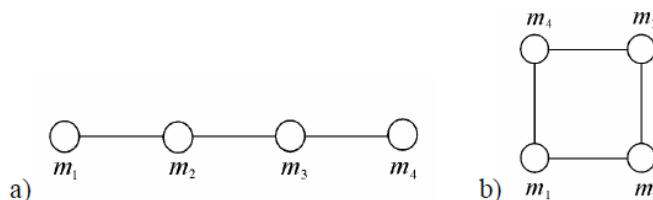


1. GIBALNA KOLIČINA IN SUNEK SILE

1. Kje je težišče sistema teles z masami $m_1=1$ kg, $m_2=2$ kg, $m_3=3$ kg, $m_4=4$ kg, ki so razporejeni kot je narisano na spodnji sliki. Razmak med masami je 10 cm.

$[x_T=0,2$ m od prvega telesa; $x_T=0,05$ m, $y_T=0,07$ m]



2. Jahač z maso m_1 , ki se giblje s hitrostjo v_{1z} , prožno trči v mirujočega jahača z maso m_2 . Kolikšna je hitrost vsakega jahača po trku?
3. Jahač z maso 0,1 kg se giblje po zračni drči in trči s hitrostjo 0,2 m/s v mirujočega jahača z maso 0,15 kg. Po trku ima prvi jahač hitrost 0,05 m/s v nespremenjeni smeri. Kolikšna je potem hitrost drugega? Kolikšna pa je končna hitrost v primeru, ko se po trku jahača gibljeta skupaj?
 $[v_{2k} = 0,1$ m/s, $v'_k = 0,08$ m/s]
4. Izstrelek z maso 15 g se s hitrostjo 340 m/s zapiči v leseno klado z maso 1,4 kg, ki pred tem miruje na gladki mizi. S kolikšno hitrostjo se po trku giblje klada? Kolikšen delež mehanske energije se je pri trku izgubil?
 $[3,6$ m/s]
5. Hitrost teniške žogice z maso 57 g po servisu je 65 m/s. S kolikšno povprečno silo je deloval lopar na žogico ob servisu, če je udarec trajal 30 ms
 $[123,5$ N]
6. Žogo z maso 0,75 kg spustimo z višine 1,6 m na trda tla. Po odboju doseže žoga višino 1,2 m. S kolikšno povprečno silo delujejo tla na žogo, če traja odboj 0,1 s?
 $[78$ N]
7. Človek z maso 75 kg stoji na nadvozu, pod katerim se po tirih vozijo leseni vozički z maso 150 kg v rudnik in iz njega. Voziček pripelje izpod nadvoza s hitrostjo 3 m/s in človek skoči nanj v smeri vožnje s hitrostjo 1 m/s. Kolikšna je hitrost vozička, ko človek stoji na njem? Kolikšna je kinetična energija sistema na začetku in kolikšna na koncu ter kolikšen del kinetične energije se ohrani? Voziček se pelje proti nadvozu s hitrostjo 3 m/s in človek skoči nanj v nasprotni smeri vožnje s hitrostjo 1 m/s. Kolikšna je zdaj hitrost vozička in človeka?
 $[v = 2,3$ m/s, $W_{kz} = 710$ J, $W_{kk} = 610$ J, $v = 1,7$ m/s]
8. Drsalca z masama 70 kg in 50 kg se odrineta en od drugega s sunkom sile 150 Ns. S kolikšno hitrostjo se odmikata en od drugega?
 $[5,1$ m/s]

9. Čoln miruje na sredini jezera. Na njem sedi lovec, ki ustreli v vodoravni smeri 5 izstrelkov z maso 10 g in hitrostjo 280 m/s. Masa lovca je 75 kg, masa čolna pa 20 kg. Kolikšna je hitrost čolna z lovцем po izstreljenih nabojih? Po preteku 10 s od zadnjega strela človek odvrže kamen z maso 1,5 kg v vodoravni smeri pravokotno glede na smer, kamor je streljal. S kolikšno hitrostjo mora vreči kamen, da se začne čoln gibati pod kotom 45° glede na prvotno smer? Kolikšno skupno pot je prepotoval čoln v prvih 20 s po zadnjem strelu? Nariši skico poti.
[$v_c = 0,15 \text{ m/s}$, $v_k = 9,5 \text{ m/s}$]
10. Z zračno puško ustrelimo v plutovinast kvader, ki miruje na tleh. Izstrellek obtiči v kvadru. Hitrost izstrelka je 260 m/s, njegova masa pa 3 g. Masa plutovinastega kvadra je 150 g, koeficient trenja s podlago pa 0,25. Kakšen je trk in kolikšna je hitrost izstrelka in kvadra neposredno po trku? Za koliko se premakne kvader? Za kolikšno bi se premaknil kvader, če bi se v trenutku tik pred trkom gibal s hitrostjo 3 m/s v isto smer kot izstrellek?
[neprožen, 5,1 m/s, 5,3 m, 13,2 m]
11. Avtomobila z maso 1000 kg in 1500 kg vozita v križišče pravokotno drug na drugega. Hitrost lažjega je 60 km/h, hitrost težjega pa 50 km/h. V križišču trčita. Po trku še skupaj drsita v isti smeri. Kolikšen kot oklepa smer gibanja sprijetih avtomobilov glede na smer lažjega avtomobila pred trkom? Kolikšna je hitrost avtomobilov takoj po trku? Na kolikšni razdalji se ustavita, če je koeficient trenja s podlago enak 0,6? Kolikšen delež kinetične energije se pri trku izgubi? Kolikšen sunek sile prejme vsak od avtov?
[$\varphi = 51,3^\circ$, $v = 15 \text{ m/s}$, $s = 19,1 \text{ m}$, $W = 2,4 \text{ kJ}$]
12. Granato izstrelimo poševno navzgor. V najvišji točki tira, 100 m nad tlemi, ko ima hitrost 14 m/s, razpade na dva enaka dela, od katerih pade prvi navpično navzdol. Kako daleč od izstrelišča padeta dela na tla?
[63 m, 190 m]

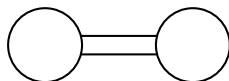
2. KROŽENJE, VRTENJE, NAVOR

2.1 Vztrajnostni moment

1. Vrata imajo višino 2,1 m, širino 1,1 m in debelino 42 mm. Narejena so iz lesa z gostoto $0,88 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Kolikšen je vztrajnostni moment vrat za vrtenje okoli tečajev?

$$[J = 34,5 \text{ kgm}^2]$$

2. Izračunaj vztrajnostni moment telovadne ročke, ki je na sliki, okoli obeh simetrijskih osi! Prečka, ki povezuje uteži, tehta 100 g, vsaka od uteži pa 1 kg. Premer krogel in dolžina prečke sta enaka 10 cm, premer prečke pa je 3 cm.



$$[J = 0,002 \text{ kgm}^2, J = 0,022 \text{ kgm}^2]$$

3. Kolikšen je vztrajnostni moment kvadrata iz pločevine s površino 1 m^2 in maso 5 kg okoli osi,
- ki leži v ravnini kvadrata in gre skozi njegovo težišče tako, da je vzporedna z dvema izmed stranic;
 - ki pravokotno prebada ravnino kvadrata skozi težišče;
 - ki prebada ravnino kvadrata skozi vogal kvadrata?

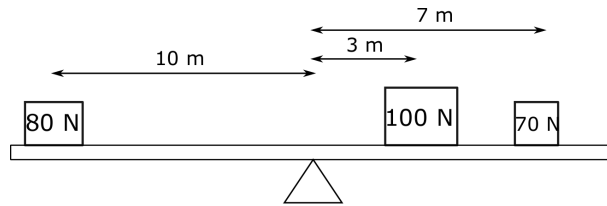
$$[J = 0,42 \text{ kgm}^2, J = 0,83 \text{ kgm}^2, J = 3,33 \text{ kgm}^2]$$

2.2 Navor

1. Pri kleščah meri daljša ročica 15 cm, krajša pa 3,5 cm. Da preščipneš 1 mm debelo žico, moraš stisniti na daljši strani s silama po 50 N. Kolikšni sili delujeta na žico?
- [214 N]
2. Pri vitlu, npr. pri vodnjaku, ima gred premer 15 cm, kolo pa 1,2 m. S kolikšno silo je treba vleči na obodu kolesa pri dvigovanju vedra z maso 20 kg?
- [25 N]
3. Kolesar pritisne na pedal pri biciklu s silo 100 N. Ročica meri 18 cm. Na isti osi je zobato kolo, ki ima 52 zob. Čezen teče veriga, ki je potem speljana preko manjšega kolesa z 22 zobmi in je na skupni osi z zadnjim kolesom bicikla, ki ima radij 35 cm. S kolikšno silo potiska cesta bicikelj naprej?
- [22 N]
4. Z desko, ki je dolga 2 m želimo privzdigniti 200-kilogramsko omaro. Največ koliko daleč od krajišča deske, ki sega pod omaro, sme namestiti podporo 70 kg težak človek, da se omara odlepi od tal, ko človek stopi na drugo krajišče deske?
- [0,52 m]
5. Mož s štirimetrskim drogom dviga breme z maso 60 kg. Vrh pol metra visoke podpore, nemeščene pod drogom, je en meter proč od bremena. S kolikšno silo mora mož pritisniti na krajišče droga, da dvigne breme? Je sila, s katero mora pritiskati, ko je drog enkrat vodoraven, večja, manjša, ali enaka začetni?

$$[200 \text{ N}]$$

6. Na dolgem tramu, ki je vrtljiv okoli osi v sredini, so trije zaboji (80 N, 100 N, 70 N). Ali je tram v ravnovesju? [Ne]



2.3 Newtonov zakon za vrtenje

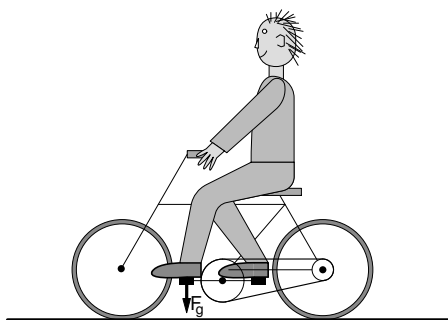
1. Dobro centrirano kolo bicikla obstane v ravnovesju, kadar je ventil spodaj. Kolo zasučemo iz te lege za 90° in ga spustimo. S kolikšnim kotnim pospeškom se začne kolo vrteti? Masa kolesa je 2,5 kg, njegov polmer je 30 cm, masa ventila pa je 16 g.
[$0,21 \text{ s}^{-2}$]
2. Kolo ima vztrajnostni moment $0,025 \text{ kg m}^2$. Nanj 10 s deluje navor $0,020 \text{ Nm}$. Kolikšno kotno hitrost dobi kolo, če je spočetka mirovalo?
[8 s^{-1}]
3. Vrtavko z vztrajnostnim momentom 10^{-3} kg m^2 poženemo tako, da vlečemo vrvico, ki je navita na njeno gred (premer 8 mm), vrtavko pa držimo pri tem v ležaju. Kolikšen je kotni pospešek, če vlečemo s silo 50 N? Kolikšno kotno hitrost dobi vrtavka v 3 sekundah?
[$200 \text{ s}^{-2}, 600 \text{ s}^{-1}$]
4. Vrvica je navita okrog valja, ki je prosto vrtljiv okrog vodoravne osi. Masa valja je 2,5 kg, njegov polmer pa je 20 cm. Na vrvici visi utež z maso 1,2 kg. S kolikšnim pospeškom se giblje utež, ko jo spustimo? S kolikšnim kotnim pospeškom se pri tem vrtil valj?
[$4,8 \text{ m/s}^2, 24 \text{ s}^{-2}$]
5. Vodnjak z vretenom. Vedro z maso 1 kg je navezano na vrv, ki je navita na os s premerom 10 cm. Na os je pritrjen obroč s premerom 1 m. S kolikšnim pospeškom se začne spuščati vedro, ko ga spustimo. Obroč tehta 10 kg, os pa 2 kg?



$$[a = g / (1 + (m_0 r_o^2 + m_v r_v^2) / m r_v^2)]$$

6. Vitel ima gred s premerom 10 cm. Na gred je navita vrv, na kateri visi pol tone težko breme. Kolikšen navor mora delovati na gred, da se breme dviga s pospeškom 2 m/s^2 ?
[$M = r m (a + g)$]
7. Kolesar z maso 75 kg pritisne s silo, enako lastni teži, pravokotno na pedal, ki ima ročico vzporedno s tlemi (glej sliko). Masa kolesa je 25 kg. Dolžina ročice pedala je 20 cm, zobato kolo za

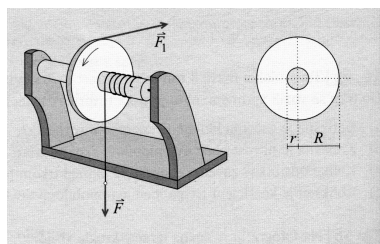
verigo pa ima premer 20 cm. Premer zadnjega kolesa je 60 cm, premer zobatega kolesa na njem pa 8 cm. ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)



- a) S kolikšnim pospeškom štarta kolesar?
- b) Kolikšna je sila lepenja v tem trenutku?

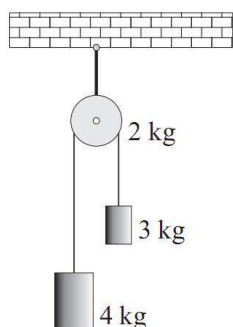
2.4 Delo, energija in moč pri vrtenju

1. Koliko dela moramo opraviti, da se kolo z vztrajnostnim momentom 2 kg m^2 , ki spočetka miruje, vrtili s kotno hitrostjo 3 s^{-1} ?
[9 J]
2. Svinčena kroglica z maso $0,25 \text{ kg}$ je privezana na $2,0 \text{ m}$ dolgo vrstico in kroži v vodoravni ravnini s kotno hitrostjo 10 s^{-1} . Kolikšna je njena kinetična energija?
[50 J]
3. Stalen navor 200 Nm deluje na kolo, ki je vrtljivo okrog geometrijske osi. Vztrajnostni moment telesa je 100 kg m^2 .
 - a) Za koliko se spremeni kotna hitrost kolesa v prvih 4 sekundah?
 - b) Kolikšna je rotacijska kinetična energija kolesa po 4 sekundah, če kolo v začetku miruje?
 [a) 8 s^{-1} , b) $3,2 \text{ kJ}$]
4. Homogen valj z vztrajnostnim momentom $0,20 \text{ kg m}^2$ in s polmerom $0,15 \text{ m}$ je pritrjen na lahko gred s polmerom $0,015 \text{ m}$ in z njo vred vrtljiv okrog vodoravne osi. Izračunaj:
 - a) kotno hitrost valja, če ta spočetka miruje, nato pa na gred deluje 12 sekund sila vrvice 20 N v tangentsni smeri;
 - b) rotacijsko kinetično energijo valja po 12 s pospeševanja;
 - c) čas, v katerem se vrteči valj ustavi, če ga na obodu zavira stalna tangentsna sila 1 N .



[a) $\omega = \frac{rF\Delta t}{J} = 18 \text{ s}^{-1}$, b) 32 J , c) $\Delta t_1 = \frac{J\omega}{RF_1} = 24 \text{ s}$]

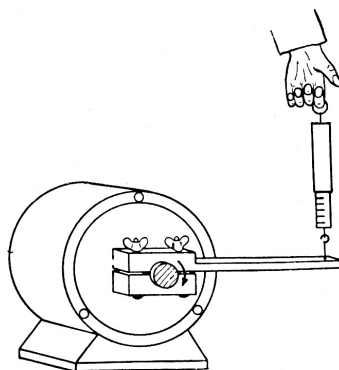
5. Palico v levem krajišču prebada vodoravna os, okrog katere je palica prosto vrtljiva. Desno krajišče palice pridrži tako, da je palica vodoravna, in ga v nekem trenutku spustimo. Kolikšna je kotna hitrost palice, ko gre palica skozi najnižjo lego? Palica je dolga 1 m in tehta 0,8 kg.
6. Vrvica je navita okrog valja, ki je prosto vrtljiv okrog vodoravne osi. Masa valja je 2,5 kg, njegov polmer pa je 20 cm. Na vrvi visi utež z maso 1,2 kg. Kolikšna je hitrost uteži, ko se od točke mirovanja spusti za 10 cm?
7. Pod stropom je pritrjen škripec, prek katerega je speljana vrv. Na enem krajišču je na vrv obešena utež z maso 3 kg, na drugem pa utež z maso 4 kg. Škripec ima maso 2 kg in polmer 5 cm, vrv je lahka in neraztegljiva. Sistem najprej miruje, nato ga spustimo, da se prosto giblje.



- a) S kolikšnim pospeškom se premikata uteži?
 - b) Kolikšen je navor na škripec?
 - c) Kolikšna je 1 s po pričetku gibanja celotna kinetična energija sistema?
 - d) Koliko se je v tem času spremenila potencialna energij uteži?
8. Ob obod okroglega brusa s polmerom 8 cm pritismo kovinsko palico, pri čemer je sila trenja med palico in brusnim kamnom 40 N. S kolikšno močjo mora delovati elektromotor v namiznem brusilniku? Os se vrti s frekvenco 2950 min^{-1} .



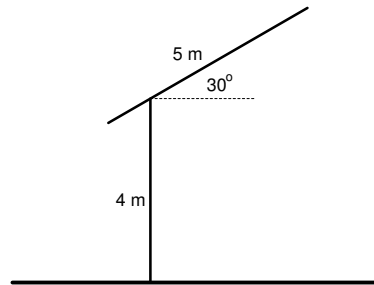
9. Na nekem motorju je zapisano, da ga najbolje izkoristimo, kadar se vrti s frekvenco 1320 min^{-1} . Pri tej frekvenci pokaže vzmetna tehtnica na Pronyjevi zavori silo 49 N, če je ročica 20 cm. Kolikšna je moč motorja?
 $[P = 1,35 \text{ kW}]$



2.5 Gibanje togega telesa: kotaljenje

1. S kolikšnim pospeškom se kotili homogena krogla po klancu, ki je nagnjen za 10° ?
 $[a = \frac{5}{7}g \sin \varphi = 1,2 \text{ m/s}^2]$
2. Igrača "jojo" je narejena iz dveh kolesčkov, ki ju družijo kratka gred. Osni presek ima torej obliko črke H. Na gred je navita vrvica, ki jo je treba držati. Ko jojo spustimo, se začne pospešeno vrteti in hkrati padati, ker se vrvica odvijata. Kolikšen je pospešek, če ima jojo maso 50 g ter vztrajnostni moment 500 g cm^2 in če ima gred premer 10 mm?
 $[25 \text{ cm/s}^2]$
3. Na valj z maso 0,5 kg in z radijem 5 cm je navita vrv, katere drugo krajišče je pritrjeno na strop. Ko valj spustimo, začne padati in se vrteti. Izračunaj pospešek, s katerim pada valj, in silo, ki napenja vrvico!
 $[a = 2/3g, a = 6,54 \text{ m/s}^2, F_v = 1/3mg, F_v = 1,64 \text{ N}]$
4. Z vrha 3 m visokega klanca z naklonom 37° proti vodoravnici se zakotili košarkaška žoga s polmerom 12 cm in maso 600 g. Žoga med kotaljenjem ne spodrsava. Vztrajnostni moment tanke krogelne lupine z maso m in polmerom r je $J = \frac{2}{3}mr^2$.
 - a) S kolikšnim pospeškom se giblje žoga po klancu?
 - b) Najmanj kolikšen je koeficient lepenja med žogo in klancem?
5. Obroč se kotili brez drsenja po klancu. V izbrani točki je hitrost težišča obroča 2 m/s, v nižji točki, ki je 3 m oddaljena od prve, pa je hitrost 2,8 m/s. Kolikšen je nagib klanca?
6. S kolikšne višine moramo spustiti po žlebu kroglo, da bo ostala v žlebu, ki je oblikovan v looping s premerom 5 m?
7. Z vrha 2 m visokega klanca z nagibom 30° se zakotili valj s polmerom 12 cm in maso 8 kg. Valj pri kotaljenju ne spodrsava.
 - a) S kolikšnim pospeškom se giblje valj po klancu?
 - b) Kolikšna je sila lepenja na valj na klancu?
 - c) Kolikšna je sila lepenja na valj na ravnini pod klancem, ko se valj kotili s stalno hitrostjo?
 - d) Kolikšna je hitrost valja na ravnini pod klancem?

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



$$\left[v = \sqrt{2g\left(h + \frac{2}{3}l \sin \varphi\right)}, v = 10,6 \text{ m/s}, \omega = \sqrt{\frac{4}{3r^2}gl \sin \varphi}, \omega = 57,7 \text{ s}^{-1} \right]$$