1 Ogrevanje in ponovitev matematičnih osnov

1.1 Enote

1. Informacija na zgoščenki je zapisana v obliki spiralne sledi, dolge 2.5 km. Zapis za posamezen bit informacije je dolg 0,4 μm. Koliko bitov informacije je shranjeno na takšnem nosilcu podatkov?

1.2 Risanje grafov

1. Nariši funkcijo $y = ax + b$ na intervalu $x \in [-10, +10]$ za naslednje vrednosti parametrov a in b:
   - $a = \pm 1$, $b = 0$,
   - $a = \pm 2$, $b = 0$,
   - $a = \pm 1/2$, $b = 0$,
   - $a = 1$, $b = \pm 3$.

   Kakšni pa sta premici z $a = 0$ in $a \to \infty$?

2. Pri enakomernem gibanju se pot s linearno spreminja s časom t: $s = s_0 + vt$. Nariši graf za odvisnost poti od časa za avtomobil, ki se prvih 10 s giblje s hitrostjo $v = 20$ m/s, naslednjih 5 s miruje, zadnjih 30 s pa se giblje v nasprotni smeri s hitrostjo $v = 10$ m/s. Pot začnemo meriti ob času $t = 0$.

3. Nariši graf odvisnosti poti od časa pri enakomerno pospešenem gibanju, kjer velja: $s = s_0 + v_0 t + at^2/2$, za primer, ko sta začetna pot s_0 in začetna hitrost v_0 enaki nič, pospešek a pa je 1 m/s^2. Kakšen je graf pri dvakrat večjem ali dvakrat manjšem pospešku? Nariši še primer, ko velja: $s_0 = 3$ m, $v_0 = 2$ m/s in $a = 1$ m/s^2.

4. Nariši funkcijo $y = a \sin(2\pi\nu t + \varphi)$ na intervalu $t \in [0, 2\pi]$, če je amplituda $a = 1$, frekvenca $\nu = 0,1$ s^{-1}, fazni premik pa $\varphi = 0$. Kako se graf spremeni, če je:
   - amplituda dvakrat večja,
   - frekvenca dvakrat manjša ali
   - fazni premik $\varphi = \pi/2$.

1.3 Vektorji

1. V ravnini xy ležita vektorja $\mathbf{a} = (1, 4)$ in $\mathbf{b} = (2, 3)$. Seštej oba vektorja grafično in analitično. Izračunaj dolžine vektorjev $\mathbf{a}$ in $\mathbf{b}$ ter vektorja vsote $\mathbf{c} = \mathbf{a} + \mathbf{b}$. Kolikšen je kot med smerjo vektorja $\mathbf{c}$ in osjo x? Nariši še razliko vektorjev $\mathbf{a} - \mathbf{b}$ ter vektor $3\mathbf{c}$.

2. Na klado delujejo tri sile $\mathbf{F}_1$, $\mathbf{F}_2$ in $\mathbf{F}_3$. Vse tri ležijo v isti ravnini. Velikost prve sile je 5 N in kaže v smeri osi x, druga sila (10 N) je po smeri 30° nagnjena proti prvi, tretja (30 N) pa je po smeri nasprotna drugi. Nariši posamezne sile in izračunaj rezultanto.

3. Slab igralec golfa porabi tri zaključne udarce, da pošlje žogico v luknjo. Pri prvem udarcu odleti žogica 4 m proti severu, pri drugem 2 m proti jugovzhodu, pri tretjem pa 1 m proti jugozahodu. Kako daleč in v kateri smeri bi moral igralec poslati žogico, da bi luknjo zadel z enim samim zaključnim udarcem?

4. Radarska postaja opazi letalo, ki se približuje z vzhoda. Ko ga prvič opazijo, je oddaljeno 5 km in pod kotom 40° nad horizontalo. Z radarjem mu sledijo 123° v navpični ravnini vzhod-zahod. Stik z njim izgubijo, ko je oddaljeno 15 km. Kako dolgo pot je preletelo letalo v času, ko so ga opazovali?

2 Kinematika

1. Družina se odpravi na morje. Prvih 50 km prepotujejo s hitrostjo 120 km/h, naslednjih 100 km pa s hitrostjo 80 km/h. Koliko časa traja potovanje in kolikšna je povprečna hitrost na celi poti? Koliko prej bi prispeli, če bi potovali z 10 % večjo hitrostjo?

2. Dva avtobusa odpeljeta ob istem času proti 30 km oddaljeni izletniški točki. Prvi vozi s hitrostjo 50 km/h in se na poti ne ustavlja, drugi pa vozi s hitrostjo 70 km/h in se vmes ustavi za 10 minut. Kateri avtobus pride prej na cilj?

3. Kolikšen je najkrajši čas, v katerem lahko mestni avtobus prevozi razdaljo 2 km med postajama, če je največja dovoljena hitrost avtobusa 50 km/h, zavira in pospešuje pa lahko kvečjemu z 1,5 m/s^2?

4. Železniški postaji sta oddaljeni 20 km. V trenutku, ko mimo postaje A švigne brzi vlak s hitrostjo 80 km/h, odpelje s postaje B potniški vlak proti postaji A. Potniški vlak pospešuje s pospeškom 3 m/s^2, dokler ne doseže konstantne hitrosti 50 km/h, s katero nato nadaljuje pot. Na kakšni razdalji od postaje B se srečata vlaka?

5. Po ozki ravni cesti vozi avto s hitostjo 100 km/h. Voznik 100 m pred sabo opazi tovornjak, ki vozi s konstantno hitrostjo 50 km/h. S kolikšnim najmanjšim pojemkom mora zavirati, da vozili ne trčita?

6. Kamen vržemo navpično navzgor s hitrostjo 15 m/s. Kakšno višino doseže? Po kolikšnem času in s kakšno hitrostjo pade nazaj na tla? Kolikšna je hitrost kamna 5 m nad tlemi?

7. Dve frnikuli spustimo s stolpnice v časovnem razmiku 1 s. Koliko časa od začetka padanja prve frnikule bosta frnikuli oddaljeni 10 m?

8. Kamen spustimo, da pade v brezno. Ker je na dnu brezna voda, 5 s kasneje zaslišimo pljusk. Kako globok je vodnjak? Hitrost zvoka v zraku je 340 m/s.

9. Iz balona, ki se dviga s hitrostjo 4 m/s, odvržemo na višini 25 m vrečo peska. S kolikšno hitrostjo in po kolikšnem času pade vreča na tla? Zračni upor zanemari.

10. Voda enakomerno kaplja iz dva metra visokega tuša na tla. V trenutku, ko prva kapljica zadene tla, se četrta ravno odlepi od tuša. Izračunaj legi druge in tretje kapljice v tem trenutku!

11. Z mostu nad cesto spustimo jabolko v trenutku, ko pod mostom zagledamo prednji del 12 m dolgega tovornjaka, ki pripelje s hitrostjo 55 km/h. Kako visok je most, če jabolko za las zgreši zadnji del tovornjaka?

12. S pečine se 5 m nad gladino morja odkruši skala. Kolikšna je globina morja pod steno, če skala pristane na dnu po 5 s? Privzemi, da se skala giblje skozi vodo s hitrostjo, enako tisti, s katero je priletela na gladino. Kolikšna je povprečna hitrost skale?

3 Gibanje v dveh dimenzijah

3.1 Vodoravni in poševni met

1. Pri snemanju filma kaskader teče po ravni strehi in z roba strehe skoči v vodoravni smeri proti sosednji zgradbi, ki je 4,8 m nižja in oddaljena 6,2 m. Ali mu bo skok uspel in bo varno pristal na strehi sosednje zgradbe, če je njegova hitrost pri odrivu 4,5 m/s?

2. Iz balona, ki se dviga s hitrostjo 4 m/s, streljamo z lokom poševno navzdol pod kotom 30° glede na horizontalo. Začetna hitrost puščice glede na lok je 20 m/s, izstrelimo pa jo v trenutku, ko je balon na višini 200 m. Po kolikšnem času in kje prileti puščica na tla ter pod kakšnim kotom in s kolikšno hitrostjo se zapiči v zemljo? Kje je puščica 2 s po izstrelitvi in kolikšna je njena hitrost v tistem trenutku?

3. Vodoravni tekoči trak prenaša pesek, ki pada v lijak širine 2 m. Lijak leži 4 m pod nivojem traku ter 1 m proč od njega. V kakšnem območju se lahko spreminja hitrost traku, da bo pesek padal v lijak?

4. Svetovni rekord pri skoku v daljino je 8,95 m. Kolikšen bi bil teoretično najdaljši možni skok (brez zračnega upora), če privzamemo, da je hitrost atleta pri odrivu 9,5 m/s, kar približno ustreza hitrosti vrhunskega sprinterja? Za težni pospešek vzemi vrednost 9,8 m/s^2.

5. Z vznožja ravnega pobočja, ki je nagnjeno za kot 30°, vržemo kamen z začetno hitrostjo 100 m/s pod kotom 60° glede na vodoravna tla. Po kolikšnem času in na kateri razdalji pade kamen na pobočje? Zračni upor zanemarimo.

6. S topom streljamo proti pečini. Začetna hitrost krogle je 42 m/s v smeri 60° nad horizontalo. Krogla pade na ravnico nad pečino po 5,5 sekundah. Kako visoka ja pečina? Kolikšna je hitrost krogle, tik preden pade na tla? Kolikšna je maksimalna višina, ki jo doseže krogla med letom?

3.2 Kroženje

1. Vrtiljak v zabaviščnem parku poženemo s kotnim pospeškom 2 s^{-2}. Kolikšno hitrost dosežejo obiskovalci po dveh obratih, ko so sedeži 3 m oddaljeni od osi vrtenja? Koliko vrtljajev naredijo v 15 s:
   - če je kroženje ves čas pospešeno?
   - če po 5 vrtljajih prenehamo pospeševati?

2. Na avtocesti, kjer je maksimalna hitrost vozil 100 km/h, želijo narediti 90° ovinek. Kolikšen je najmanjši dovoljeni krivinski radij ovinka, če naj centripetalni pospešek ne preseže 10 % težnega pospeška?

3. Kroglica z maso 0,25 kg je obešena na 60 cm dolgi vrvici in kroži v vodoravni ravnini z obhodnim časom 1,5 s. Kolikšen je kot med vrvico in navpičnico?

3.3 Relativno ravninsko gibanje

1. Dolg trak iz blaga, širok 1 m, se giblje na tekočem traku s hitrostjo 1 m/s. Pod kakšnim kotom glede na smer gibanja moramo rezati, če želimo blago narezati na pravokotne kose? Hitrost rezanja je 5 m/s. Pod kakšnim kotom bi bilo blago odrezano, če bi rezali pravokotno na smer gibanja?

2. Z motornim čolnom, ki se glede na vodo giblje s hitrostjo 4 km/h, se peljemo čez reko, ki je široka 1 km in teče s hitrostjo 2 km/h. V katero smer α glede na breg moramo usmeriti čoln, da bo dosegel nasprotni breg 500 m nizvodno od točke, od koder je odplul? S kolikšno hitrostjo se giblje čoln glede na opazovalca na bregu? V kolikšnem času doseže nasprotni breg?

3. Letalo leti s hitrostjo 500 km/h. Pilot je namenjen na letališče, ki leži 800 km severno od kraja vzleta, vendar med poletom ugotovi, da mora letalo usmerjati 20° vzhodno glede na sever, če naj leti direktno proti severu. Na cilj prispe v 2 urah. Kolikšna je velikost in smer vetra med poletom?

4 Sile in navori

4.1 Statika

1. Med vzporedni steni dveh hiš v ozki ulici napnemo vrv in nanjo obesimo ulično svetilko. Vrv oklepa kot 60° z levo steno in kot 45° z desno steno. Najmanj kolikšno natezno silo mora zdržati vrv, če je masa svetilke 10 kg?

2. Na klanec z naklonskim kotom 45° položimo kvader z maso 40 kg. Najmanj s kolikšno pravokotno silo moramo pritiskati na kvader, da ne zdrsne po klancu navzdol? Koeficient lepenja med kvadrom in klancem je 0,1.

3. Zaboj kockaste oblike z volumnom 512 l je napolnjen s peskom in tehta 890 N. Zaboj primemo na zgornjem robu in ga skušamo prevrniti. Kolikšna minimalna sila je za to potrebna? Najmanj kolikšen koeficient lepenja med zabojem in podlago je za to potreben? Ali obstaja kakšna boljša metoda (manjša potrebna sila), da prevrnemo zaboj? S kolikšno silo je potrebno poriniti zaboj v optimalnem primeru?

4. Krajišče 50 N težke deske je preko ležaja pritrjeno na navpično steno. Desko drži v vodoravnem položaju vrv, s katero je drugi konec deske pritrjen na steno. Kolikšna sila napenja vrv, če je kot med vrvjo in desko 30°? Kolikšna je sila v ležaju?

5. Dečka z masama 30 kg in 40 kg se želita gugati na 5 m dolgi in 10 kp težki deski. Kam morata postaviti podpornik?

6. Lahka lestev dolžine L je pod kotom α prislonjena ob zid. Koeficient lepenja med lestvijo in tlemmi je k_1, med lestvijo in zidom pa k_2. Po lestvi se vzpenja človek z maso M. Kako visoko se lahko vzpne, preden začne lestev drseti?

4.2 Težišče

1. Kje moramo podpreti 4 m dolgo desko z maso 20 kg, če na vsakem koncu deske stojita fanta z masama 50 kg in 70 kg?

2. Izračunaj lego težišča ravninske molekule, katere atomi so razporejeni v obliki enakostraničnega trikotnika. Vsi atomi so enaki. Kje pa bi bilo težišče, če bi eden od atomov imel dvakrat večjo maso kot ostala dva?

3. Za koliko se premakne težišče ravnila, če ima 15 cm od sredine izvrtano 1 cm široko luknjico? Ravnilo je dolgo 40 cm, široko pa 4 cm.

4. Čez most z dolžino b in maso M pelje lokomotiva z maso m in stalno hitrostjo v. Kako se sili, s katerima most pritiska na podporo, spreminjata s časom zaradi gibanja lokomotive?

4.3 Dinamika

1. Dvigalo z maso 500 kg vleče navzgor konstantna 7000 N. Za koliko % se podaljša čas potovanja dvigala med dvema nadstropjema, če se pelje dvigalo najprej prazno, nato pa v njem še človek z maso 80 kg?

2. Na vodoravni podlagi miruje leseni kvader z maso 1,28 kg. Nanj je pritrjena vrv, ki teče preko lahkega škripca. Na drugem koncu vrvi visi utež z maso 0,4 kg. Ko kvader spustimo, da se začne premikati, potrebuje za 1 m dolgo pot 1,4 s. Kolikšna je sila trenja med kvadrom in podlago?

3. Smučar se spusti z vrha 100 m visoke vzpetine z naklonskim kotom 30°. Koeficient trenja med smučmi in snegom je 0,1. Kolikšno pot naredi smučar na ravnini, preden se ustavi?

4. Telesi z masama 10 kg in 20 kg sta povezani z vrvico. S kolikšnim pospeškom se giblje tak sistem po vodoravni gladki podlagi, če težje telo vlečemo s silo 20 N v vodoravni smeri? S kolikšno silo je napeta vrvica? Trenje zanemarimo.

5. Lesena kocka spolzi z deske, nagnjene pod kotom 45°, v dvakrat daljšem času, kot če med njo in desko ne bi bilo trenja. Kolikšen je koeficient trenja med ledom in desko?

6. Dvigalo z maso 8 t se spušča s hitrostjo 450 m/min. Dvigalo visi na jekleni vrvi, katere največja dovoljena obremenitev je 150 kN. Kolikšna je najkrajša razdalja, na kateri se lahko dvigalo ustavi?

7. Majhen kovanec z maso 2 g položimo na okroglo ploščo, ki se vrti v horizontalni ravnini. Plošča naredi 3 zasuke v 3,14 s. Kolikšna je hitrost kovanca, če ga postavimo na razdaljo 5 cm od osi plošče? Kolikšen je takrat njegov pospešek? Kolikšna je sila trenja med kovancem in ploščo ? Če je kovanec oddaljen od osi za več kakor 10 cm, zdrsne s plošče. Koliko je potemtakem koeficient lepenja med kovancem in ploščo?

5 Energija in delo

1. Avtomobil z maso 800 kg se giblje pospešeno po vodoravni poti. Njegova hitrost naraste na razdaljah 50 m od začetne hitrosti 36 km/h na 72 km/h. Koliko dela je za to potrebno, če gibanju nasprotuje trenje?

2. Kroglica mase 2 g s hitrostjo 250 m/s v vodoravni smeri prileti v 1 cm debelo desko in na drugi strani deske izstopi s hitrostjo 200 m/s. Kolikšen je povprečni upor deske? Kako debela bi najmanj morala biti deska, da bi se krogla v njej ustavila?

3. Kamen, ki ima maso 2 kg, spustimo z višine 100 m. Kolikšni sta kinetična in težnostna energija kamna na polovični višini? Upor zraka zanemarimo.

4. Z roba polkrožne posode z radijem 30 cm spustimo kocko ledu. S kolikšno hitrostjo gre kocka skozi najnižjo točko posode, če drsi brez trenja?

5. Smučar s hitrostjo 40 km/h zapelje v nasprotni breg z naklonom 10°. Kako daleč zapelje, preden se ustavi, če je koeficient trenja med smučmi in sneženo podlago enak 0,1?

6. S kolikšno hitrostjo udari ob tla žoga, ki jo vržemo z višine 8 m z začetno hitrostjo 4 m/s. Zračni upor zanemarimo. Kaj pa, če jo vržemo pod kotom?

7. Kroglica z maso 0,25 kg je obešena na 60 cm dolgi vrvici in kroži v vodoravni ravnini z obhodnim časom 1,5 s. Kolikšni sta potencialna in kinetična energija kroglice?

8. Poševni žleb spodaj zavije v navpični krog s polmerom 30 cm. Po žlebu spustimo kocko ledu. Najmanj s kolikšne višine moramo kocko spustiti, da v zgornji točki ne bo padla iz žleba?

9. Kovinsko kroglico mase 300 g spustimo z 20 m na leseno ploščo z maso 5 kg, ki je pritrjena na vzmet. Ker je plošča iz mehkega lesa, se kroglica zapiči vanjo. Za koliko se pri tem vzmet skrči? Konstanta prožnosti vzmeti je 20 kN/m.

10. Utež mase 5 kg se lahko brez trenja giblje po navpični palici. Na utež privežemo prožno vzmet, katere drugi konec je pritrjen na navpični zid, ki je za 8 cm oddaljen od palice. Utež spustimo z začetne lege, ko je vzmet vodoravna. Kolikšna je hitrost uteži v trenutku, ko utež pade za 10 cm? Dolžina neobremenjene vzmeti je 4 cm, konstanta prožnosti vzmeti pa je 1 kN/m. Maso vzmeti pri računu zanemarimo.

6 Sunek sile in gibalna količina

1. Blok z maso 5 kg drsi po ravni podlagi s stalno hitrostjo 12 m/s. Vanj ustrelimo pod kotom 30° kroglo, ki se giblje s hitrostjo 600 m/s in ima maso 20 g. Pod kolikšnim kotom in s kakšno hitrostjo se blok giblje potem, ko krogla obtiči v njem?

2. Vagon z maso 1,5 t se giblje po vodoravnem tiru enakomerno s hitrostjo 85 km/h. Z višine 20 m spustimo na vagon telo z maso 500 kg tako, da pade pravokotno na smer gibanja vagona. S kolikšno hitrostjo se nato giblje vagon? Kolikšen sunek sile prevzamejo tračnice?

3. Vagon z maso 200 kg miruje na vodoravnem tiru. Pod kotom 30° glede na tir priteče človek z maso 80 kg in skoči na vagon s hitrostjo 4 m/s. S kolikšno hitrostjo se začne vagon premikati? Kolikšen sunek sile prevzamejo tračnice?

4. Drsalec z maso 72 kg stoji na ledu. Pod kotom 30° glede na navpičnico odvrže kamen z maso 3 kg s hitrostjo 8 m/s, zaradi česar se začne gibati v nasprotno smer. Za koliko se premakne, če je koeficient trenja med drsalkami in ledom 0,02?

6.1 Trki

1. Izstrelek z maso 5 g trči v balistično nihalo z maso 1 kg in obtiči v njem. Po trku se začne nihalo skupaj z izstrelkom gibati s hitrostjo 2 m/s. Kolikšna je bila hitrost izstrelka? S kolikšno hitrostjo pa bi zanihalo nihalo, če bi izstrelek po trku zdrsnil na tla?

2. Drsalca z masama 60 kg in 50 kg se gibljeta z enakima hitrostima 1,5 m/s poševno pod kotom 60°. Ko se srečata, se sprimeta. Kolikšna je njuna skupna hitrost in v kateri smeri se gibljeta po trku? Kolikšen del začetne kinetične energije drsalcev se izgubi pri trku?

3. Na 2,2 m dolgi zračni klopi razvrstimo v medsebojnem razmiku 50 cm pet vozičkov z maso 0,2 kg. Prvi voziček porinemo po klopi s hitrostjo 1 m/s. S kolikšno hitrostjo bodo padli vozički z nasprotnega roba klopi, če se ob trkih togo zlepijo? Kaj pa se zgodi, če so trki med njimi prožni?

4. Vagon z maso 10 t se giblje s hitrostjo 10 km/h in se približuje drugemu vagonu mase 15 t, ki se giblje s hitrostjo 15 km/h. Vagona trčita in se prožno odbijeta. S kolikšnima hitrostima in v katerih smereh se vagona gibljeta po trku?

5. Žogico z maso 200 g vržemo z začetno hitrostjo 10 m/s pod kotom 30° glede na horizontalo proti 5 m oddaljeni navpični steni. Žogica se od stene prožno odbije.

Kje pade na tla? S kolikšno hitrostjo bi morali vreči žogico pod kotom 30° glede na horizontalo, da bi priletela nazaj na mesto, od koder smo jo vrgli?

6.2 Sila curka

1. Na 2 m dolgi vrvici visi krogla z maso 1 kg. Na kroglo v pravokotni smeri brizga curek vode s hitrostjo 5 m/s. Curek nato zdrsi po žogi navzdol na tla. Za kolikšen kot glede na navpičnico se odkloni vrvica, če je masni tok curka 2 kg/s. Kolikšen pa bi bil odklonski kot vrvice, če bi se curek po trku odbil od žoge s hitrostjo 2 m/s v horizontalni smeri.

2. Curek vode preseka 2 cm^2 in s hitrostjo 10 m/s pada na mirujočo lopatico Peltonove turbine in se od nje z enako hitrostjo odbije. S kolikšno silo odriva curek lopatico? Kolikšna je ta sila, če se lopatica giblje s hitrostjo 3 m/s v smeri curka? Gostota vode je 1 kg/l.