke sestavlja okrogla kovinska plošča z maso 6 kg in polmerom 15 cm in zanemarljivo lahek nosilec v obliki črke "T" z višino 180 cm in celotno dolžino 100 cm v vodoravni smeri. Kako težak je največ lahko plašč, ki ga obesimo prav na konec, da se stojalo ravno še ne prevrne? Najprej določi os, okrog katere se stojalo zavrti, če je preobremenjeno!
17. Traktor vozi prečno po klancu z nagibom 30° . Kako visoko sme biti njegovo težišče, da se ravno še ne prevrne? Razdalja med zadnjima kolesoma je 120 cm. Premisli, okoli katere premice se traktor prevrne!
18. Lahka metrska palica je na konceh vodoravno obešena na vzmeteh s koeficientoma 5 N/cm in 8 N/cm. Kam moramo obesiti breme, da ostane palica vodoravna?

Rp: Če smemo zanemariti maso palice, potem ugotovimo, da je rezultat neodvisen od mase uteži, ki jo obesimo na palico. Začnemo pri ravnovesju navorov. Navor na levi strani pritrdišča (obesišča) uteži mora biti enak navoru na desni strani:

$$k_1 x r_1 = k_2 x (r - r_1)$$

Uporabljene oznake: k_1 in k_2 sta koeficienta vzmeti, r_1 in r_2 sta razdalji od pritrdišča uteži do posamezne vzmeti in njuna vsota je enaka dolžini palice $r_1 + r_2 = r$, x pa je raztezek obeh vzmeti, ki mora biti enak, če naj bo palica vodoravna – pri tem predpostavimo, da je bila v začetku, preden smo nanjo obesili utež, tudi vodoravna!

Izrazimo recimo razdaljo r_1 in izračunamo:

$$r_1 = \frac{r}{\frac{k_1}{k_2} + 1} = \frac{2m}{\frac{8 \text{ N/cm}}{5 \text{ N/cm}} + 1} = 0,77 \text{ m} = 77 \text{ cm}$$

Ugotovimo, da moramo utež pritrditi 77 cm od konca, kjer je vzmet s koeficientom 8 N/cm.

19. Lahka, 2 m dolga palica je na koncih vodoravno obešena na vzmeteh s koeficientoma 16 N/cm in 4 N/cm. Kam moramo obesiti breme, da ostane palica vodoravna? Kaj se spremeni, če upoštevaš maso palice $m = 600 \text{ g}$?

Rp: $r_1 = 40 \text{ cm}$

Če upoštevamo še maso palice, potem imamo težave, saj se vzmeti že na začetku raztegneti. Vsekakor je rezultat odvisen od mase palice!

20. Na ravnem, homogenem drogu s težo 50 N so tri uteži. Prva z maso 10 kg je obešena na levem koncu, druga z maso 5 kg visi pol metra levo od sredine in tretja z maso 4 kg na desnem koncu. Kje je težišče sistema? Dolžina droga je 4 m.
21. Na ravnem, homogenem drogu z dolžino 3 m so obešene 3 uteži: 4 kg na levem koncu, 60 cm proti desni je utež za 5 kg in 10 kg na desnem koncu. Drog je težak 60 N. Kje je težišče sistema?
22. Lahka plošča ima obliko kvadrata s stranico 20 cm. Na ogliščih plošče so pritrjene uteži s težami 2 N, 3 N, 5 N, 10 N. Kje je težišče sistema?

Rp: Ko kvader projiciramo na eno stranico, recimo vzdolž osi X, potem dobimo daljico, ki ima na koncih teži 2 N + 10 N in 3 N + 5 N, ki sta razmaknjeni za a , zato je vzdolž te daljice težišče:

$$x_t = \frac{a \cdot 8 \text{ N}}{20 \text{ N}} = \frac{2}{5} a = 8 \text{ cm}$$

Ko kvader projiciramo na drugo stranico, recimo vzdolž osi Y, potem dobimo daljico, ki ima na koncih teži 2 N + 3 N in 10 N + 5 N, ki sta razmaknjeni za a , zato je vzdolž te daljice težišče:

$$y_t = \frac{a \cdot 15 \text{ N}}{20 \text{ N}} = \frac{3}{4} a = 15 \text{ cm}$$

23. Lahka plošča ima obliko enakostraničnega trikotnika s stranico 20 cm. Na ogliščih plošče so pritrjene uteži s težami 2 N, 3 N in 5 N. Kje je težišče sistema?

Rp: Malo zapleteneje kot zgoraj, saj imamo v enem primeru na daljici tri masne točke.

$$x_t = 11 \text{ cm}, y_t = 8,6 \text{ cm}.$$

24. Tri zelo lahke letvice, dolge po 20 cm, sestavimo v trikotnik. V oglišča trikotnika pritrdimo kroglice z masami 10 g, 20 g in 30 g. Kje je težišče trikotnika?
25. Na drog, podprt v sredini, obesimo na levi strani breme 9 kg v razdalji 60 cm in breme 8 kg v razdalji 15 cm od osi. Na desni strani pa breme 11 kg v razdalji 40 cm od osi. Koliko moramo obesiti na desni strani v razdalji 30 cm od osi, da bo sistem v ravnovesju?
26. Jeklena palica ima dolžino 1 m in maso 1,2 kg. Na eni strani je s tečajem pritrjena na omarico. Na palici je 30 cm od tečaja (kjer je os) pritrjeno breme z maso 4 kg.

(a) Koliko je navor teže palice?

- (b) Koliko je navor teže bremena?
- (c) Koliko je vsota vseh navorov na palico, če le-ta miruje??
- (d) Kolikšne navor je potreben, da palico obdrži v ravnovesju?
- (e) S kolikšno silo je treba držati palico na drugi strani tečaja, da bo mirovala?

Rp: $M_t = mg\frac{l}{2} = 6 \text{ Nm}$, $M_b = mgl = 12 \text{ Nm}$, $\Sigma \vec{M} = 0$, $M = M_b + M_t = 18 \text{ Nm}$, $F = \frac{M}{l} = 18 \text{ N}$

27. Jeklena palica ima dolžino 2 m in maso 1,5 kg. Na eni strani je s tečajem pritrjena na omarico. Na palici je 70 cm od tečaja (kjer je os) pritrjeno breme z maso 4 kg.
- (a) Koliko je navor teže palice?
 - (b) Koliko je navor teže bremena?
 - (c) Koliko je vsota vseh navorov na palico, če le-ta miruje??
 - (d) Kolikšen navor je potreben, da palico obdrži v ravnovesju?
 - (e) S kolikšno silo je treba držati palico na drugi strani tečaja, da bo mirovala?
28. Kvader ima stranice 5 cm × 4 cm × 10 cm. Na vodoravni podlagi stoji na najmanjši ploskvi. Koeficient trenja med kvadrom in podlago je 0,75. Gostota kvadra je 10,2 kg/dm³. V kateri smeri in s kolikšno silo ga je potrebno potisniti, da se zvrne na največjo ploskev?

Rp: Zanimivo, da naloga zahteva rešitev, ki ni ena sama – očitno si lahko reševalec sam izbere, v kateri točki bo potisnil kvader, v kateri smeri ga bo potisnil in potem mora samo še izračunati kolikšna je ta sila! Edino trenje med kvadrom in podlago nam omejuje izbiro točke ter smeri v kateri deluje sila. Na izbiro ima tudi os vrtenja, ki je lahko rob kvadra ali njegovo oglišče.

e.g.: Na sliki 15 smo se odločili, da bomo potisnili kvader v točki levo zgoraj in sicer tako, da se bo zavrtel okoli roba. In še vedno imamo precej možnosti, da si izberemo smer delovanja sile. Od obojega je odvisna velikost sile. V vsakem primeru moramo delovati s tolikšno silo, da bo njen navor vsaj tolikšen, kot je navor teže kvadra: $M \geq M_g$!

Če si izberemo smer navpično navzgor (sila F na sliki 15), kakor bi dvigovali kvader, če bi stal na največji ploskvi, potem lahko računamo takole:

$$Fd \sin \varphi = F_g \frac{d}{2} \sin \varphi \quad \Rightarrow \quad F = \frac{F_g}{2}$$

d je prečna diagonala kvadra – torej diagonala pravokotnika, ki je prerez kvadra.

Ker je prostornina kvadra $V = abc = 200 \text{ cm}^3$ in masa kvadra $m = \rho V = 2,04 \text{ kg}$, je sila $F = 10,2 \text{ N}$.

Če si izberemo smer sile F_1 , ki je vzporedna s podlago:

$$F_1 d \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = F_g \frac{d}{2} \sin \varphi \quad \Rightarrow \quad F_1 = \frac{1}{2} F_g \tan \varphi$$

V tem primeru bo sila najmanjša, če zavrtimo kvader okoli stranice, ki je dolga 5 cm, tako da je tangens kota: $\tan \varphi = \frac{4 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 0,4$, tedaj je sila $F_1 = 4,08 \text{ N}$.

Če si izberemo smer sile F_2 , ki je pravokotna na diagonalo:

$$F_2 d = F_g \frac{d}{2} \sin \varphi \quad \Rightarrow \quad F_2 \geq \frac{F_g}{2} \sin \varphi$$

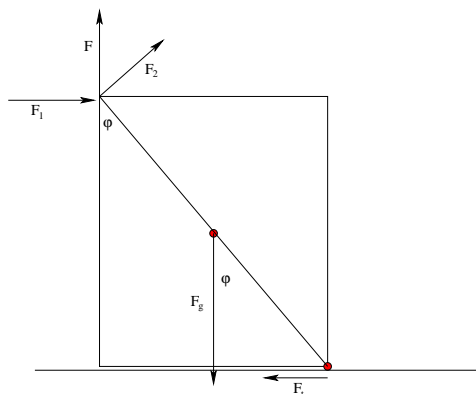
Tudi v tem primeru bo sila najmanjša, če zavrtimo kvader okoli stranice, ki je dolga 5 cm, tako da je sinus kota: $\sin \varphi = \frac{4 \text{ cm}}{\sqrt{(10 \text{ cm})^2 + (4 \text{ cm})^2}} = 0,37$, tedaj je sila $F_2 = 3,79 \text{ N}$.

Uganemo lahko, da bo v tem primeru sila najmanjša!

To je le nekaj primerov, kako lahko takšno nalogo rešimo.

S tem pa ni konec težav in zapletov! Hitro ugotovimo, da se bo sila s katero moramo delovati na kvader zmanjševala, ko ga bomo prevračali. Ostane še vprašanje, ali je trenje dovolj veliko, da kvader ne bo zdrsnil . . .

Na začetku se mi je zdelo, da je takšna naloga, pri kateri ni ene same rešitve, nekako manjvredna. Med reševanjem sem mnenje spremenil. Naloga pušča dovolj možnosti, nekatere rešitve so enostavne, kot te, ki sem jih zapisal, druge bolj zapletene.

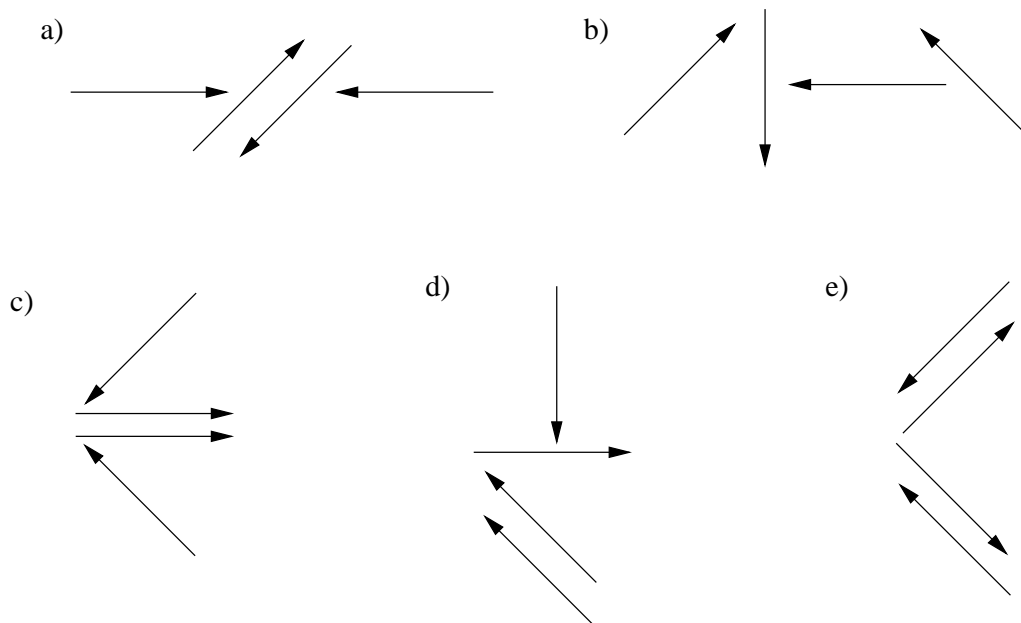


Slika 15: Prekucnimo kvader! Kje bomo pritiskali na kvader, v kateri smeri in s kolikšno silo?

29. Kvader ima stranice $5\text{ cm} \times 4\text{ cm} \times 10\text{ cm}$. Na vodoravni podlagi stoji na največji ploskvi. Koeficient trenja med kvadrom in podlago je 1,75. Gostota kvadra je $8,2\text{ kg/dm}^3$. V kateri smeri in s kolikšno silo ga je potrebno potisniti, da se zvrne na najmanjšo ploskev?

Rp: Glej prejšnjo nalogo!

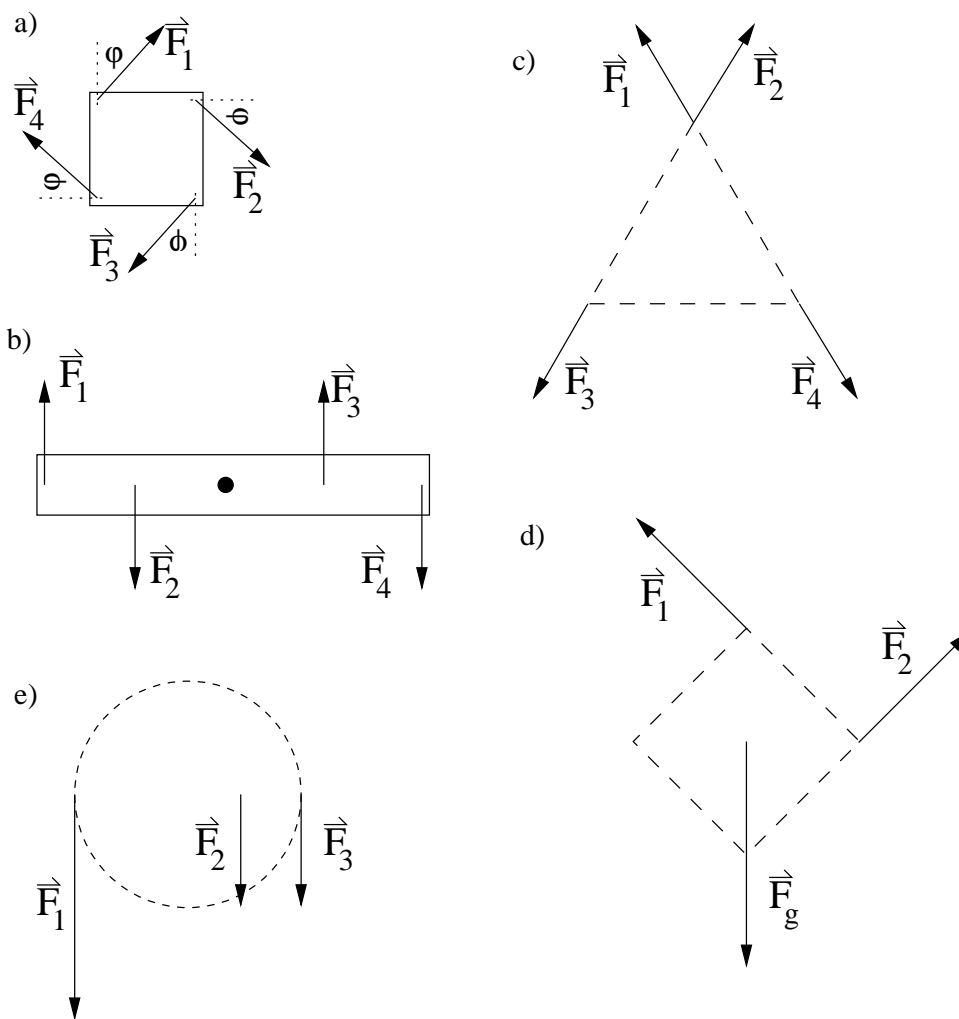
30. Jeklena palica ima dolžino 2 m in maso 1,5 kg. Na eni strani je obešena utež z maso 2 kg, na drugi strani pa utež z maso 4 kg.
- Kaj je to težišče?
 - Kje je težišče palice z utežema vred?
31. Če je kolo dobro centrirano in če odstranimo ventil, je težišče kolesa na njegovi osi. Masa kolesa je 2,5 kg, masa ventilčka pa 16 g. Ventilček leži 30 cm stran od osi. Kako daleč od osi je težišče zdaj?
32. V katerih primerih je sistem v ravnovesju? Glej sliko 16! Vse sile so enako velike. Obkroži!



Slika 16: Ravnovesje I.

33. Katere od naslednjih četveric enako velikih sil bi lahko obdržale telo v ravnovesju? Glej sliko 17! Obkroži!

- (a) $F_1 = F_2 = F_3 = F_4$
 (b) $F_1 = F_2 = F_3 = F_4$
 (c) $F_1 = F_2 = F_3 = F_4$
 (d) $F_g = 4N$; $F_1 = F_2 = 2\sqrt{2}N$
 (e) $F_2 = F_3 = \frac{F_1}{2}$



Slika 17: Ravnovesje II.

34. Oče in sin neseta na ramah 4 m dolg in 100 N težak homogen drog. Na prvem krajišču droga, ki moli 1 m pred očeta, je obešena utež za 300 N. 1 m pred zadnjim krajiščem, ki ga podpira sin, je obešena na drogu utež za 600 N. Koliko nosi oče in koliko sin?

Rp: $F_2 = 600\text{ N}$, $F_1 = 300\text{ N}$, $l = 4\text{ m}$, $a = 1\text{ m}$, $F_g = 100\text{ N}$

ravnovesje sil:

$$F_1 + F_2 + F_g = F + F'$$

ravnovesje navorov (gledamo v legi, kjer nosi sin):

$$F_1 l + \frac{F_g l}{2} + F_2 a - F(l - a) = 0$$

$$F = \frac{F_1 l + \frac{F_g l}{2} + F_2 a}{l - a} = 670 \text{ N}$$

$$F' = F_1 + F_2 + F_g - F = 330 \text{ N}$$

35. Trinožno stojalo ima enako dolge noge, katerih podnožišča tvorijo enakostranični trikotnik. Noge so nagnjene 30° proti navpičnici in so ob tleh povezane z vrvicami. S kolikšnimi silami so obremenjene noge stojala in s kolikšnimi silami so napete vrvice, če stoji stojalo na gladkih vodoravnih tleh in je na vrh stojala obešena 300 kilogramska utež?

Rp: $F = 3000 \text{ N}$ $\varphi = 30^\circ$ $\alpha = 60^\circ$

$$F \frac{F_g}{3 \cos \varphi} = 1154 \text{ N}$$

$$2F' \cos \frac{\alpha}{2} = F \sin \varphi$$

$$F' = 333 \text{ N}$$

36. Kozarec vode na klancu! Kaj se prej zgodi: ali zdrsne, ali se prekucne ali se razlije? Glej še težišče trapeza! Ali je težišče kvadraste posode ravno tam, kot težišče valjaste posode?
37. Kvader ima stranice 4 cm, 4 cm in 10 cm. Koeficient trenja med kvadrom in podlago je 0,75. Gostota kvadra je $10,2 \text{ kg/dm}^3$. Koliko je največja strmina klanca, na katerega še lahko postavimo kvader na najmanjšo stranico, da se ne zvrne (lahko izračunaš tudi kot, če ti je lažje)?

Rp: Hmm... znova dvojni problem, saj se v nalogi skriva še drugo vprašanje. Kvader bo stal na klancu, dokler bo težišče kvadra nad osnovno ploskvijo, na kateri stoji kvader. Tedaj je kot za katerega je klanec nagnjen proti vodoravnici φ manjši od mejnega kota φ_o . Kadar je klanec nagnjen za manjši kot, je težišče kvadra natanko nad robom kvadra, okoli katerega se kvader prekucne. Velja da navor teže M_g drži kvader na klancu, dokler $\varphi \leq \varphi_o$. Ko pa je $\varphi > \varphi_o$, M_g prekucne kvader. Kot vidimo iz geometrije problema, sta strmina pri mejnem kotu in mejni kot:

$$\tan \varphi_o = \frac{4 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 0,4 \quad \Rightarrow \quad \varphi_o = 21,8^\circ$$

Ampak kaj pa, če kvader že prej zdrsne? Kvader zdrsne po klancu, kadar je strmina klanca večja od koeficienta trenja k_t . Pogoj za zdrs je:

$$k_t < \tan \varphi_o$$

V našem primeru se bo kvader prekucnil!

38. Kvader ima stranice 5 cm, 10 cm in 10 cm. Koeficient trenja med kvadrom in podlago je 1,75. Gostota kvadra je $8,2 \text{ kg/dm}^3$. Koliko je največja strmina klanca, na katerega še lahko postavimo kvader na največjo stranico, da se ne zvrne (lahko izračunaš tudi kot, če ti je lažje)?

Rp: Podoben problem kot zgoraj, le da je izpolnjen pogoj za zdrs. To pomeni, da se kvader ne bo prekucnil, ampak zdrsnil po klancu navzdol.

$$1,75 = k_t < \tan \varphi_o = \frac{10 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 2$$

39. Nihalo v uri je narejeno iz 1 m dolge jeklene palice z maso 0,3 kg, ki ima na koncu pritrjeno medeninasto "lečo" z maso 1 kg in s premerom 10 cm. Kje je težišče nihala, če je rob "leče" poravnan s skrajnim koncem palice in je celotna dolžina 1,1 m?

Rp: Če z x_l in x_p označim razdalji težišča leče do težišča sistema in težišča palice do težišča sistema, potem lahko zapišem ravnovesje navorov:

$$m_l g x_l = m_p g x_p$$

Težni pospešek lahko 'pokrajšam', razdaljo x_p pa izrazim s pomočjo radija leče r in dolžine palice l : $x_p = \frac{l}{2} + r - x_p$. Vstavim v ravnovesje navorov in po krajšem računu ugotovim:

$$x_l = \frac{m_p \left(\frac{l}{2} + r\right)}{m_l + m_p} = 12,7 \text{ cm}$$

Ker je težišče sistema za x_l oddaljeno od težišča leče, je potem od skrajnega roba leče oddaljeno za radij leče več: $x_l + r = 17,7 \text{ cm}$, po drugi strani pa je od skrajnega roba palice oddaljeno $l + r - x_p = 92,3 \text{ cm}$.

40. Metrska palica je sestavljena iz enako dolgega medeninastega in aliminkastega dela. Kje je težišče palice, če je gostota medenine 8400 kg/m^3 , gostota aluminija pa 2700 kg/m^3 ?

Rp: Uporabim enačbo za računanje težišča in ugotovim, da je težišče kombinirane palice oddaljeno $37,6 \text{ cm}$ od skrajnega roba medeninastega dela in $62,4 \text{ cm}$ od skrajnega aluminjastega dela palice.

4 dinamika

4.1 sile

1. Branjevka vleče voz z maso 80 kg s silo 30 N . Koliko časa rabi, da se ji spremeni hitrost s 0 km/h na 5 km/h ? Kolikšno pot pri tem naredi?

- (a) Trenje zanemarimo
 (b) Upoštevaj trenje (koef.=0,03) $k_t = 0,03$
 (c) koliko je največja strmina klanca, po kateri lahko branjevka še potiska svoj voz?

Rp: opomba: v testu je bila hitrost $v = 5 \text{ m/s}$

na primer takole:

- a) Po 2.Newtonovem zakonu je pospešek razmerje med vsoto vseh zunanjih sil in maso opazovanega telesa:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{30 \text{ N}}{80 \text{ kg}} = 0,375 \text{ m/s}^2$$

pospešek je različen od 0, zato je gibanje premo enakomerno pospešeno:

$$t = \frac{v}{a} = \frac{5 \text{ km/h}}{0,375 \text{ m/s}^2} = \frac{1,39 \text{ m/s}}{0,375 \text{ m/s}^2} = 3,7 \text{ s}$$

$$s = \bar{v} \cdot t = \frac{v}{2} \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1,39 \text{ m/s} \cdot 3,7 \text{ s} = 2,57 \text{ m}$$

- b) Če upoštevamo še trenje

$$F_{tr} = k_t \cdot F_p = 0,03 \cdot 800 \text{ N} = 24 \text{ N}$$

se spremeni vsota vseh zunanjih sil na voz-potem je vsota vseh zunanjih sil:

$$F = F_b - F_{tr} = 30 \text{ N} - 24 \text{ N} = 6 \text{ N}$$

$$a = \frac{6 \text{ N}}{80 \text{ kg}} = 0,075 \text{ m/s}^2$$

$$t = \frac{v}{a} = \frac{1,39 \text{ m/s}}{0,075 \text{ m/s}^2} = 18,5 \text{ s}$$

$$s = \frac{v}{2} \cdot t = 12,9 \text{ m}$$

- c) NARIŠEMO SLIKO (glej glej slika manjka!)

Razberemo: $F_g = 800 \text{ N}$, $F_b = 30 \text{ N}$, $F_p = \sqrt{F_g^2 - F_b^2} = 799,4 \text{ N} \simeq 800 \text{ N}$

branjevka lahko potiska voz s stalno hitrostjo v klanec tedaj, ko je F_b tako velika kot vektorska vsota F_g in F_p ;

ali zapisano malo drugače: $\vec{F}_g + \vec{F}_p + \vec{F}_b = 0$

sile lahko narišemo v pravokotni trikotnik!

strmina klanca je enaka razmerju sile s katero branjevka potiska voz in silo podlage:

$$\text{strmina} = \frac{F_b}{F_p} = \frac{30 \text{ N}}{800 \text{ N}} = 0,0375$$

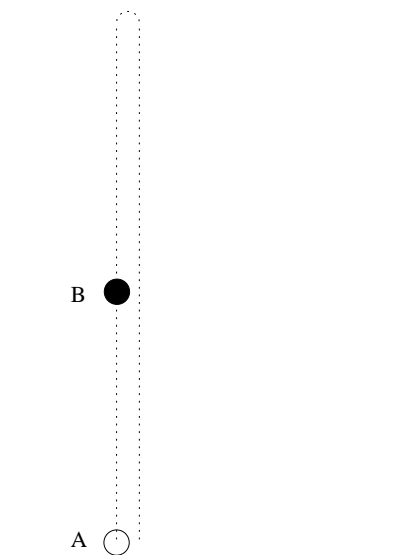
to pomeni, da se na 100 m vodoravne razdalje lahko klanec dvigne za 3.75 m

2. Tri telesa z enako maso smo vrgli navzgor. V nekem trenutku so vsa tri telesa na isti višini, le da imajo različne hitrosti. Prvo je doseglo največjo višino, drugo se giblje navzgor s hitrostjo 5 m/s, tretje pa se giblje navzdol s hitrostjo 3 m/s. Na katero telo deluje večja sila in zakaj?

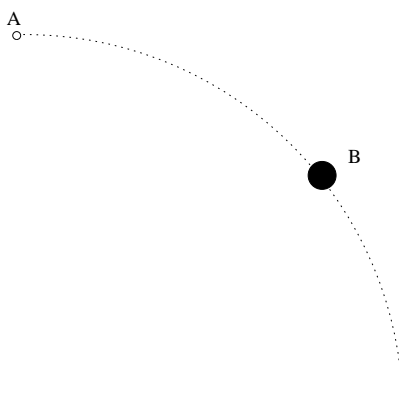
Rp:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = \vec{F}_3 = \vec{F}_g$$

3. Kroglico, ki ima maso 200 g smo zalučali navpično navzgor v točki A, kot kaže slika. Črtkana črta na sliki shematično predstavlja trajektorijo. Začetna hitrost kroglice je bila 15 m/s. Nariši vektorje sil, ki delujejo na žogo v legi B, ki je približno na polovici največje višine, ki jo doseže telo. Dolžina vektorja sile naj pokaže, ali so sile enake ali različne.



4. Kroglico, ki ima maso 100 g smo zalučali vodoravno v točki A, kot kaže slika. Črtkana črta na sliki shematično predstavlja trajektorijo. Začetna hitrost kroglice je bila 15 m/s. Nariši vektorje sil, ki delujejo na žogo v legi B, ki je približno na polovici višine, s katere smo ga vrgli. Dolžina vektorja sile naj pokaže, ali so sile enake ali različne.



5. Na telo z maso 4 kg delujemo s silo 8 N. Koliko je pospešek? Kolikšno pot opravi telo v 4 s, če je spočetka mirovalo? Koliko je hitrost po poti 6 m?

Rp: $m = 4 \text{ kg}$, $F = 8 \text{ N}$ pospešek:

$$a = \frac{F}{m} = 2 \text{ m/s}^2$$

pot v času $t = 4 \text{ s}$:

$$s = \frac{at^2}{2} = 16 \text{ m}$$

hitrost po poti $s = 6 \text{ m}$:

$$v = \sqrt{2as} = 4,9 \text{ m/s}$$

6. Na telo z maso 8 kg delujemo s silo 4 N. Koliko je pospešek? Kolikšno pot opravi telo v 8 s, če je spočetka mirovalo? Koliko je hitrost po poti 5 m?

Rp: $m = 8 \text{ kg}$, $F = 4 \text{ N}$ pospešek:

$$a = \frac{F}{m} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

pot v času $t = 8 \text{ s}$:

$$s = \frac{at^2}{2} = 16 \text{ m}$$

hitrost po poti $s = 5 \text{ m}$:

$$v = \sqrt{2as} = 2,4 \text{ m/s}$$

7. Padalec z maso 70 kg skoči s padalom. Ko se padalo odpre, se mu hitrost v 3 sekundah zmanjša od 20 m/s na 5 m/s. S kolikšno silo deluje padalo na padalca v teh treh sekundah?

Rp: uporabimo 2. Newtonov zakon in upoštevamo, da na padalca delujeta sila padala in sila teže $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -5 \text{ m/s}^2$

vsota zunanij sil na padalca: $F = ma = -350 \text{ N}$

sila padala na padalca: $F_p = F_g - F = 1050 \text{ N}$, če smeri sil upoštevamo s predznaki, ali $F_p = F_g + |F| = 1050 \text{ N}$, če računamo samo z velikostmi sil.

8. Padalec z maso 80 kg skoči s padalom. Ko se padalo odpre, se mu hitrost v 4 sekundah zmanjša od 22 m/s na 6 m/s. S kolikšno silo deluje padalo na padalca v teh treh sekundah?

Rp: $a = 4 \text{ m/s}^2$, $F_p = 1120 \text{ N}$

9. Na vodoravnih tleh potiskamo kolo z maso 10 kg s silo 100 N. Kolikšen je pospešek kolesa, če trenje zanemarimo? Kolikšen pa je pospešek kolesa, če je koeficient trenja med kolesom in tlemi 0,2?
10. Kolikšna sila potiska telo z maso 50 kg, da v času 10 s opravi pot 100 m? Trenje zanemari!
11. Kolikšna sila potiska telo z maso 50 kg, da opravi pot 200 m v času 5 s? Trenje zanemarimo, začetna hitrost pa je 2 m/s!
12. Kolikšna je masa uteži, ki bi jo na Luni dvignil dvigovalec uteži, če le-ta na Zemlji dvigne utež z maso 550 kg? Težni pospešek na Luni je $1,62 \text{ m/s}^2$.
13. Dvigalo nebotičnika. ki ima z ljudmi vred maso 280 kg se spušča enakomerno pospešeno. V prvih 10 s opravi pot 35 m. Kolikšna je napetost vrvi, na kateri visi dvigalo?
14. Dvigalo se dviguje enakomerno pospešeno. V prvih 10 s opravi pot 24 m. Koliko pokaže v tem dvigalu tehtnica, na kateri stoji človek z maso 70 kg?
15. Na voziček z maso 20 kg delujeta v nasprotnih smereh dve sili: 30 N in 20 N. V kateri smeri in s kolikšnim pospeškom se telo giblje, če trenje zanemarimo? Kolikšen bi moral biti koeficient lepenja, da bi voziček miroval?
16. Da lahko vesoljska ladja zapusti Zemljo, mora imeti začetno hitrost 12 km/s. Kolikšna mora biti potisna sila motorja, da raketa z maso 4600 kg doseže to hitrost v 400 s?

17. Za izstrelitev Space Shuttle v vesolje je potrebna začetna hitrost 12 km/s. Kolikšna mora biti potisna sila motorja, da bo raketa z maso 5800 kg dosegla to hitrost v 600 s?
18. Voziček z maso 13 kg vlečemo po vodoravni podlagi s silo 50 N. Kolikšna je sila trenja med vozičkom in podlago, če se vozu poveča hitrost od 10 m/s na 20 m/s v času 7 s? Kolikšen je koeficient trenja?
19. Dvigalo z maso 700 kg se začne spuščati s pospeškom 1 m/s^2 . S kolikšno silo vleče vrv?
20. Dvigalo nebotičnika, ki ima z ljudmi vred maso 840 kg, se dviga pospešeno in pride v prvih 10 s 35 m visoko. S kolikšno silo ga vleče vrv, na kateri visi?
21. S kolikšno silo pritiska človek z maso 70 kg na tla dvigala, če dvigalo: a) miruje, b) vozi navzdol enakomerno s hitrostjo 3 m/s, c) vozi navzgor enakomerno pospešeno s pospeškom 2 m/s^2 ?
22. Telo z maso 2 kg je obešeno na vzmetni tehtnici, ki je pripeta na strop dvigala. Kolikšno silo pokaže vzmetna tehtnica, ko dvigalo: a) miruje, b) vozi navzdol enakomerno pospešeno s pospeškom $0,1 \text{ m/s}^2$, c) vozi navzgor enakomerno s hitrostjo $0,2 \text{ m/s}$?
23. Brema z maso 20 kg je obešeno na vrvi, ki vodi preko pritrjenega škripca. Škripec spremeni smer sile. Spuščamo ga z višine 30 m nad tlemi. S kolikšno stalno silo moramo zavirati padanje bremena, da pade na tla s hitrostjo 10 m/s?
24. Tramvaj se začne gibati s pospeškom $0,5 \text{ m/s}^2$. 12 s po začetku gibanja izključi motor in tramvaj se enakomerno pojemajoče giblje do naslednje postaje. Na celotni poti tramvaja je koeficient trenja enak 0,01. Poišči: največjo hitrost tramvaja, celotni čas potovanja od ene do druge postaje, pojemek pri ustavljanju, razdaljo med postajama!
25. Z vrvico povežemo dve enaki uteži z masama 300 g. Vrvico obesimo preko škripca, tako da uteži prosto visita. Ko na eno izmed uteži obesimo dodatno utež z maso 25 g, dobimo Atwoodovo padalo. Kolikšen je pospešek Atwoodovega padala in s kolikšno hitrostjo pade padalo na tla, če sta uteži na začetku 1 m visoko? Trenje zanemari! Izračunaj koeficient trenja za primer, ko nameriš, da padalo pade na tla v 2,5 s!
26. Na mizi stoji voziček z maso 400 g. Z vrvico je preko škripca povezan z utežjo, ki prosto visi nad tlemi in ima maso 100 g. S kolikšnim pospeškom se začne gibati voziček, ko sistem spustimo? S kolikšno hitrostjo pripelje voziček do škripca, če je ta oddaljen 60 cm? Trenje zanemari! Izračunaj koeficient trenja za primer, ko nameriš, da voziček prepelje isto pot v 1,5 s!
27. Voziček, ki ima maso 20 kg, vlečeš s stalno silo 10 N. Med kolesi in tlemi je koeficient trenja 0,03. V kolikšnem času se ti hitrost poveča od nič do 5 m/s? Kolikšno pot pri tem prepelješ?

Rp: računamo po 2. Newtonovem zakonu $F_t = 6 \text{ N}$

$$a = \frac{F - F_t}{m} = 0,2 \text{ m/s}^2$$

$$t = \frac{v}{a} = 25 \text{ s}$$

$$s = \frac{vt}{2} = 62,5 \text{ m}$$

28. Samokolnico, ki ima maso 50 kg, potiskaš s stalno silo 20 N. Med kolesom in tlemi je koeficient trenja 0,03. V kolikšnem času se ti hitrost poveča od nič do 3 m/s? Kolikšno pot pri tem prepelješ?

Rp: računamo po 2. Newtonovem zakonu $F_t = 15 \text{ N}$

$$a = \frac{F - F_t}{m} = 0,1 \text{ m/s}^2$$

$$t = \frac{v}{a} = 30 \text{ s}$$

$$s = \frac{vt}{2} = 45 \text{ m}$$

29. Atwoodovo padalo ima na levi strani obešeno utež z maso 250 g, na desni strani pa utež z maso 200 g. V kolikšnem času se spusti 2 m?

Rp: upoštevamo 2. Newtonov zakon in izračunamo popešek

$$a = \frac{g(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} = \frac{10}{9} \text{ m/s}^2 = 1,11 \text{ m/s}^2$$

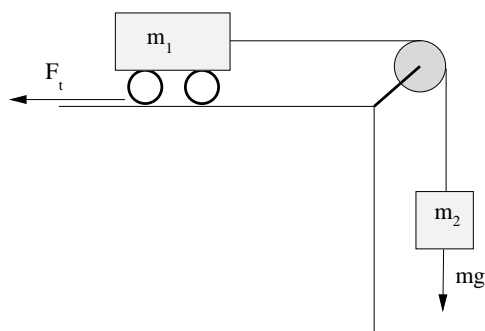
$$\text{in tako je čas: } t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = 1,9 \text{ s}$$

30. Atwoodovo padalo ima na levi strani obešeno utež z maso 200 g, na desni strani pa utež z maso 210 g. V kolikšnem času se spusti 2 m?

Rp: $a = 0,244 \text{ m/s}^2$, $t = 4,05 \text{ s}$

31. Atwoodovo padalo se v 2 s spusti 2 m. Skupna masa uteži na obeh straneh padala je 300 g. Koliko je masa uteži na levi in koliko na desni strani padala?

32. Na vodoravni mizi je voziček z maso 6 kg in je preko škripca povezan z utežjo, ki ima maso 2 kg in prosto visi. Koliko je koeficient trenja, če voziček prepelje v 4 s pot 32 m?



Slika 18: Voziček na vodoravni mizi.

Rp: $m_1 = 6 \text{ kg}$, $m_2 = 2 \text{ kg}$, $t = 4 \text{ s}$, $s = 32 \text{ m}$; glej sliko 18!

drugi Newtonov zakon, če upoštevamo silo trenja $F_t = \mu F_p$, kjer je μ koeficient trenja:

$$(m_1 + m_2)a = m_2g - F_t = m_2g - \mu m_1g$$

izračunamo pospešek:

$$s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = 4 \text{ m/s}^2$$

vstavim v zgornjo enačbo in izrazim koeficient trenja μ :

$$\mu = \frac{m_2}{m_1} - \frac{2s}{gt^2} \left(1 + \frac{m_2}{m_1}\right)$$

ko izračunamo:

$$\mu < 0$$

kar je zelo nenavadno, saj koeficient trenja ne more biti negativen. Zato primerjam pospešek izračunan iz poti in časa s pospeškom, ki ga dobim brez upoštevanja trenja drugi Newtonov zakon, če ne upoštevamo trenja:

$$(m_1 + m_2)a = m_2g - F_t \Rightarrow a = g \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{g}{4} < 4 \text{ m/s}^2$$

Podatki niso pravi – kaj takega se ne bi moglo zgoditi! Pri isti poti $s = 32 \text{ m}$ bi moral biti čas vsaj:

$$t \geq \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2s}{\frac{g}{4}}} = \sqrt{\frac{8s}{g}} = 5,05 \text{ s}$$

33. Na vodoravni mizi je voziček z maso 6 kg in je preko škripca povezan z utežjo, ki ima maso 2 kg in prosto visi. Koliko je koeficient trenja, če voziček prepelje v 8 s pot 32 m?
34. Koliko je pospešek vozička, ki je na vodoravni podlagi in je z vrstico povezan preko škripca z utežjo, ki prosto visi? Masa vozička je 4 kg, masa pa 1 kg. Trenje zanemari! Koliko se utež spusti v 8 s?

Rp: $m_1 = 4 \text{ kg}$, $m_2 = 4 \text{ kg}$; glej sliko 18!

drugi Newtonov zakon, če ne upoštevamo trenja:

$$(m_1 + m_2)a = m_2g - F_t \quad \Rightarrow \quad a = g \frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{1}{5}g = 2 \text{ m/s}^2$$

in zato se v $t = 8 \text{ s}$ utež spusti za:

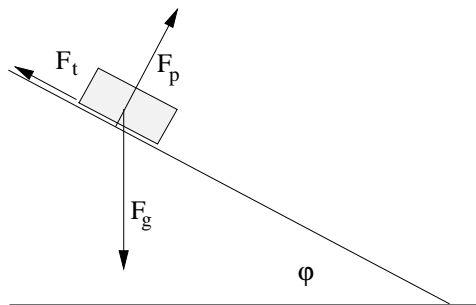
$$h = \frac{at^2}{2} = 64 \text{ m}$$

35. Znašel si se na otoku ljudožercev, ki so zelo velikodušni. Predno te pojedjo, so ti dali možnost, da se rešiš. Pripeljali so te pred dvojna vrata in vsaka straži en stražar. Ena vrata peljejo v svobodo, druga v lonec. Eden izmed stražarjev vedno laže, drugi pa vedno govori resnico. Z enim vprašanjem, ki ga lahko zastaviš, moraš ugotoviti, skozi katera vrata lahko greš na prostost!

Rp:

4.2 na klanecu

- Kolikšna sila je potrebna, da se 8000 N težak avtomobil pomika enakomerno navzgor po klanecu z nagibom 30° ? Trenje zanemari!
- Na klanec z naklonskim kotom 45° položimo telo z maso 40 kg. S kolikšno silo pritiska na podlago? S kolikšnim pospeškom se začne gibati, če trenje zanemarimo?
- Na poledenem klanecu z naklonskim kotom 30° avtomobilu z maso 1050 kg odpove motor. S kolikšnim pospeškom zdrsi navzdol? S kolikšno silo deluje na podlago?
- Na klanecu stoji kvader lesa z maso 2 kg. Koeficient trenja med kvadrom in podlago je 0,5. Koliko je lahko največ naklonski kot klanca, da kvader lesa ne zdrsne po njem?
- Po klanecu z naklonskim kotom 30° spustimo kos ledu z maso 100 g. Kolikšen je pospešek tega kosa ledu, če je $k_t = 0,01$. V kolikšnem času pride led do konca 2 m dolgega klanca?
- Po klanecu z naklonskim kotom 10° spustimo kos ledu z maso 200 g. Kolikšen je pospešek tega kosa ledu? V kolikšnem času pride led do konca 5 m dolgega klanca? In v kolikšnem času, če upoštevash koeficient trenja $k = 0,2$?
- Po klanecu z naklonskim kotom 20° spustimo voziček z maso 200 g. Kolikšen je pospešek tega vozička? V kolikšnem času pride voziček do konca 5 m dolgega klanca? In v kolikšnem času, če upoštevash koeficient trenja $k = 0,42$?
- S kolikšno hitrostjo moramo pognati kos ledu po klanecu navzgor, da bo imel na vrhu klanca hitrost 4 m/s? Masa ledu je 6 kg, dolžina klanca 10 m in koeficient trenja 0,25. Klanec je nagnjen proti vodoravnici pod kotom $\varphi = 45^\circ$.
- Kolikšna je strmina klanca, če moramo zaboje z maso 100 kg zadrževati s silo 200 N, vzporedno s klancom? S kolikšnim pospeškom se začne gibati zaboje, če ta sila preneha delovati? Kolikšen je koeficient trenja med zabojem in podlago, če se telo po prenehanju delovanja vlečne sile giblje s pospeškom 2 m/s^2 ?
- Po klanecu, ki je nagnjen glede na vodoravnico 30° , drsi voziček. Masa vozička je 5 kg. Kolikšen je njegov pospešek in koliko njegova hitrost, ko prepelje pot 2 m, če trenje zanemariš?



Slika 19: Na klancu.

Rp: $\varphi = 30^\circ$, $m = 5 \text{ kg}$; glej sliko 19!

pospešek:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{mg \sin \varphi}{m} = g \sin \varphi = 5 \text{ m/s}^2$$

hitrost po poti $s = 2 \text{ m}$:

$$v = \sqrt{2as} = 4,5 \text{ m/s}$$

11. Na klancu je klada z maso 2 kg . Klanec je nagnjen glede na vodoravnico 45° . Klada drsi po klancu. Koliko je koeficient trenja, če klada v 2 s prepelje pot 8 m ?

Rp: $\varphi = 45^\circ$, $m = 2 \text{ kg}$, $t = 2 \text{ s}$, $s = 8 \text{ m}$; glej sliko 19!

drugi Newtonov zakon, če upoštevamo silo trenja $F_t = \mu F_p$, kjer je μ koeficient trenja:

$$mg \sin \varphi - mg\mu \cos \varphi = ma$$

izračunam pospešek:

$$a = \frac{2s}{t^2} = 4 \text{ m/s}^2$$

po malo računanja izrazim koeficient trenja μ :

$$\mu = \tan \varphi - \frac{a}{g \cos \varphi} = 0,43$$

12. Kolesar ima s kolesom vred maso 110 kg . Spusti se po klancu (kolesa ne poganja več), ki je nagnjen proti vodoravnici 10° in na koncu klanca doseže hitrost 15 m/s . Koeficient trenja je $0,03$. Koliko je dolžina klanca, če je imel na vrhu klanca hitrost 5 m/s ? Ko pripelje do vznožja klanca, ne začne poganjati kolesa, ampak malo počiva. Kako dolgo pot prepelje po vodoravni podlagi dokler se ne ustavi?

Rp: V prvem delu se kolesar spusti po klancu. Silo teže F_g razstavim na klancu vzporedno komponento $F_{\parallel} = F_g \sin \varphi = 191 \text{ N}$ in na klanec pravokotno komponento $F_{\perp} = F_g \cos \varphi = 1100 \text{ N} \cos 10^\circ = 1083 \text{ N}$. Potem lahko še določim silo trenja $F_t = k_t F_{\perp} = 32,5 \text{ N}$.

Sedaj se spomnim prvega Newtonovega zakona: vsota zunanjih sil na kolesarja je enaka masi kolesarja pomnoženi z njegovim pospeškom. Ker pravokotno komponento teže F_{\perp} uravnesi podlaga, je zato vsota zunanjih sil: $F = F_{\parallel} - F_t = 32,5 \text{ N}$. Pospešek kolesarja, ko se spusti po klancu:

$$a = \frac{F_{\parallel} - F_t}{m} = 1,44 \text{ m/s}^2$$

Ko enkrat poznam pospešek, lahko s pomočjo enačbe, ki povezuje pospešek, pot in hitrost izračunam dolžino klanca.

$$v^2 = v_o^2 + 2al \quad \Rightarrow \quad l = \frac{v^2 - v_o^2}{2a} = 69,4 \text{ m}$$

V drugem delu naloge se kolesar pelje po ravnini. Ker je vsota zunanjih sil naj enaka trenju, se mu hitrost zmanjšuje. Računam podobno kot prej, le da moram upoštevati, da

je sedaj sila trenja malenkost večja kot prej, saj je sedaj sila, ki je pravokotna na podlago enaka teži. Trenje na vodoravni podlagi je: $F_t = k_t F_g = 33 \text{ N}$.

Pospešek (pojemek): $a = \frac{-F_t}{m} = -0,3 \text{ m/s}^2$

pot, ki jo prepelje: $s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - v_0^2}{2a} = 41,7 \text{ m}$

13. Kolesar ima s kolesom vred maso 80 kg. Spusti se po klanecu (kolesa ne poganja več), ki je nagnjen proti vodoravnici 5° in na koncu klanca doseže hitrost 15 m/s. Koeficient trenja je 0,03. Koliko je dolžina klanca, če je imel na vrhu klanca hitrost 5 m/s? Ko pripelje do vznožja klanca, ne začne poganjati kolesa, ampak malo počiva. Kako dolgo pot prepelje po vodoravni podlagi dokler se ne ustavi?

Rp: dolžina klanca je 174,6 m, po vodoravni podlagi prepelje še 41,7 m

4.3 pri kroženju

- Z vodo napolnjen kozarec vihtimo v navpični ravnini po krogu s polmerom 40 cm. S koliko vrtljaji na sekundo moramo vrteti, da voda ne bo iztekla?
- S kolikšno natančnostjo moramo meriti raztezek vijačne vzmeti, da ugotovimo razliko težnih pospeškov v Ljubljani in na Triglavu?
- S kolikšno silo in v kateri smeri moramo delovati na telo z maso 500 g, da bo krožilo z radijem 1 m s stalno kotno hitrostjo 120/min? Kaj moramo storiti, da se bo kroženje telesa enakomerno zaviralo in da se bo po 10 s od začetka zaviranja ustavilo?
- Na 30 cm dolgi vrvi, ki se strga pri sili 60 N, je obešen kamen z maso 2 kg. Pri kolikšni kotni hitrosti vrtenja se vrstica pretrga, če vrtimo v navpični ravnini? Kaj pa če vrtimo v vodoravni ravnini?
- Na 30 cm dolgi vrvi, ki se strga pri sili 60 N, je obešen kamen z maso 4 kg. Pri kolikšni kotni hitrosti vrtenja se vrstica pretrga, če kamen vrtimo v vodoravni ravnini? Kaj pa če ga vrtimo v navpični ravnini? Koliko je tedaj, ko se vrstica strga gibalna količina kamna in koliko kinetična energija?
- Na 60 cm dolgi vrvi, ki se strga pri sili 30 N, je obešen kamen z maso 2 kg. Pri kolikšni kotni hitrosti vrtenja se vrstica pretrga, če kamen vrtimo v vodoravni ravnini? Kaj pa če ga vrtimo v navpični ravnini? Koliko je tedaj, ko se vrstica strga gibalna količina kamna in koliko kinetična energija?
- Ključ z maso 100 g je pritrjen na 0,5 m dolgi vrvi. V vodoravni ravnini enakomerno kroži s frekvenco 4 Hz. Kolikšna sila je potrebna za to in v kateri smeri deluje? Kaj se zgodi s ključem, če se vrstica pretrga?

Rp: sila pri kroženju

$$a = \omega^2 r = (2\pi\nu)^2 r = 4\pi^2 \nu^2 r = 320 \text{ m/s}^2$$

sila $F = ma = 32 \text{ N}$ ima smer proti središču kroženja

če se vrstica strga, odleti ključ tangento na krožnico, to je v trenutni smeri vektorja hitrosti

8. Ključ z maso 300 g je pritrjen na 0,75 m dolgi vrvi. V vodoravni ravnini enakomerno kroži. Proti središču ga vleče stalna sila 800 N. S kolikšno frekvenco kroži ključ? Kaj se zgodi s ključem, če se vrstica pretrga?

Rp: pospešek je kot sila usmerjen proti središču. Njegova velikost je:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{800 \text{ N}}{300 \text{ g}} = 2667 \text{ m/s}^2$$

Vmesni račun za kotno hitrost pravzaprav ni potreben: $\omega^2 = \frac{a}{r} = 3556 \text{ s}^{-2} \Rightarrow \omega = 59,6 \text{ s}^{-1}$ in zato je frekvenca: $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = 9,5 \text{ s}^{-1}$

Lahko pa izračunamo frekvenco v enem koraku:

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{a}{r}}}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{F}{m}}}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{800 \text{ N}}{300 \text{ g}}}}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{800 \text{ N}}{0,3 \text{ kg}}}}{2\pi} = 9,49 \text{ s}^{-1}$$

Ko se vrstica strga, ključ odleti v smeri trenutne hitrosti. Ker je vektor hitrosti vedno usmerjen tangento na krožnico v točki, kjer se telo trenutno nahaja, ključ odleti tangento na krožnico v točki, kjer je bil ključ, ko se je vrstica strgala.

9. Ključ z maso 100 g je pritrjen na 2 m dolgi vrvi. V vodoravni ravnini enakomerno kroži. Proti središču ga vleče stalna sila 800 N. S kolikšnim obhodnim časom kroži ključ? Kaj se zgodi s ključem, če se vrstica pretrga?

Rp: $a = 8000 \text{ m/s}^2$, $\omega = 63,2 \text{ s}^{-1}$, $t_o = \frac{2\pi}{\omega} = 0,099 \text{ s}$
tangento na krožnico

10. Ključ z maso 100 g je pritrjen na 2 m dolgi vrvi. V vodoravni ravnini enakomerno kroži s frekvenco 2 Hz. Kolikšna sila je potrebna za to in v kateri smeri deluje? Kaj se zgodi s ključem, če se vrstica pretrga?
11. Avto vozi skozi vodoravni ovinek blizu Cela. Masa avtomobila je 1709 kg. Koeficient trenja med gumami in cesto je 0,7. Radij ovinka je 20 m. Nariši sile, ki delujejo na avto! Kolikšna je lahko največja hitrost avtomobila skozi ovinek?
12. Telo z maso 150 g se giblje enakomerno po krožnici s polmerom 15 cm in napravi 120 obhodov na minuto. Izračunaj:
- obhodni čas
 - kotno hitrost
 - krožilno hitrost
 - centripetalni pospešek
 - kotni pospešek
 - tangentni pospešek
 - centripetalno silo
 - tangentno silo

4.4 gravitacija

- S kolikšno silo se privlačita ladji z masama 50 000 t, če sta njuni težišči med seboj oddaljeni 1 km?
- Koliko je obhodni čas satelita, ki kroži na višini 600 km okoli ekvatorja? Masa Zemlje je $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.
- Na kateri višini nad zemeljsko površino se težni pospešek zmanjša na četrtnino?
- Koliko je natančna razlika med težnima pospeškoma na ekvatorju in na polu? Upoštevaj razliko v radiju in vrtenje Zemlje! ($r_e = 6378 \text{ km}$, $r_p = 6357 \text{ km}$, $t_o = 23 \text{ h } 56 \text{ m } 4,1 \text{ s}$)
- Koliko je razlika med težnim pospeškom v Portorožu in na vrhu Mt. Everesta? Radij Zemlje je 6400 km.
- Kolikšna je nadmorska višina Skopja, kjer je težni pospešek enak $9,803 \text{ m/s}^2$?
- Izračunaj maso Zemlje! Težni pospešek na površini Zemlje je $9,81 \text{ m/s}^2$, radij Zemlje pa 6400 km.
- Koliko je višina satelita nad Zemljo, če kroži okrog Zemlje s hitrostjo 5 km/s ? Radij Zemlje je 6400 km?
- Luna je Zemljin edini naravni satelit. Okrog Zemlje kroži na oddaljenosti 384 000 km, njena masa pa je $7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$. V kolikšnem času naredi en obhod? Masa Zemlje je $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Rp: Gravitacijski zakon

LUNA: $r = 380000$ km

$m = 7,4 \cdot 10^{22}$ kg

ZEMLJA: $M = 6 \cdot 10^{24}$ kg

(gravitacijska konstanta $G = 6,6 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²)

$$F_g = mg = G \cdot \frac{mM}{r^2}$$

$$F_g = \frac{2,9304 \cdot 10^{37} \text{ Nm}^2}{1,475 \cdot 10^{17} \text{ m}^2} \quad \Rightarrow \quad a = 0.00274 \text{ m/s}^2$$

$$a = \frac{v^2}{r} \rightarrow v^2 = ar = 0.00274 \text{ m/s}^2 \cdot 380000000 \text{ m} \rightarrow v = 3675 \text{ km/h}$$

$$v = \frac{\text{obsegkroga}}{t_o} = \frac{2\pi r}{t_o}$$

$$t_o = \frac{2\pi r}{v} = 649,7 \text{ h} = 27 \text{ dni}$$

Pri tem računu je povprečna razdalja med Luno in Zemljo mal premajhna, prav tako pa tudi gravitacijska konstanta. Račun lahko ponoviš še z bolj natančnima vrednostima.

Bolj elegantno bi bilo takole:

Iz enačb

$$ma = G \cdot \frac{mM}{r^2} \quad \text{in} \quad a = \omega^2 r \quad \text{in} \quad \omega = \frac{2\pi}{t_o}$$

izrazimo obhodni čas

$$t_o = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

vstavimo podatke in izračunamo: $t_o = 2.363 \text{ Ms} = 27.3 \text{ dni}$

10. Kolikšen je težni pospešek na Marsu, ki ima maso 10 krat manjšo kot je Zemljina in je njegov polmer 3380 km?
11. Polmer Marsa je 0,53 polmera Zemlje, njegova masa pa je 0,11 mase Zemlje. Kolikšen je težni pospešek na površju Marsa?
12. Venera je drugi planet po oddaljenosti od Sonca, ki meri $1,08 \cdot 10^8$ km. V kolikšnem času Venera obkroži Sonce? Masa Sonca je $2 \cdot 10^{30}$ kg.
13. Kolikšen je težni pospešek na Jupitru, ki ima 318 krat večjo maso kot Zemlja in polmer 71350 km?
14. Kolikšen je težni pospešek na površju Sonca, če je njegova masa $3,33 \cdot 10^5$ mas Zemlje, njegov polmer pa 109 polmerov Zemlje?
15. Na kateri višini nad Zemljo kroži umetni satelit okrog Zemlje, tako da je ves čas nad istim krajem?
16. Kolikšno hitrost mora imeti umetni satelit v vodoravni smeri, da ne pade na Zemljo, če je na višini 100 km?
17. Merkur "kroži" na oddaljenosti 58 milijonov km od Sonca. S kolikšno hitrostjo potuje okoli Sonca?
18. Marsov satelit Deimos ima obhodni čas 1,26 dneva in je oddaljen od Marsa 23000 km. Koliko je gravitacijski pospešek na Marsu, če je njegov radij 3380 km?
19. Marsova luna Fobos kroži v razdalji 9380 km okrog Marsa z obhodno dobo 7h 39m. Polmer Marsa je 3380 km. Koliko je obhodna hitrost in koliko kotna hitrost Fobosa?

20. Jupitrov satelit Evropa ima obhodni čas 3,55 dneva in je oddaljen od Jupitra 671000 km. Koliko je gravitacijski pospešek na Jupitru, če je njegov radij 71350 km?
21. Izračunaj maso Sonca, če veš, da ga Zemlja obkroži v 365 dneh na razdalji 150 milijonov kilometrov!
22. Koliko čas potrebuje Lunin modul, da obkroži Luno na višini 2000 m? Polmer Lune je 1600 km, njena masa pa $7,4 \cdot 10^{22}$ kg.
23. Obhodni čas Zemlje okoli Sonca je 1 leto. Masa Sonca je $2 \cdot 10^{30}$ kg. Zorni kot Sonca z Zemlje je $32'$. Koliko je Zemlja oddaljena od Sonca, če upoštevaš, da kroži? Koliko je obhodni čas Neptuna, ki je od Sonca oddaljen 4,5 milijarde kilometrov? Koliko je njegova obodna hitrost? Koliko je zorni kot Sonca z Neptuna?
24. V oddaljeni galaksiji, nekje daleč, kamor še ni seglo človeško oko, obstajajo nenavadne zvezdne kopice. Skoraj v središču takšne kopice obstaja orjaška hladna zvezda, ki že dolgo več ne greje hrbtnih strune skoraj večno živečega Meduzalema, lignju podobnega bitja s sluzastimi očmi. Ta 'ligenj' je še poslednji predstavnik ljudem neznanе vrste supertežkih meduzokrakov. Njihov življenjski prostor je okolica orjaških težkih zvezd, kjer se izležejo iz vakuumu.
- (a) Kolikšen je obhodni čas Meduzalema, če se je izlegel na razdalji $3,8 \cdot 10^8$ m od težišča orjaške zvezde in kroži z hitrostjo $10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$?
- (b) Kolikšna je masa zvezde?
- (c) Meduzokraki imajo glavo obrnjeno vedno vstran od zvezde. S kakšno silo je napet Meduzalem, če ima polovico mase zbrane v repu in polovico mase zbrane v glavi in je njegova dolžina 1800 km? Meduzokraki so težki kot naša luna (10^{23} kg). Razliko sil zaradi gravitacije in različnih razdalj glave in repa do zvezde zanemari!!!
25. Enačbe preuredimo v namišljene brezdimenzijske ekvivalente in pišemo: elektron in jedro čutila privlačno silo $F_E = \frac{1}{r^2}$, elektron kroži okoli jedra in njegova centrifugalna sila je $F_C = \frac{v^2}{r}$. Valovna dolžina elektrona je $\lambda = \frac{1}{v}$ in pogoj za stabilno (možno) orbito je, da je obseg kroga po katerem kroži elektron celoštevilski večkratnik njegove valovne dolžine ($2\pi r = n\lambda$, $n = 1, 2, 3, \dots$). Ta zahteva pomeni, da je elektron v svoji valovni, nelokalizirani sliki povsod zvezen in gladek. Kakšna je energija možnih stabilnih orbit E_n v odvisnosti od $n = 1, 2, 3, \dots$, če veš, da se celotna energija zapiše kot $E = \frac{v^2}{r} - \frac{1}{r}$? Na podoben način je Danski fizik in filozof Niels Bohr izpeljal prvi triumfalen rezultat nove fizik - kvantne mehanike in napovedal energijsko lestvico za vodikov atom. Ne prestrašite se teksta, naloga je lahka, potrebno je samo združiti enačbe.
26. Koliko je razdalja od Sonca do planeta, ki ima obhodni čas 11 let?

Rp: po 3.Keplerjevem zakonu je

$$\frac{r^3}{t_o^2} = konst.$$

$$\Rightarrow r = r_z \sqrt[3]{\frac{t_o^2}{t_{oz}^2}} = r_z \sqrt[3]{\left(\frac{t_o}{t_{oz}}\right)^2} = 4,95 \text{ a.e.}$$

$$r = 1 \text{ ae} \sqrt[3]{\left(\frac{11\text{let}}{1\text{leto}}\right)^2} = 4,95 \text{ a.e.}$$

27. Koliko je razdalja od Sonca do planeta, ki ima obhodni čas 32 let?
28. Koliko je razdalja od Sonca do planeta, ki ima obhodni čas 89 let?

Rp: po 3.Keplerjevem zakonu je

$$\frac{r^3}{t_o^2} = konst.$$

$$\Rightarrow r = r_z \sqrt[3]{\frac{t_o^2}{t_{oz}^2}} = r_z \sqrt[3]{\left(\frac{t_o}{t_{oz}}\right)^2}$$

$$r = 1 \text{ ae} \sqrt[3]{\left(\frac{89 \text{ let}}{1 \text{ leto}}\right)^2} = 20 \text{ a.e.}$$

29. Koliko je razdalja od Sonca do planeta, ki ima obhodni čas 162 let?
30. Koliko je obhodni čas planeta, ki je od Sonca oddaljen $3/4$ Zemljine razdalje od Sonca?
31. Koliko je obhodni čas planeta, ki je od Sonca oddaljen $7/10$ Zemljine razdalje od Sonca?
32. Koliko je obhodni čas planeta, ki je od Sonca oddaljen 20 krat toliko kot Zemlja?
33. Koliko je obhodni čas planeta, ki je od Sonca oddaljen 30 krat toliko kot Zemlja?
34. Kolikokrat se zmanjša teža telesa z maso 1 kg, če ga raketa dvigne v višino 6400 km?

Rp: ker je gravitacijska sila obratno sorazmerna s kvadratom razdalje

$$F_g \propto \frac{1}{r^2}$$

in ker je višina enaka dvema radijema zemlje $h = r_o$ in je torej razdalja od središča Zemlje $r = 2r_o$
je potemtakem

$$F_g = \frac{F_{g_o}}{2^2} = 2,5 \text{ N}$$

35. Kolikokrat se zmanjša teža telesa z maso 1 kg, če ga raketa dvigne v višino 12800 km?

Rp: ker je gravitacijska sila obratno sorazmerna s kvadratom razdalje

$$F_g \propto \frac{1}{r^2}$$

in ker je višina enaka dvema radijema zemlje $h = 2r_o$ in je torej razdalja od središča Zemlje $r = 3r_o$

je potemtakem $F_g = \frac{F_{g_o}}{3^2} = 1,11 \text{ N}$

36. Koliko je višina satelita nad Zemljo, če kroži okrog Zemlje s hitrostjo 4 km/s? Radij Zemlje je 6400 km.

Rp: Iz gravitacijskega zakona izpeljemo:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \text{ in odtod izrazimo } r$$

$$r = \frac{GM}{v^2} = 2,5 \cdot 10^7 \text{ m} = 25000 \text{ km}$$

torej je višina $h = r - r_o = 18600 \text{ km}$

37. Koliko je višina satelita nad Zemljo, če kroži okrog Zemlje s hitrostjo 2 km/s? Radij Zemlje je 6400 km.

Rp: Iz gravitacijskega zakona izpeljemo:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \text{ in odtod izrazimo } r$$

$$r = \frac{GM}{v^2} = 1 \cdot 10^8 \text{ m} = 100000 \text{ km}$$

torej je višina $h = r - r_o = 93650 \text{ km}$

38. Izpelji, kako je hitrost planetov odvisna od razdalje planeta od središča Sonca! Nariši in označi graf!
39. Nariši graf, ki prikazuje, kako se gravitacijski pospešek spreminja v odvisnosti od razdalje od središča Zemlje! Bodi pozoren na to, da je radij Zemlje 6400 km. Na kateri višini se težni pospešek zmanjša na petino vrednosti, ki jo ima na zemeljskem površju? Mase Zemlje ne poznaš, veš pa, da je težni pospešek na površju $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
40. Nariši graf, ki prikazuje, kako se gravitacijski pospešek spreminja v odvisnosti od razdalje od središča Sonca (masa Sonca je $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$)! Bodi pozoren na to, da je radij Sonca 700000 km. Na kateri višini se težni pospešek zmanjša na polovico vrednosti, ki jo ima na sončevem površju?

41. Nariši graf, ki prikazuje, kako se gravitacijski pospešek spreminja v odvisnosti od razdalje od središča Zemlje! Bodi pozoren na to, da je radij Zemlje 6400 km. Na kateri višini se težni pospešek zmanjša na tretjino vrednosti, ki jo ima na zemeljskem površju? Mase Zemlje ne poznaš, veš pa, da je težni pospešek na površju $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
42. Kolikokrat se zmanjša teža telesa z maso 4 kg, če ga raketa dvigne v višino 6400 km? Nariši graf teže v odvisnosti od višine! Mase Zemlje ne poznaš, veš pa, da je težni pospešek na površju $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ in radij Zemlje 6400 km
43. Kolikokrat se zmanjša teža telesa z maso 3 kg, če ga raketa dvigne v višino 12800 km? Nariši graf teže v odvisnosti od višine! Mase Zemlje ne poznaš, veš pa, da je težni pospešek na površju $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ in radij Zemlje 6400 km.
44. Telo ima maso 4 kg. Nariši graf, ki prikazuje, kako se teža telesa spreminja v odvisnosti od razdalje od središča Zemlje! Bodi pozoren na to, da je radij Zemlje 6400 km. Mase Zemlje ne poznaš, veš pa, da je težni pospešek na površju $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Na kateri višini se teža telesa zmanjša na tretjino vrednosti, ki jo ima na zemeljskem površju? Koliko je masa telesa na višini 21000 km? (+) Ali bi lahko iz podatkov izračunal maso Zemlje? (Če da, kako, če ne, razloži!)
45. Telo ima maso 7 kg. Nariši graf, ki prikazuje, kako se teža telesa spreminja v odvisnosti od razdalje od središča Zemlje! Bodi pozoren na to, da je radij Zemlje 6400 km. Mase Zemlje ne poznaš, veš pa, da je težni pospešek na površju $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Na kateri višini se teža telesa zmanjša na petino vrednosti, ki jo ima na zemeljskem površju? Koliko je masa telesa na višini 31000 km? (+) Ali bi lahko iz podatkov izračunal maso Zemlje? (Če da, kako, če ne, razloži!)
46. Okoli zvezde kroži planet na razdalji 20 a.e. z obhodnim časom 50 let. Če vemo, da je astronomska enota 1 a.e. = $150 \cdot 10^6$ km in 1 leto = 365, 24 dni, lahko izračunamo maso zvezde.
- opiši postopek, s katerim, bi to lahko storili!
 - izpelji enačbo s katero lahko izračunamo maso zvezde in izpeljavo komentiraj oziroma utemelji!
 - izračunaj maso zvezde!
47. Okoli zvezde kroži planet na razdalji 50 a.e. z obhodnim časom 20 let. Če vemo, da je astronomska enota 1 a.e. = $150 \cdot 10^6$ km in 1 leto = 365, 24 dni, lahko izračunamo maso zvezde.
- opiši postopek, s katerim, bi to lahko storili!
 - izpelji enačbo s katero lahko izračunamo maso zvezde in izpeljavo komentiraj oziroma utemelji!
 - izračunaj maso zvezde!
48. Okoli zvezde kroži planet na razdalji 120 a.e. z obhodnim časom 30 let. Maso zvezde lahko izračunamo, če vemo, da je 1 a.e. = $150 \cdot 10^6$ km in 1 leto = 365, 24 dni, lahko izračunamo maso zvezde. Gravitacijska konstanta $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$.
- natančno in jasno opiši postopek, s katerim, bi to lahko storili!
 - izpelji enačbo s katero lahko izračunamo maso zvezde in izpeljavo komentiraj oziroma utemelji!
 - izračunaj maso zvezde!
49. S pomočjo podatkov, ki jih imamo o gibanju Zemlje (oddaljenost od Sonca je 150 milijonov km, obhodni čas Zemlje pa je 1 leto), lahko izračunamo maso Sonca.
- opiši postopek, s katerim, bi to lahko storili!
 - izpelji enačbo s katero lahko izračunamo maso Sonca in izpeljavo komentiraj oziroma utemelji!
 - izračunaj maso Sonca!
50. S pomočjo podatkov, ki jih imamo o gibanju Lune (razdalja od Lune do Zemlje je 380000 km, obhodni čas Lune je 27 dni), lahko izračunamo maso Zemlje.

- (a) opiši postopek, s katerim, bi to lahko storili!
- (b) izpelji enačbo s katero lahko izračunamo maso Zemlje in izpeljavo komentiraj oziroma utemelji!
- (c) izračunaj maso Zemlje!
51. Iz danih podatkov izračunaj maso Sonca! (razdalja od Zemlje do Sonca je 150 milijonov km, obhodni čas Zemlje okoli Sonca je 1 leto)

4.5 gibalna količina

- Na telo z maso 200 g, ki v začetku miruje, začne delovati stalna sila 10 N. Kolikšna sta sunek sile in hitrost telesa po času 0,03 s?
- Čoln mase 150 kg miruje na gladini morja. Po krovu čolna začne hoditi potnik z maso 80 kg od krme proti premcu, s hitrostjo 2 m/s. S kolikšno hitrostjo in v kateri smeri se pomika čoln glede na obalo?

Rp: vem:

$$\Delta \vec{G}_{sistema} = \vec{0};$$

Naj bo:

m = masa človečka in M = masa čolnika, ter v_1 = hitrost človečka;

$$\vec{G}_{zacetna} = \vec{G}_{koncna}$$

torej:

$$\vec{0} = m \cdot \vec{v}_1 + M \cdot \vec{v}_2;$$

izrazimo v_2 , rečemo, da ima vektor v_1 pozitiven predznak, torej ima \vec{v}_2 negativnega in se zategadelj giblje v nasprotni smeri :)

$$v_2 = -\frac{m}{M} \cdot v_1 = 1,07 \text{ m/s};$$

- Granata, ki se giblje s hitrostjo 10 m/s se razleti na dva dela. Težji del, katerega masa je 60% mase cele granate, se giblje naprej v prvotni smeri s hitrostjo 25 m/s. V kateri smeri in s kolikšno hitrostjo odleti lažji del granate? Masa granate je 30 kg.

Rp: vem:

$$\Delta \vec{G}_{sistema} = \vec{0};$$

iz tega sledi:

$$\vec{G}_{zacetna} = \vec{G}_{koncna}$$

torej lahko zapišem tudi brez vektorjev zaenkrat:

$$m_{granate} \cdot v_{zacetna} = \frac{m_{granate} \cdot 60}{100} \cdot v_1 + \frac{m_{granate} \cdot 40}{100} \cdot v_2;$$

iz te enačbe lahko izrazim v_2 , zaenkrat pa računam samo velikost:

$$v_2 = \frac{m_{granate} \cdot v_{zacetna} - \frac{m_{granate} \cdot 60}{100} \cdot v_1}{\frac{m_{granate} \cdot 40}{100}} = -12,5 \text{ m/s};$$

ali pa krajše

$$v_2 = \frac{v_{zacetna} - 0,6v_1}{0,4}$$

vem tudi da je smer vektorja \vec{v}_2 nasprotno enaka smeri vektorja \vec{v}_1 , ker ima v_2 negativen predznak, privzeli pa smo, da ima začetna hitrost $\vec{v}_{zacetna}$ pozitiven predznak;

- Tovornjaka z masama 30 t in 50 t istočasno zapiščata trajekt. Gibljeta se vstric in z enako hitrostjo 2 m/s glede na obalo. S kolikšno hitrostjo se trajekt premakne, ko ga tovornjaka zapustita? Masa trajekta je 1000 t.
- Raketno orožje na mirujočem železniškem vagonu izstrelji raketo z maso 200 kg s hitrostjo 1 km/s v vodoravni smeri. S kolikšno hitrost se vagon premakne ob izstrelitvi? Masa vagona z orožjem vred je 20 t.

6. 10-tonski vagon trči s hitrostjo 1 m/s v mirujoči 15-tonski vagon. Kolikšna je skupna končna hitrost, če se po trku gibljeta skupno? Kolikšna pa je ob enakih začetnih pogojih hitrost drugega vagona po trku, če vagona trčita prožno?
7. Popolnoma prožna krogla z maso 3 kg zadene ob drugo prožno kroglo z maso 2,5 kg. Hitrost prve krogle je 1,7 m/s, druge pa 0,8 m/s. Kolika je hitrost obeh krogel po trku?
8. Biljardna krogla z maso 500 g zadene drugo kroglo z maso 450 g. Prva krogla se pred trkom giblje s hitrostjo 2 m/s, druga pa s hitrostjo 1 m/s v nasprotni smeri. Kolikšna je hitrost obeh krogel po idealno prožnem trku?
9. Voziček z maso 15 kg se giblje po vodoravnem tiru s hitrostjo 20 m/s. Z višine 15 m spustimo navzdol svinčeno kepo z mase 5 kg, tako da pade na voziček in se naj prilepi. Kolikšna je nova hitrost vozička? Kje mora biti voziček, ko spustimo kepo, da le-ta pade nanj?

Rp: Pozor! V vodoravni smeri se gibalna količina ohranja, tako da je $G_{pred} = G_{po}$, medtem ko se v navpični smeri ne ohranja, saj tračnice prestrežejo sunek sile svinčene kepe in jo zaustavijo. V vodoravni smeri tako velja:

$$m_v v_v = (m_v + m_k)v \Rightarrow v = \frac{m_v v_v}{m_v + m_k} = 15 \text{ m/s}$$

Ker kepa pada

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1,73 \text{ s}$$

, voziček v tem času prepelje pot

$$s_v = v_v t = 34,6 \text{ m}$$

Voziček mora biti toliko s_v oddaljen v vodoravni smeri od mesta, kjer bo pristala kepa.

10. Curek s 5 litri vode na sekundo in hitrostjo 20 m/s zadeva pravokotno ob steno in odteka po steni. S kolikšno silo deluje curek na steno?
11. Na lopatico Peltonove turbine brizga curek vode s hitrostjo 20 m/s. Vsako sekundo pade na lopatico 30 kg vode. Voda se od lopatice odbije nazaj s hitrostjo 15 m/s. S kolikšno silo tišči curek na lopatico?

Rp: Sila je seveda enaka spremembi gibalne količine v časovni enoti. Edino na kar moramo paziti je, da ima voda po odboju od turbine nasprotno smer, torej imamo namesto razlike velikosti gibalnih količin, kot marsikdo pričakuje, pravzaprav vsoto velikosti gibalnih količin.

$$F = \frac{m}{t} (v_{po} + v_{pred}) = 1050 \text{ N}$$

12. Na lopatico Peltonove turbine brizga curek vode s hitrostjo 20 m/s. Vsake 3 sekunde pade na lopatico 30 kg vode. Voda se od lopatice odbije nazaj s hitrostjo 15 m/s. S kolikšno silo tišči curek na lopatico?
13. Na lopatico Peltonove turbine brizga curek vode s hitrostjo 30 m/s in masnim tokom 20 kg/s. Voda se od lopatice odbije nazaj s hitrostjo 25 m/s. S kolikšno silo tišči curek na lopatico?
14. Vodni curek s pretokom 10 l/s pada z višine 20 m na lopatice turbine in se od njih odbija s približno enako hitrostjo. Kolikšna sila deluje na lopatice?
15. S kolikšno hitrostjo mora curek vode zadevati ob pladenj s polmerom 15 cm in maso 2 kg, da pladenj lebdi na curku?
16. Krožnik z maso 100 g in polmerom 10 cm položimo na navpični curek vode, ki iz šobe priteka s hitrostjo 2 m/s. Na kateri višini krožnik obmiruje?
17. Helikopter z maso 3 t lahko lebdi v zraku, če z vodoravnim propelerjem potiska zrak navzdol. S kolikšno hitrostjo mora potiskati zrak, če je polmer propelerja 4 m, gostota zraka pa 1,2 kg/m³?

18. Kolo z maso 1,5 kg in polmerom 0,5 m se vrti s kotno hitrostjo 15 /s okrog navpične osi. Na isti osi je še kolo z maso 1 kg in polmerom 0,3 m, ki se vrti s kotno hitrostjo 10 /s v nasprotni smeri. Prvo kolo spustimo na drugo, da se dotakmeta. Zaradi trenja se njuni hitrosti izravnata. Kolikšna je njuna skupna hitrost?
19. Palica z maso 1 kg in dolžino 40 cm se lahko vrti okrog vodoravne osi, ki je pravokotna na palico in gre skozi njeno težišče. Kroglica z maso 10 g se zapiči v konec palice s hitrostjo 200 m/s pod kotom 30° glede na smer palice pravokotno na os. Kolikšna je kotna hitrost palice po zadetku, če je v začetku mirovala?
20. Z 20 m visokega mostu pade vreča peska z maso 20 kg na vagon z maso 100 kg, ki pelje s hitrostjo 6 m/s. Koliko je gibalna količina vagona, preden pade vreča nanj? koliko je gibalna količina vagona in vreče po trku? Koliko je hitrost vagona in vreče po trku? Koliko je kinetična energija vagona preden pade vreča nanj? Koliko je kinetična energija vagona in vreče po trku? Na vagonu je loputa, ki se čez čas odpre, tako da pade vreča z vagona. Koliko je hitrost vagona, ko vreča pade z njega?
21. Drsalec in njegova partnerka se držita in drsita po ledu s hitrostjo 4 m/s. Njegova masa je 70 kg, njena pa 40 kg. V nekem trenutku se odrineta drug od drugega v smeri, ki je pravokotna na prvotno smer gibanja. Drsalec se od partnerke oddaljuje s hitrostjo 3 m/s. Kako se spremeni njuna skupna gibalna količina (Utemelji!!!)? S kolikšno hitrostjo se gibljeta glede na trenerja, ki stoji ob drsališču?

Rp: Pri računih bomo upoštevali indeks 1 za drsalca in 2 za drsalko.

Skupna gibalna količina obeh drsalcev se pri takšnem odzivu ohrani, tako da v smeri, ki je pravokotna na prvotno smer gibanja, skupna gibalna količina ostane 0, toliko kot je bila pred odzivom. V smeri gibanja drsalcev pa gibalna količina tudi ostane tolikšna kot je bila prej, saj ni nobene zunanje sile, ki bi skupno gibalno količino spremenila.

V smeri, ki je pravokotna na prvotno smer gibanja obeh drsalcev lahko zapišemo izrek o ohranitvi gibalne količine: $\Delta G = 0$ ali $m_1 v_1 = m_2 v_2$. Pri tem upoštevamo še, da je hitrost s katero se drsalca oddaljujeta drug od drugega enaka vsoti hitrosti posameznega drsalca $v = v_1 + v_2$. Eno hitrost izrazimo z drugo in vstavimo v izrek o ohranitvi gibalne količine. Po krajšem računu, ki ga naj bralec za vajo naredi sam, ugotovimo, koliko sta hitrosti drsalcev v smeri, ki je pravokotna na prvotno smer gibanja:

$$v_1 = \frac{v}{1 + \frac{m_1}{m_2}} = 1,09 \text{ m/s} \quad \text{in} \quad v_2 = \frac{v}{1 + \frac{m_2}{m_1}} = 1,91 \text{ m/s}$$

Za končen rezultat moramo uporabiti še pitagorov izrek, saj se drsalca gibljeta s hitrostjo $v_o = 4 \text{ m/s}$, ki je pravokotna na hitrosti v_1 in v_2 . Tako dobimo končno hitrost drsalca v_D in drsalke v_d :

$$v_D = \sqrt{v_o^2 + v_1^2} = 4,15 \text{ m/s} \quad \text{in} \quad v_d = \sqrt{v_o^2 + v_2^2} = 4,43 \text{ m/s}$$

22. Drsalec z maso 60 kg, ki ima v roki žogo z maso 5 kg, se s hitrostjo 1 m/s premika po ledeni ploskvi vzporedno z robom drsališča. Nenadoma vrže žogo s hitrostjo 10 m/s v smeri vožnje. Kolikšna je hitrost drsalca po metu? S kolikšno hitrostjo bi moral vreči žogo, da bi se ustavil? Vse hitrosti so dane za opazovalca, ki stoji ob robu drsališča!
23. Tovornjak z maso 10 ton in osebni avto z maso 1,5 tone peljeta pravokotno drug na drugega in neprožno trčita. Razbitine v prvem trenutku po trku drsijo s hitrostjo 10 km/h v smeri, ki oklepa kot 60° s prvotno smerjo osebnega avtomobila. Koliko je hitrost avtomobilov pred trkom?

Rp: Upoštevamo, da sta gibalni količini obeh teles vendarle vendarle vektorja. Izračunamo najprej skupno gibalno količino po trku $G = (m_a + m_t)v$, nato pa z nekaj geometrije gibalni količini obeh vozil pred trkom ter nato še njuni hitrosti: $v_a = 38,3 \text{ km/h}$, $v_t = 9,96 \text{ km/h}$.

24. Limuzina z maso 3 tone in kabriolet z maso 1,2 tone peljeta pravokotno drug na drugega in neprožno trčita. Razbitine v prvem trenutku po trku drsijo s hitrostjo 15 km/h v smeri, ki oklepa kot 30° s prvotno smerjo limuzine. Koliko je hitrost avtomobilov pred trkom?

Rp: $v_l = 5,05 \text{ m/s}$, $v_k = 7,3 \text{ m/s}$

25. Žogo z maso 200 g vržemo s 5 m visokega okna v vodoravni smeri s hitrostjo 10 m/s.
- Koliko je sprememba gibalne količine žoge?
 - Koliko je sunek sile na žogo?
 - Koliko je rezultanta zunanjih sil, ki delujejo na žogo?
26. Žogo z maso 100 g vržemo z 10 m visokega okna v vodoravni smeri s hitrostjo 5 m/s.
- Koliko je sprememba gibalne količine žoge?
 - Koliko je sunek sile na žogo?
 - Koliko je rezultanta zunanjih sil, ki delujejo na žogo?
27. Žoga z maso 500 g je priletela v navpični zid pod kotom 30° s hitrostjo 20 m/s in se od zidu odbila pod enakim kotom in z isto hitrostjo. Nariši sliko!
- Kolikšna je gibalna količina žoge pred trkom?
 - Kolikšna je gibalna količina žoge po trku?
 - Kolikšna je sprememba gibalne količine žoge?
 - Izračunaj sunek sile na žogo!
 - S kolikšno silo se odbije od zidu, če traja stik s steno 0,1 s?
 - Kolikšen kot oklepa smer sile s steno?
- Rp:** $G_1 = mv_1 = 10 \text{ Ns}$, $G_2 = mv_2 = 10 \text{ Ns}$,
 $\Delta \vec{G} = \vec{G}_2 - \vec{G}_1 \Rightarrow \Delta G = 2G_2 \cos \varphi = 17,3 \text{ Ns}$,
 $F\Delta t = \Delta G = 17,3 \text{ Ns}$, $F = \frac{\Delta G}{\Delta t} = 173 \text{ N}$, kot med smerjo sile in steno je 90° .
28. Žoga z maso 300 g je priletela v navpični zid pod kotom 60° s hitrostjo 20 m/s in se od zidu odbila pod enakim kotom in z isto hitrostjo. Nariši sliko!
- Kolikšna je gibalna količina žoge pred trkom?
 - Kolikšna je gibalna količina žoge po trku?
 - Kolikšna je sprememba gibalne količine žoge?
 - Izračunaj sunek sile na žogo!
 - S kolikšno silo se odbije od zidu, če traja stik s steno 0,1 s?
 - Kolikšen kot oklepa smer sile s steno?
29. Žoga z maso 0,5 kg je priletela v navpični zid pod kotom 45° s hitrostjo 20 m/s in se od zidu odbila pod enakim kotom in z isto hitrostjo. Nariši sliko!
- Kolikšna je gibalna količina žoge pred trkom?
 - Kolikšna je gibalna količina žoge po trku?
 - Kolikšna je sprememba gibalne količine žoge?
 - Izračunaj sunek sile na žogo!
 - S kolikšno silo se odbije od zidu, če traja stik s steno 0,1 s?
 - Kolikšen kot oklepa smer sile s steno?
30. Telo z maso 5 kg se giblje enakomerno s hitrostjo 20 m/s. Nenadoma začne na telo delovati stalna zunanja sila, zaradi katere se telo giblje čez 6 s v nasprotni smeri kot prej s hitrostjo 4 m/s. Izračunaj:
- gibalno količino pred delovanjem sile,
 - gibalno količino po delovanju sile,
 - spremembo gibalne količine,
 - sunek sile na telo,

(e) velikost sile, ki deluje na telo!

Rp: $G_1 = 100 \text{ Ns}$, $G_2 = -20 \text{ Ns}$, $\Delta G = -120 \text{ Ns}$, $F\Delta t = -120 \text{ Ns}$, $F = -20 \text{ N}$

31. Avto z maso 500 kg se pelje enakomerno premo s hitrostjo 10 m/s. V nekem trenutku začne nanj delovati stalna zunanja sila, ki povzroči, da se avto začne po 30 s gibati v nasprotno smer s hitrostjo 2 m/s. Izračunaj:

- gibalno količino pred delovanjem sile,
- gibalno količino po delovanju sile,
- spremembo gibalne količine,
- sunek sile na avto,
- velikost sile!

32. Ploščica z maso 3 kg drsi po enakomerno nagnjenem klancu navzdol in ima v točki A hitrost 5 m/s. Po 50 m poti v točki B, ki leži 10 m nižje od točke A, ima ploščica hitrost 10 m/s.

- Kolikšna je gibalna količina ploščice v točki **A**?
- Kolikšna je gibalna količina ploščice v točki **B**?
- Koliko je sunek sil na ploščico?
- Koliko je vsota zunanjih sil na ploščico?
- Koliko je sila trenja?

Rp: $G_A = mv_A = 15 \text{ Ns}$, $G_B = mv_B = 30 \text{ Ns}$, $F\Delta t = \Delta G = G_B - G_A = 15 \text{ Ns}$,
 $t = \frac{2s}{v_A + v_B} = 6,67 \text{ s}$ in zato $F = \frac{\Delta G}{\Delta t} = 2,25 \text{ N}$
 $F_t = F_g \frac{h}{s} - F = 3,75 \text{ N}$

33. Ploščica z maso 5 kg drsi po enakomerno nagnjenem klancu navzdol in ima v točki **A** hitrost 10 m/s. Po 40 m poti v točki **B**, ki leži 10 m nižje od točke **A**, ima ploščica hitrost 15 m/s.

- Kolikšna je gibalna količina ploščice v točki **A**?
- Kolikšna je gibalna količina ploščice v točki **B**?
- Koliko je sunek sil na ploščico?
- Koliko je vsota zunanjih sil na ploščico?
- Koliko je sila trenja?

Rp: $G_A = 50 \text{ Ns}$, $G_B = 75 \text{ Ns}$, $F\Delta t = 25 \text{ Ns}$,
 $t = 3,2 \text{ s}$ in zato $F = 7,81 \text{ N}$
 $F_t = 4,69 \text{ N}$

4.6 energijski zakon

- Telo, ki v začetku miruje, se giblje pod vplivom stalne sile. Kako se spreminja kinetična energija telesa v odvisnosti od časa?
- Telo, ki v začetku miruje, se giblje pod vplivom stalne sile. Kako se spreminja kinetična energija telesa v odvisnosti od poti?
- Na telo deluje stalna sila 100 N v smeri gibanja na poti 100 m. Sila trenja je 40 N. Za koliko se na poti 100 m poveča kinetična energija telesa?
- Kamen z maso 3 kg pade z višine 2 m na vzmet. Koliko se vzmet skrči, če je koeficient vzmeti 8 N/mm?
- Kroglica z maso 0,3 kg pade z višine 75 cm na vzmet. Koliko se vzmet skrči, če je koeficient prožnosti vzmeti 20 N/cm?

6. Kolesar pripelje do 100 m dolgega klanca s hitrostjo 6 m/s. Klanec je nagnjen proti vodoravnici 5° . S kolikšno hitrostjo pripelje kolesar na konec klanca, če se spusti po njem? Kaj pa če upošteváš koeficient trenja 0,05?
7. Vagon pripelje do klanca, ki je dolg 1 km in nagnjen 1° proti vodoravnici. S kolikšno hitrostjo mora pripeljati do klanca, da bo imel na vrhu hitrost 1 m/s? Kaj pa če upošteváš koeficient trenja 0,005?
8. Kolikšno delo opravi avtomobil z maso 1,5 t, ko se poveča njegova hitrost od 20 km/h na 80 km/h? Pri tem prepelje avto 500 m daleč. Koeficient trenja pa je 0,05!
9. Kolikšno delo opravi konj, ki vleče voz z maso 1,5 t, če pospeši voz od hitrosti 2 km/h na 8 km/h? Pri tem prepelje voz 500 m daleč. Koeficient trenja pa je 0,05!
10. Kolikšno delo opravi konj, ki vleče voz z maso 3,5 t, če pospeši voz od hitrosti 1 km/h na 5 km/h? Pri tem prepelje voz 1500 m daleč. Koeficient trenja pa je 0,05!
11. Letalo z maso 2,5 t se dvigne v času 5,4 minut 1,5 km visoko. Žene ga motor, ki rabi pri tem 36% svoje moči. Izračunaj moč motorja!
12. Motor z močjo 6 kW poganja pumpo, ki dvigne vodo v 20 m višje ležeči rezervoar. Kolikšen je energijski izkoristek, če pumpa dvigne 3400 kg vode v 3 minutah?
13. Najmanj koliko moč mora imeti motor, ki poganja premične stopnice, če želimo, da v 2 urah prepelje 4000 oseb v nadstropje, ki je 7 m višje? Poprečna masa osebe je 70 kg, moč za premikanje praznih stopnic pa 3 kW?
14. Motor z močjo 10 kW poganja vitel, ki dviguje breme z maso 100 kg 20 m visoko. V kolikšnem času dvigne breme na to višino, če je izkoristek motorja 80%?
15. Lokomotiva z maso 30 t doseže v 1,5 min hitrost 36 km/h. Kolikšna je tedaj njena moč, če dela motor z izkoristkom 70%?
16. Črpalka dvigne vsako minuto 400 litrov vode v deset metrov višje ležeči zbiralnik. Koliko dela se nekoristno izgubi, če je moč motorja črpalke 3 kW?
17. Črpalka dvigne vsako minuto 2400 litrov vode v deset metrov višje ležeči zbiralnik. Koliko dela se nekoristno izgubi, če je moč motorja črpalke 5 kW?
18. Električna centrala izkorišča energijo vode. Vsako minuto pade 1,2 t vode 4,2 m globoko. Koliko dela lahko centrala odda v omrežje vsako sekundo, če se polovica energije vode nekoristno izgubi?
19. Vodovodna pumpa potiska vodo v 30 m višje ležeči rezervoar. Koliko dela najmanj opravi, če potisne 100 m^3 vode? S kolikšno močjo dela, če vsako minuto potisne v rezervoar 100 m^3 vode?
20. Voda odteka s strehe po 10 m dolgem navpičnem žlebu. Kako daleč od vznožja stavbe moramo v tla izkopati odtočni jašek, če je iztočna šoba žleba vodoravna in je 20 cm nad tlemi?
21. Gumijasto žogo z maso 200 g spustimo z višine 2 m. Do katere višine se dvigne po petem odskoku, če se žogi pri vsakem odboju kinetična energija zmanjša za četrtno? Kolikšna je notranja energija v tem trenutku?
22. Gumijasto žogo z maso 200 g spustimo z višine 2 m. Do katere višine se dvigne po petem odskoku, če se žogi pri vsakem odboju kinetična energija zmanjša za tretjino? Kolikšna je notranja energija v tem trenutku?
23. 1 m dolga palica z maso 500 g se vrti v navpični s frekvenco 200 /s v ravnini okrog osi, ki gre skozi njeno težišče. Kolikšna je energija palice zaradi vrtenja?
24. Kroglica z maso 0,5 kg je pritrjena na koncu 1 m dolge palice. Palica se vrti s frekvenco 300 /s v navpični ravnini okrog osi, ki gre skozi drug konec palice. Kolikšna je kinetična energija kroglice?

25. Kolikšna je rotacijska energija dnevnega vrtenja Zemlje in kolikšna je kinetična energija letnega kroženja Zemlje okrog Sonca? Polmer Zemlje je 6400 km, povprečna gostota je $5,6 \text{ kg/dm}^3$, povprečna oddaljenost od Sonca pa $150 \cdot 10^6 \text{ km}$.
26. Na vodoravni ledeni ploskvi leži okrogla plošča z maso 50 kg in polmerom 0,6 m. Na robu plošče stoji otrok z maso 40 kg in v nekem trenutku skoči s plošče v tangentsni smeri s hitrostjo 4 m/s. Kako se plošča giblje po odskoku?
27. Avtomobil ima moč motorja 75 kW. Izkoristek motorja pa je 25%. Masa avtomobila je 1000 kg. Koliko je vsota sile upora in sile trenja, ča avto pelje s stalno hitrostjo 156 km/h? Koliko je kinetična energija avtomobila? Kako daleč se pripelje, če motor preneha delovati? (Pomisl, kako je z zaviralnimi silami!)
28. Ploščica z maso 3 kg drsi po enakomerno nagnjenem klancu navzdol in ima v točki A hitrost 5 m/s. Po 50 m poti v točki B, ki leži 10 m nižje od točke A, ima ploščica hitrost 10 m/s.
- Kolikšna je gibalna količina ploščice v točki A?
 - Kolikšna je gibalna količina ploščice v točki B?
 - Koliko je sunek sil na ploščico?
 - Koliko je kinetična energija v točki A?
 - Koliko je kinetična energija v točki B?
 - Koliko je potencialna energija v točki A?
 - Koliko je sprememba potencialne energije med točkama A in B?
 - Koliko je vsota zunanjih sil na ploščico?

Rp: $G_A = mv_A = 15 \text{ Ns}$, $G_B = mv_B = 30 \text{ Ns}$, $F\Delta t = \Delta G = G_B - G_A = 15 \text{ Ns}$, $W_{kA} = \frac{1}{2}mv_A^2 = 37,5 \text{ J}$, $W_{kB} = \frac{1}{2}mv_B^2 = 150 \text{ J}$, $W_{pA} = mgh = 300 \text{ J} + \text{konst.}$, $\Delta W_p = 300 \text{ J}$
 $t = \frac{2s}{v_A + v_B} = 6,67 \text{ s}$ in zato $F = \frac{\Delta G}{\Delta t} = 2,25 \text{ N}$ ali pa $F = \frac{\Delta}{s} = \frac{\Delta W_k}{s} = 2,25 \text{ N}$

$$F = \frac{\Delta G}{\Delta t} = \frac{mv_B - mv_A}{\frac{2s}{v_A + v_B}} = \frac{m}{2s} (v_B^2 - v_A^2) = \frac{\Delta W_k}{s}$$

29. Ploščica z maso 3 kg in polmerom 3 cm drsi po enakomerno nagnjenem klancu navzdol in ima v točki A hitrost 5 m/s. Po 50 m poti v točki B, ki leži 10 m nižje od točke A, ima ploščica hitrost 10 m/s.
- Kolikšna je gibalna količina ploščice v točki A?
 - Kolikšna je gibalna količina ploščice v točki B?
 - Koliko je sunek sil na ploščico?
 - Koliko je kinetična energija v točki A?
 - Koliko je kinetična energija v točki B?
 - Koliko je sprememba kinetične energije med točkama A in B?
 - Koliko je potencialna energija v točki A?
 - Koliko je potencialna energija v točki B?
 - Koliko je sprememba potencialne energije med točkama A in B?
 - Koliko je vsota zunanjih sil na ploščico?
 - Koliko je sprememba gibalne količine ploščice?
 - Koliko je delo teže?

Pri naslednjih nalogah, kjer se po klancu kotali krogla naletimo na težavo.

Glede na prejšnjo nalogo se zdi, da vrtenje krogle okoli lastne osi in s tem rotacijske energije ni potrebno upoštevati. V primeru, da kotaljenja ne upoštevamo, rešujemo naloge kot zgoraj pri ploščici; vendar je v takšnem primeru rešitev fizikalno nekorektna, je pa takšno reševanje priročno za vajo!

Če pa rotacijo upoštevamo, so rešitve bolj pravilne, ampak težje, zato pa bolj zabavne.

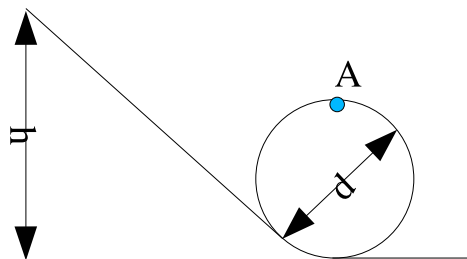
30. Kroglo z maso 3 kg smo zakotalili po enakomerno nagnjenem klancu navzgor. V točki A ima hitrost 10 m/s. Po 50 m poti v točki B, ki leži 10 m više od točke A, ima ploščica hitrost 5 m/s.
- (a) Kolikšna je gibalna količina krogle v točki A?
 - (b) Kolikšna je gibalna količina krogle v točki B?
 - (c) Koliko je sunek zunanjih sil na kroglo?
 - (d) Koliko je kinetična energija v točki A?
 - (e) Koliko je kinetična energija v točki B?
 - (f) Koliko je potencialna energija v točki B?
 - (g) Koliko je sprememba potencialne energije med točkama A in B?
 - (h) Koliko je vsota zunanjih sil na kroglo?
31. Krogla z maso 3 kg in polmerom 3 cm se kotali po klancu navzdol. Hitrost 10 m/s doseže v točki A. Po 40 m poti v točki B, ki leži 5 m niže od točke A, ima hitrost 15 m/s.
- (a) Kolikšna je gibalna količina krogle v točki A?
 - (b) Kolikšna je gibalna količina krogle v točki B?
 - (c) Koliko je sunek sil na kroglo?
 - (d) Koliko je kinetična energija v točki A?
 - (e) Koliko je kinetična energija v točki B?
 - (f) Koliko je sprememba kinetične energije med točkama A in B?
 - (g) Koliko je potencialna energija v točki A?
 - (h) Koliko je potencialna energija v točki B?
 - (i) Koliko je sprememba potencialne energije med točkama A in B?
 - (j) Ali ima krogla zaradi rotacije energijo?
 - (k) Koliko je vsota zunanjih sil na kroglo?
 - (l) Koliko je sprememba gibalne količine krogle?
 - (m) Koliko je delo teže?
32. Kroglo z maso 3 kg in polmerom 13 cm zakotalimo po klancu navzgor. Hitrost 12 m/s doseže v točki A. Po 40 m poti v točki B, ki leži 5 m više od točke A, ima hitrost 4 m/s.
- (a) Kolikšna je gibalna količina krogle v točki A?
 - (b) Kolikšna je gibalna količina krogle v točki B?
 - (c) Koliko je sunek sil na kroglo?
 - (d) Koliko je kinetična energija v točki A?
 - (e) Koliko je kinetična energija v točki B?
 - (f) Koliko je sprememba kinetične energije med točkama A in B?
 - (g) Koliko je potencialna energija v točki A?
 - (h) Koliko je potencialna energija v točki B?
 - (i) Koliko je sprememba potencialne energije med točkama A in B?
 - (j) Koliko je vsota zunanjih sil na kroglo?
 - (k) Koliko je sprememba gibalne količine krogle?
 - (l) Koliko je delo teže?
-
33. Kroglo z maso 3 kg in polmerom 3 cm vržemo vodoravno s hitrostjo 10 m/s v točki A. Na tla prileti v točki B, ki leži 10 m niže od točke s hitrostjo 17,3 m/s.
- (a) Kolika je gibalna količina krogle v točki A?
 - (b) Kolikšna je gibalna količina krogle v točki B?

- (c) Koliko je kinetična energija v točki A?
 - (d) Koliko je kinetična energija v točki B?
 - (e) Koliko je potencialna energija v točki A?
 - (f) Koliko je potencialna energija v točki B?
 - (g) Koliko je gostota krogle?
-
34. Žogo z maso 100 g vržemo z višine 15 m v vodoravni smeri s hitrostjo 10 m/s. Zaviralne sile zanemari!
- (a) Koliko je sprememba gibalne količine žoge?
 - (b) Koliko je sprememba kinetične energije žoge?
 - (c) Koliko je sprememba potencialne energije žoge?
 - (d) Koliko je sprememba celotne energije žoge?
 - (e) S kolikšno hitrostjo prileti žoga na tla?
35. Gasilci rešujejo ljudi iz višjih nadstropij zgradb tako, da uporabijo posebno ponjavo, po kateri jih spuščajo navzdol. Trenje omogoča, da ljudje med spuščanjem ne dosežejo prevelike hitrosti. Predpostavimo, da se med spustom po takšni ponjavi 75% potencialne energije izgubi zaradi trenja. Moški z maso 80 kg se spusti po ponjavi iz drugega nadstropja, ki je 9 m nad tlemi; ponjava je dolga 12 m.
- (a) S kolikšno hitrostjo bi priletel na tla, če bi skočil?
 - (b) Kolikšna je sprememba potencialne energije moža med spustom?
 - (c) S kolikšno hitrostjo moški pristane na tleh?
 - (d) Kolikšna je povprečna sila trenja?
36. Kroglica z maso 0,3 kg je 75 cm nad vzmetjo. Koliko se vzmet skrči, ko kroglica pade nanjo, če je koeficient vzmeti 2 N/cm? Upoštevaj, da je vzmet dovolj dolga.
37. Kamen z maso 3 kg je 2 m nad vzmetjo. Koliko se vzmet skrči, ko kamen pade nanjo, če je koeficient vzmeti 8 N/cm? Upoštevaj, da je vzmet dovolj dolga.
38. Telo z maso 5 kg se giblje enakomerno s hitrostjo 20 m/s. Nenadoma začne na telo delovati stalna zunanja sila, zaradi katere se telo giblje čez 6 s v nasprotni smeri kot prej s hitrostjo 4 m/s.
- (a) Koliko je sunek sile na telo?
 - (b) Koliko je velikost sile, ki deluje na telo!
39. Žogo z maso 300 g vržemo z višine 10 m v vodoravni smeri s hitrostjo 15 m/s. Zaviralne sile zanemari!
- (a) Koliko je sprememba gibalne količine žoge?
 - (b) Koliko je sprememba kinetične energije žoge?
 - (c) Koliko je sprememba potencialne energije žoge?
 - (d) Koliko je sprememba celotne energije žoge?
 - (e) S kolikšno hitrostjo prileti žoga na tla?
40. Žogico, ki ima maso 26 g, spustimo z višine 1,2 m. Odbije se do višine 1 m.
- (a) Kvalitativno opiši energijske spremembe pri odskoku!
 - (b) S kolikšno hitrostjo pade žogica na tla?
 - (c) S kolikšno hitrostjo se žogica odbije?
 - (d) S kolikšno hitrostjo bi jo morali vreči navpično navzdol, da bi se dvignila do začetne višine, če bi se pri tem izgubil enak delež začetne energije a)?

41. Žogo, ki ima maso 50 g vržemo vodoravno s hitrostjo 5 m/s z višine 3 m.
- Opiši energijske spremembe!
 - Koliko je sunek sil na žogo med letom?
 - Koliko je sprememba kinetične energije žoge?
 - Koliko je sprememba potencialne energije žoge?
 - Koliko je sprememba gibalne količine žoge?
 - Kako se spremeni skupna energija žoge?
42. Žogo, ki ima maso 50 g vržemo vodoravno s hitrostjo 5 m/s z višine 3 m.
- Opiši energijske spremembe!
 - Koliko je sunek sil na žogo med letom?
 - Koliko je sprememba kinetične energije žoge?
 - Koliko je sprememba potencialne energije žoge?
 - Koliko je sprememba gibalne količine žoge?
 - Kako se spremeni skupna energija žoge?
43. Gasilci rešujejo ljudi iz višjih nadstropij zgradb tako, da uporabijo posebno ponjavo, po kateri jih spuščajo navzdol. Trenje omogoča, da ljudje med spuščanjem ne dosežejo prevelike hitrosti. Predpostavimo, da se med spustom po takšni ponjavi 67% potencialne energije izgubi zaradi trenja. Ženska z maso 60 kg se spusti po ponjavi iz drugega nadstropja, ki je 11 m nad tlemi. Ponjava je dolga 15 m.
- S kolikšno hitrostjo bi priletela na tla, če bi skočila?
 - Kolikšna je sprememba potencialne energije ženske med spustom?
 - S kolikšno hitrostjo ženska pristane na tleh?
 - Kolikšna je povprečna sila trenja?
44. Atlet z maso 70 kg teče s stalno hitrostjo 1 m/s navkreber po strmini, nagnjeni za 30°.
- Kolikšna je njegova kinetična energija?
 - Koliko je njegova gibalna količina?
 - Za koliko se vsako sekundo spremeni njegova gibalna količina?
 - Za koliko se vsako sekundo spremeni njegova kinetična energija?
 - Za koliko se vsako sekundo spremeni njegova potencialna energija?
 - Koliko dela opravi v eni sekundi?
 - Kolikšna je moč, ki je ta tak tek potrebna?
 - Koliko dela opravi, če tako teče pet minut?
 - Koliko dela opravi, ko se vzpne za 5 m?
 - Koliko dela opravi, ko preteče 5 m?
 - Koliko je njegova hitrost po 3 minutah?
 - Koliko je njegova gibalna količina po 2 minutah?
45. Atlet z maso 70 kg teče s stalno hitrostjo 0,5 m/s navkreber po strmini, nagnjeni za 45°.
- Kolikšna je njegova kinetična energija?
 - Koliko je njegova gibalna količina?
 - Za koliko se vsako sekundo spremeni njegova gibalna količina?
 - Za koliko se vsako sekundo spremeni njegova kinetična energija?
 - Za koliko se vsako sekundo spremeni njegova potencialna energija?
 - Koliko dela opravi v eni sekundi?

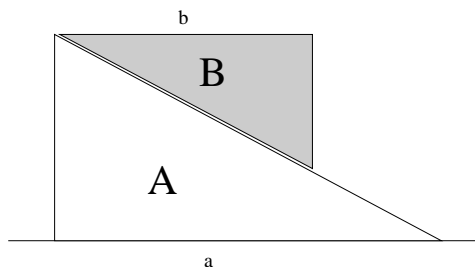
- (g) Kolikšna je moč, ki je ta tak tek potrebna?
- (h) Koliko dela opravi, če tako teče pet minut?
- (i) Koliko dela opravi, ko se vzpne za 10 m?
- (j) Koliko dela opravi, ko preteče 10 m?
- (k) Koliko je njegova hitrost po 2 minutah?
- (l) Koliko je njegova gibalna količina po 3 minutah?
46. Avto z maso 1300 kg in dolžino 413 cm pelje po enakomerno nagnjenem klanecu navzgor in ima v točki A hitrost 15 m/s. Po 50 m poti v točki B, ki leži 10 m više od točke A, ima avto hitrost 10 m/s.
- (a) Kolikšna je gibalna količina avta v točki A?
- (b) Kolikšna je gibalna količina avta v točki B?
- (c) Koliko je sunek sil na avto?
- (d) Koliko je kinetična energija v točki A?
- (e) Koliko je kinetična energija v točki B?
- (f) Koliko je sprememba kinetične energije med točkama A in B?
- (g) Koliko je potencialna energija v točki A?
- (h) Koliko je potencialna energija v točki B?
- (i) Koliko je sprememba potencialne energije med točkama A in B?
- (j) Koliko je vsota zunanjih sil na avto?
- (k) Koliko je sprememba gibalne količine avta?
- (l) Koliko je delo teže?
47. Žogico, ki ima maso 33 g, spustimo z višine 1,5 m, da prosto poskakuje na mestu. Po vsakem odskoku se višina, do katere se žogica dvigne, zmanjša za 40%.
- (a) Kvalitativno opiši energijske spremembe pri poskakovanju!
- (b) S kolikšno hitrostjo pade žogica prvič na tla?
- (c) S kolikšno hitrostjo se žogica prvič odbije?
- (d) Do katere višine se dvigne po dvanajstem odskoku?
48. Žogico, ki ima maso 3 g, spustimo z višine 1,5 m, da prosto poskakuje na mestu. Po vsakem odskoku se višina, do katere se žogica dvigne, zmanjša za 33%.
- (a) Kvalitativno opiši energijske spremembe pri poskakovanju!
- (b) S kolikšno hitrostjo pade žogica prvič na tla?
- (c) S kolikšno hitrostjo se žogica prvič odbije?
- (d) Do katere višine se dvigne po sedmem odskoku?
49. Kamen ima maso m . Vržemo ga vodoravno s hitrostjo v_o z višine h . Koliko je hitrost kamna, ko je polovica kinetične energije enaka potencialni energiji ($\frac{1}{2}W_k = W_p$)? Rezultat lahko izraziš le s podanimi količinami m , h in v_o !
50. Kamen ima maso m . Vržemo ga vodoravno s hitrostjo v_o z višine h . Koliko je višina kamna, ko je kinetična energija enaka dvema tretjinama potencialne energije ($W_k = \frac{2}{3}W_p$)? Rezultat lahko izraziš le s podanimi količinami m , h in v_o !
51. Vagon pripelje do klanca, ki je dolg s in nagnjen φ proti vodoravnici. S kolikšno hitrostjo v_o mora pripeljati do klanca, da bo imel na vrhu hitrost v ? Kaj pa če upoštevaš koeficient trenja k_t ?
52. Kolesar pripelje do s dolgega klanca s hitrostjo v_o . Klanec je nagnjen proti vodoravnici φ . S kolikšno hitrostjo v pripelje kolesar na konec klanca, če se spusti po njem? Kaj pa če upoštevaš koeficient trenja k_t ?

53. Žogo spustimo, da prosto pade. Tik pred tlemi ima hitrost v_o . Odbije se s hitrostjo v , ki je manjša od hitrosti pred odskokom. Rezultat lahko izraziš le s podanima količinama v_o in v !
- Za kolikšen delež začetne energije, se je zmanjšala kinetična energija (za koliko procentov)?
 - S kolikšno hitrostjo bi jo morali vreči navpično navzdol, da bi se dvignila do začetne višine, če bi se pri tem izgubil enak delež začetne energije kot v primeru a)?
54. Žogo spustimo z višine h_o . Po odskoku se dvigne do višine h , ki je manjša od začetne višine. Rezultat lahko izraziš le s podanima količinama h_o in h !
- Za kolikšen delež začetne energije, se je zmanjšala potencialna energija (za koliko procentov)?
 - S kolikšno hitrostjo bi jo morali vreči navpično navzdol, da bi se dvignila do začetne višine, če bi se pri tem izgubil enak delež začetne energije kot v primeru a)?
55. Kamen ima maso m . Vržemo ga navzgor s hitrostjo v_o . Koliko je hitrost kamna, ko je kinetična energija enaka trem četrtinam potencialne energije ($W_k = \frac{3}{4}W_p$)? Rezultat lahko izraziš le s podanima količinama m in v_o !
56. Kamen ima maso m . Vržemo ga navzgor s hitrostjo v_o . Koliko je višina kamna, ko so tri četrtine kinetične energije enaka potencialni energiji ($\frac{3}{4}W_k = W_p$)? Rezultat lahko izraziš le s podanima količinama m in v_o !
57. Kamen ima maso m . Vržemo ga vodoravno s hitrostjo v_o . Koliko je višina kamna, ko je kinetična energija enaka dvema tretjinama potencialne energije ($W_k = \frac{2}{3}W_p$)? Rezultat lahko izraziš le s podanima količinama m in v_o !
58. Kamen ima maso m . Vržemo ga vodoravno s hitrostjo v_o . Koliko je hitrost kamna, ko je polovica kinetične energije enaka potencialni energiji ($\frac{1}{2}W_k = W_p$)? Rezultat lahko izraziš le s podanima količinama m in v_o !
59. Kamen ima maso m . Vržemo ga poševno navzgor s hitrostjo v_o . Koliko je višina kamna, ko je kinetična energija enaka dvema tretjinama potencialne energije ($W_k = \frac{2}{3}W_p$)? Rezultat lahko izraziš le s podanima količinama m in v_o !
60. Kamen ima maso m . Vržemo ga poševno navzgor s hitrostjo v_o . Koliko je hitrost kamna, ko je polovica kinetične energije enaka potencialni energiji ($\frac{1}{2}W_k = W_p$)? Rezultat lahko izraziš le s podanima količinama m in v_o !
61. Obravnavaj energijske spremembe pri gibanju Lune okoli Zemlje! (katere energije se spreminjajo, kako in zakaj)
62. Obravnavaj energijske spremembe pri gibanju Zemlje okoli Sonca! (katere energije se spreminjajo, kako in zakaj)
63. Luna se giblje okoli Zemlje po elipsi. Kdaj je kinetična energija Lune največja, ko je Luna najbližje ali najdlje od Zemlje? Odgovor utemelji!
64. Mars se giblje okoli Sonca po elipsi. Kdaj je kinetična energija Marsa največja, ko je najbližje ali najdlje od Sonca? Odgovor utemelji!
65. Umetni satelit z maso 1000 kg kroži okoli Zemlje nad ekvatorjem tako, da je za opazovalca ne Zemlji ves čas nad istim krajem. Na kolikšni višini nad Zemljo kroži satelit? Kolikšno energijo smo porabili, da smo spravili satelit s površja Zemlje na ta tir? Radij Zemlje je 6400 km, težni pospešek na površju Zemlje je 10 m/s^2 .
66. Rolkar ima maso 75 kg. Spusti se po klancu z višine h , nato pa skozi ovinek smrti, tako da je v točki A obrnjen na glavo. Premer ovinka d je 5 m. Glej sliko 20 na strani 69!
- Kolikšna mora biti najmanj višina od koder se spusti, da mu bo uspelo?
 - Koliko je sprememba potencialne energije med začetno točko in točko A?
 - Koliko je kinetična energija v točki A?



Slika 20: Akrobatski zavoji.

- (d) Koliko mora biti najmanjša hitrost v točki A, da kolesar ne pade?
67. Kolesar ima maso 103 kg. Spusti se po klancu z višine h , nato pa skozi ovinek smrti, tako da je v točki A obrnjen na glavo. Premer ovinka d je 5 m. Glej sliko 20 na strani 69!
- (a) Kolikšna mora biti najmanj višina od koder se spusti, da mu bo uspelo?
 (b) Koliko je sprememba potencialne energije med začetno točko in točko A?
 (c) Koliko je kinetična energija v točki A?
 (d) Koliko mora biti najmanjša hitrost v točki A, da kolesar ne pade?
68. Kepo plastelina z maso 50 g spustimo z višine 1,5 m, da pade na skodelico vzmetne tehtnice z zanemarljivo maso. Za koliko se skrči vzmet, če je njen koeficient $150 \frac{\text{N}}{\text{m}}$?
69. Kadar velika zvezda eksplodira, večina snovi odleti v vesolje, jedro zvezde pa postane tako gosto, da je ubežna hitrost na površju enaka svetlobni hitrosti. Izračunaj, kolikšen je radij takega jedra zvezde, če je njegova masa enaka masi Sonca ($2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$), hitrost svetlobe je $3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
70. Na telo deluje stalna sila 200 N v smeri gibanja na poti 200 m. Sila trenja je 80 N. Za koliko se na poti 200 m poveča kinetična energija telesa?
71. Jašek je globok 3 m in širok 2 m. Na njegovem dnu je 0,5 m od desne stene luknja. S kolikšno hitrostjo moramo vreči žogo v vodoravni smeri z levega zgornjega roba, da bo po natanko enem odboju od stene zadela luknjo. Trk žoge s steno je idealno prožen! Kolikšna pa mora biti hitrost, če naj se žoga od sten odbije 2 krat, 3 krat ...?
72. Molekula kisika O_2 leti s hitrostjo 555 m/s in idealno prožno trči z molekulo vode H_2O , ki leti v nasprotni smeri s hitrostjo 333 m/s. Koliko je sprememba skupne gibalne količine in skupne kinetične energije obeh molekul? (atomska enota mase ima maso $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)
73. Molekula kisika O_2 leti s hitrostjo 222 m/s in idealno prožno trči z molekulo dušika N_2 , ki leti v nasprotni smeri s hitrostjo 888 m/s. Koliko je sprememba skupne gibalne količine in skupne kinetične energije obeh molekul? (atomska enota mase ima maso $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)
74. Iz zračne pištole izstrelimo izstrelek z maso 3 g v vodoravni smeri proti mehki tarči, ki ima maso 200 g in je obešena na vrvi z dolžino 1 m. Izstrelek obtiči v tarči. Za kolikšen kot od navpičnice se tarča odkloni?
75. Izstrelek z maso 3 g prileti v vodoravni smeri v mehko tarčo in v njej obtiči. Masa tarče je 200 g. Pritrjena je na 1 m dolgi vrvi. Tarča se od navpičnice odkloni za kot 5° . S kolikšno hitrostjo je priletel izstrelek?
76. Na homogeno prizmo A z maso 2 kg je postavljena homogena prizma B z maso 1,5 kg. Prečna preseka prizem sta pravokotna trikotniki s stranicama $a = 15 \text{ cm}$ in $b = 7 \text{ cm}$. Glej sliko 21! Za koliko se premakne prizma A, ko se prizma B, ki jo spustimo po prizmi A, dotakne tal? Trenja med prizmama ni, ravno tako ni trenja med prizmo A in tlemi.



Slika 21: Prizmi v gibanju.

Rp: ohranitev gibalne količine:

$$m_A v_{Ax} = m_B v_{Bx}$$

$$s = \frac{vt}{2}$$

$$m_A s_A = m_B s_B$$

$$s_B = (a - b) - s_A$$

$$s_A = \frac{m_B}{m_A} s_B$$

$$s_A + \frac{m_B}{m_A} s_A = \frac{m_B}{m_A} (a - b)$$

$$s_a = \frac{\frac{m_B}{m_A} (a - b)}{1 + \frac{m_B}{m_A}} = \frac{6 \text{ cm}}{1 + \frac{1,5}{2}} = 3,4 \text{ cm}$$

77. Dva enaka vozička z maso po 0,2 kg, med katerima je stisnjena vzmet, povežemo z vrvico in ju poženemo po vodoravnem tiru s hitrostjo 3 m/s. Nenadoma popusti vrvica in vzmet požene vozička narazen. Kolikšna je potem hitrost vozičkov, če je koeficient vzmeti 160 N/m in je bila vzmet stisnjena za 10 cm? Trenje med vozičkoma in tirom je zanemarljivo.
78. Čez lahek, pritrjen škripec je speljana zelo lahko, neraztegljiva vrv, ki se pretrga, če jo obremenimo z več kot 700 N. Na eno krajišče obesimo utež za 60 kg. Kolikšno največjo utež smemo obesiti na drugo krajišče vrvi, ne da bi se vrv pretrgala takoj, ko utež spustimo?
79. Elektromotor dviga tovor z maso 100 kg s hitrostjo 5 m/s. Kolikšna je najmanj njegova moč? Kako visoko se še dvigne breme, če se vlečna vrv strga?
80. Sidro vlečnice vleče smučarja z maso 80 kg navzgor po strmini, ki je nagnjena za kot 30°, s hitrostjo 6 m/s. Kolikšna moč je za to potrebna? Kako daleč v klanec se še zapelje smučar, če se vlečna vrv strga?

4.7 vrtenje

- Pri kolikšni ročici povzroči sila 5 N navor 3 Nm, če je kot med silo in ročico 45°?
- Železna palica z maso 5 kg je dolga 50 cm. Podprta je na četrtini dolžine. Koliko je največja in najmanjša masa, ki jo lahko stehamo, če je na daljšem koncu palice premična utež z maso 10 kg? Kje mora stati premična utež, če tehtamo najmanjšo maso, in kje, če tehtamo največjo maso?
- Z vretena s polmerom 40 cm se odvija vrv, na kateri visi 10 kg težko vedro. Vedro pade v prvih treh sekundah za 4 m. Kolikšen je vztrajnostni moment vretena? Maso vrvi zanemarimo!
- Na dveh stebrih sloni 6 m dolg drog. Na razdalji 2 m od levega konca je obešeno breme 300 N. Poišči sili, ki delujeta na stebra?
- Na enem koncu trama z dolžino 10 m in z maso 20 kg je obešena utež za 9 kg. V kateri točki moramo tram podpreti, da bo v ravnovesju?

6. Traktor vozi prečno po klancu z nagibom 30° stopinj. Kako visoko sme biti njegovo težišče, da se ravno še ne prevrne? Razdalja med zadnjima kolesoma je 120 cm. Premisli, okoli katere premice se traktor prevrne!
7. Lahka metrska palica je na koncih vodoravno obešena na vzmeteh s koeficientoma 5 N/cm in 8 N/cm. Kam moramo obesiti breme, da ostane palica vodoravna?
8. Delavca nosita na kovinskem drogu 50 l vedro polno vode. Drog je dolg 1,5 m, vedro pa je obešeno en meter stran od prvega delavca. Kolikšno silo morata premagovati nosača?
9. Voda izteka s pretokom 5 l/s iz šobe s presekom 2 cm^2 reakcijskega vrtiljaka. Dolžina vsakega kraka je 25 cm. S kolikšnim navorom moramo zadrževati vrtiljak, da se zaradi iztekajoče vode ne bo vrtel?
10. Kolikšen je vztrajnostni moment sode z maso 50 kg in polmerom 50 cm, če se vrti okrog glavne osi? Kaj pa če se vrti okrog osi, ki je vzporedna z glavno osjo in od nje oddaljena 30 cm?
11. Izračunaj vztrajnostni moment 1 m dolge palice z maso 200 g glede na glavno os, ki je pravokotna na palico? Kaj pa če je os pravokotna na palico in leži tik ob koncu palice?
12. Izračunaj vztrajnostni moment krogle s polmerom 20 cm in maso 2 kg glede na glavno os? Koliko pa je vztrajnostni moment krogle okoli osi, ki je tik ob krogli?