

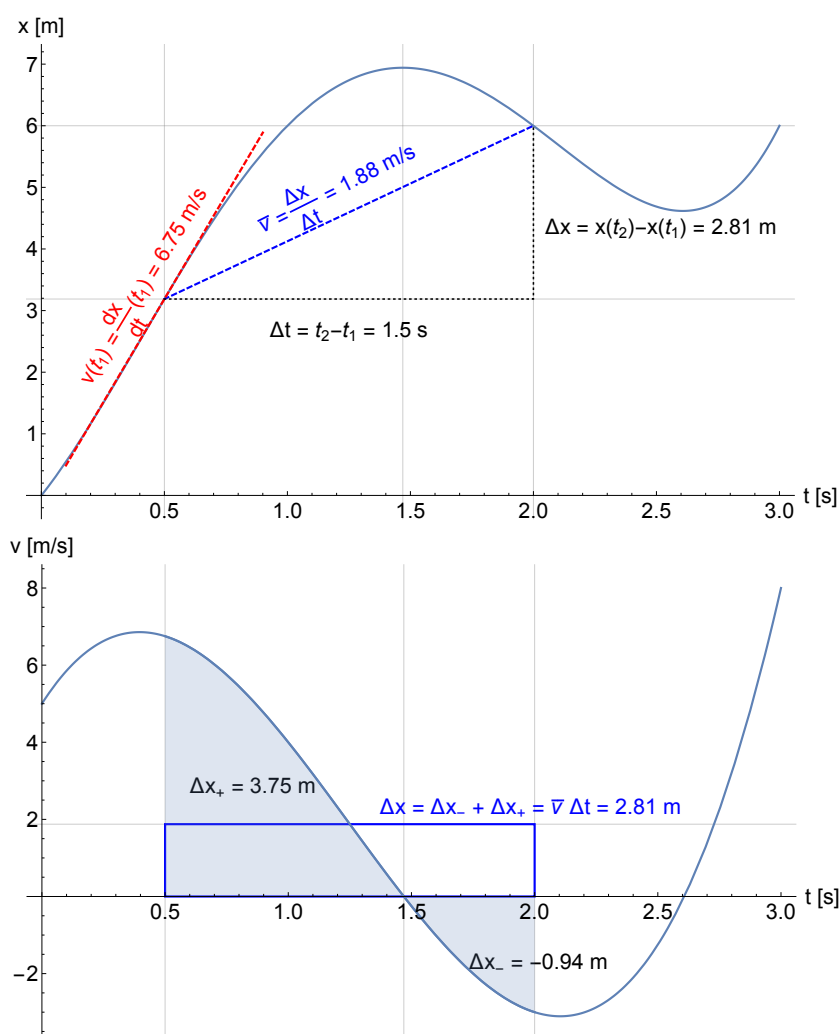
Kinematika, statika, dinamika

20. december 2016

1 Gibanje v eni dimenziji

1.1 Količine in osnovne enačbe

Osnovna naloga kinematike je opis lege (pozicije) telesa x v odvisnosti od časa t s funkcijo $x(t)$. $x(t)$ vsebuje vso informacijo o gibanju telesa.



Slika 1: Pot in hitrost pri gibanju v eni dimenziji.

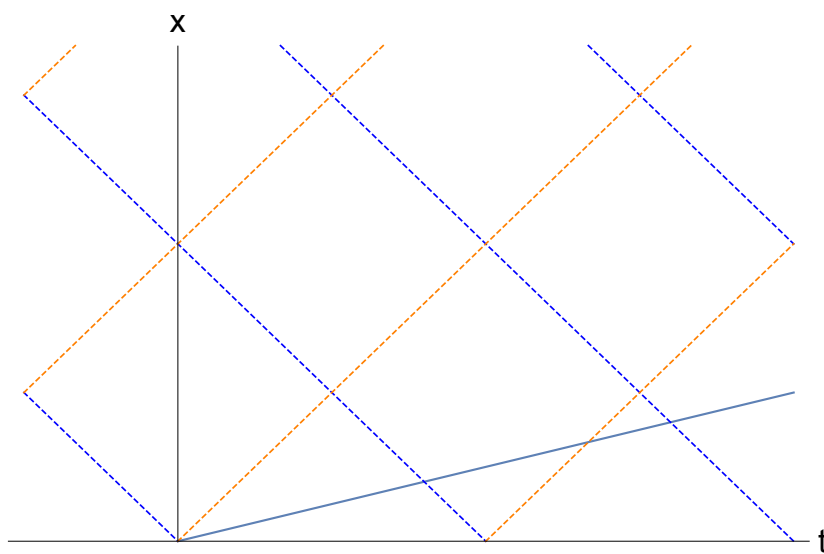
Osnovne povezave med lego, hitrostjo in pospeškom so dane v naslednji tabeli:

	splošno	splošno	enakomerno pospešeno gibanje
$x(t)$		$x_0 + \int_0^t v(t)dt$	$x_0 + v_0 t + \frac{a_0 t^2}{2}$
$v(t)$	$\frac{dx}{dt} = \dot{x}$	$v_0 + \int_0^t a(t)dt$	$v_0 + a_0 t$
$a(t)$	$\frac{dv}{dt} = \dot{v} = \ddot{x}$		a_0

Povprečno hitrost \bar{v} na izbranem časovnem intervalu $[t_1, t_2]$ dobimo kot razmerje med prepotovano potjo in pretečenim časom, torej $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$. Da bi dobili trenutno hitrost $v(t)$, moramo izračunati povprečno hitrost, ko je $\Delta t = dt$ zelo majhen. Tako dobimo $v(t)$, hitrost ob času t , kot odvod lege $x(t)$ po času: $v(t) = \frac{dx}{dt}$.

1.2 Naloge

1. Kako daleč je udarila strela, če zaslišimo grom 8 s po tem, ko vidimo blisk? Hitrost zvoka v zraku je $c = 340$ m/s.
2. Voznik začne z vožnjo od Kopra proti Ljubljani ob 6:00 zjutraj. Do Postojne vozi s konstantno hitrostjo 120 km/h. Kdaj pride v Postojno? S kakšno konstantno hitrostjo mora voziti na relaciji Postojna - Ljubljana, če bi rad prispel v Ljubljano ob 7:15? Nariši graf $x(t)$ in $v(t)$! Kakšna je povprečna hitrost na celi poti? Razdalja med Koprom in Ljubljano je 110 km, razdalja med Ljubljano in Postojno je 50 km.
3. Ko vlak spelje s postaje najprej pospešuje s konstantnim pospeškom 0.5 m/s^2 , dokler ne doseže hitrosti 20 m/s . V kolikšni razdalji doseže končno hitrost? Kako dolgo traja vožnja do naslednje, 6 km oddaljene, postaje, če vlak zavira s pojemkom 1 m/s^2 ?
- *4. Kolesar vozi s konstantno hitrostjo po Celovški cesti s hitrostjo 15 km/h . Ugotovi, da mu vsakih 7 minut nasproti pripelje avtobus št. 1, in še, da ga "enka" prehiti na vsakih 13 minut. Na koliko časa vozi avtobus št. 1? (Predpostavi, da avtobusi v obe smeri vozijo z enako hitrostjo, v enakomernih časovnih razmakih).



5. Radi bi izmerili višino stolpnice. Za to žrtvujemo staro analogno štoparico, ki jo vklopimo v trenutku, ko jo izpustimo s strehe. Kako visoka je stolpnica, če se je štoparica ustavila pri $t = 5$ s. S kakšno hitrostjo je padla na tla?
6. Merimo višino stolpnice; tokrat tako, da izpustimo kozarec s strehe in izmerimo čas, ki mine do trenutka, ko zaslišimo, da se je kozarec razbil. Koliko časa bi izmerili, če bi izpustili kozarec iz stolpnice v nalogi 5? Hitrost zvoka je $c = 340$ m/s.
- *7. Čolnu, ki pluje proti rečnem toku se ob času $t = 0$ ugasne motor, zato se zaradi upora njegova hitrost glede na rečni breg spreminja kot $v(t) = -v_0 + v_c e^{-\beta t}$, kjer je $v_0 = 1 \text{ m/s}$, $v_c = 4 \text{ m/s}$ in $\beta = 2 \text{ s}^{-1}$. Po kolikšni prepotovani razdalji glede na breg se bo začel čoln premikati v smeri toka?

2 Gibanje v ravnini

2.1 Osnovne enačbe

Trajektorijo telesa opisuje vektor $\vec{r}(t) = (x(t), y(t))$. Hitrost in pospešek sta prav tako vektorja: $\vec{v} = \dot{\vec{r}}$, $\vec{a} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{r}}$. Za vsako od koordinat veljajo formule za gibanje v eni dimenziji.

V primeru, ko je pospešek konstanten, kot npr. pod vplivom zemeljske težnosti, $\vec{g} = (0, -g)$, govorimo o poševnem metu. V vodoravni in navpični smeri tedaj velja naslednja časovna odvisnost lege in hitrosti:

$$\begin{aligned} x(t) &= x_0 + v_{0x}t, & v_x(t) &= v_{0x}, \\ y(t) &= y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}, & v_y(t) &= v_{0y} - gt, \end{aligned}$$

kjer je (x_0, y_0) lega ob času $t = 0$, $(v_{0x}, v_{0y}) = (v_0 \cos \alpha, v_0 \sin \alpha)$ pa je začetna hitrost.

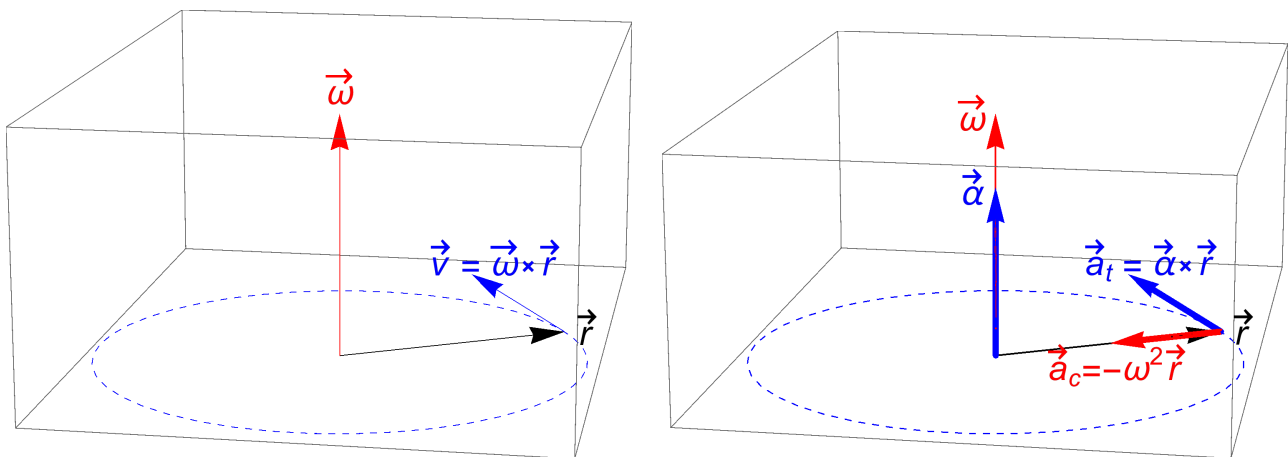
2.2 Naloge - poševni met

1. Na vlakcu, ki vozi s konstantno hitrostjo $v_x = 80$ km/h, Janezek od tal odbija teniško žogico. Žogico spušča navpično navzdol z višine 1.5 m, odboji so prožni, kar pomeni, da vektor hitrosti ob odboju obrne smer. Kolikšna je razdalja med posameznimi odboji žogice za opazovalca na železniški postaji?
2. Pod kolikšnim kotom glede na vodoravnico moramo udariti golf žogico, če naj odleti 130 m daleč? Začetna hitrost žogice je 40 m/s.
3. Skakalec v vodo skače z 10-metrške skakalnice. Odžene se pod kotom 20° glede na vodoravnico z začetno hitrostjo 2.5 m/s. Kakšno višino doseže? S kakšno hitrostjo in pod kolikšnim kotom prileti v vodo?

	splošno	splošno	enakomerno pospešeno kroženje
$\varphi(t)$		$\varphi_0 + \int_0^t \omega(t)dt$	$\varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\alpha_0 t^2}{2}$
$\omega(t)$	$\frac{d\varphi}{dt} = \dot{\varphi}$	$\omega_0 + \int_0^t \alpha(t)dt$	$\omega_0 + \alpha_0 t$
$\alpha(t)$	$\frac{d\omega}{dt} = \dot{\omega} = \ddot{\varphi}$		α_0

$$\begin{aligned} \vec{a} &= -\omega^2 \vec{r} + \vec{\alpha} \times \vec{r} \\ \vec{v} &= \vec{\omega} \times \vec{r} \end{aligned}$$

Tabela 1: Osnovne enačbe pri gibanju po krogu z radijem r .



Slika 2: Količine pri kroženju.

2.3 Naloge - kroženje

1. Kolikšna je obodna hitrost zemlje pri kroženju okrog sonca, če je razdalja od sonca $R = 150 \cdot 10^6$ km? Kolikšen je centripetalni pospešek?
2. Vrtiljak se začne vrteti enakomerno pospešeno s kotnim pospeškom $\alpha = 0.3 \text{ s}^{-2}$ in doseže končno hitrost po 5 krogih. Kolikšna je končna hitrost? Kakšna je velikost pospeška na začetku in na koncu pospeševanja?
3. Kolesar se vozi v krogu z radijem 15 m s hitrostjo 36 km/h. Kolikšna sta centripetalni pospešek in skupna sila, ki deluje na pnevmatike, če je masa kolesarja in kolesa 80 kg?

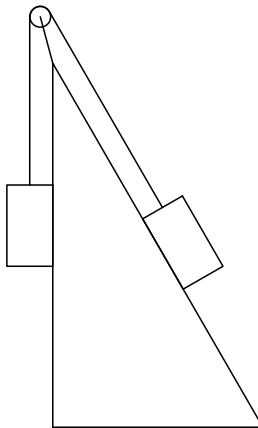
3 Statika in dinamika

3.1 Newtonovi zakoni

1. Vsako telo miruje ali se premika enakomerno, če nanj ne deluje nobena zunanja sila.
2. Pospešek telesa je sorazmeren s silo, ki deluje na telo. $\vec{F} = m\vec{a}$.
3. Če telo 1 deluje na telo 2 s silo \vec{F} , potem deluje telo 2 na telo 1 z nasprotno silo, $-\vec{F}$.

3.2 Naloge - statika, dinamika

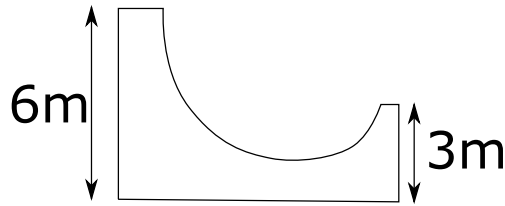
1. Študent z maso 70 kg sedi na stolu. Sila podlage na obe nogi ima vertikalno komponento 200 N. Kolikšno silo mora nositi sedalo?
2. Kolikšna je vsota vseh sil, ki delujejo na smučarja, ki se s konstantno hitrostjo 70 km/h smuča po strmini z naklonom 30° ? S kolikšnim pospeškom bi se premikal, če bi lahko zanemarili trenje in zračni upor?
3. Zaboj z maso 30 kg leži na ravni podlagi. S kolikšno silo v vodoravni smeri ga moramo potegniti, da se začne premikati? S kakšnim pospeškom se premika? Koeficient lepenja je 0.4, koeficient trenja 0.3.
4. Smučar je namazal smuči, tako da je koeficient lepenja med snegom in smučmi 0.1. Vsaj kolikšen mora biti naklonski kot proge, da se lahko odsmuča v dolino?
5. Na klancu z naklonom 60° leži klada z maso 1 kg, ki je preko škripca in lahke vrvice povezana z drugo, prosto visečo utežjo, kot kaže skica. Koeficient lepenja med prvo klado in podlago je 0.2. Kolikšna je lahko najmanjša oz. največja masa viseče klade, da bosta kladi mirovali?



6. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.4, naloga 1. Svetilka mase 15 kg. Levo kot 60° , desno 45° .
7. Na saneh sedi otrok z maso 25 kg, sani imajo maso 8 kg. Oče vleče sani pod kotom 30° glede na vodoravnico. Kolikšen je pospešek sani, če vleče s silo 150 N in je koeficient trenja med sanmi in snegom 0.12?

4 Energijski zakon

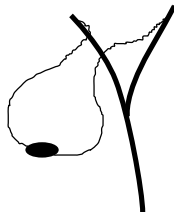
1. Kolikšna je hitrost smučarja pri odskoku, če se brez trenja spusti po skakalnici. Glej skico.



2. Z vsaj kolikšno povprečno močjo mora poganjati pedala kolesar, ki se vzpenja iz Kranjske Gore na Vršič, če za to porabi 50 min? Kranjska Gora ima nadmorsko višino 806 m, Vršič 1611 m. Masa kolesarja je 60 kg, kolesa 12 kg.
3. Šofer avtobusa ima ob vetrobranskem steklu obešeno plišasto igračo na 0.5 m dolgi vrvi. Za kakšen kot glede na navpičnico se odkloni igrača, ko avtobus pospešuje z 2 m/s^2 ? Kaj se zgodi, ko avtobus neha pospeševati? S kolikšno hitrostjo igrača udari v vetrobransko steklo?
4. Voziček z maso 2 kg pritismo s silo 80 N ob vzmet, ki je pritrjena ob steni. Za koliko se je skrčila vzmet in kakšna bo končna hitrost vozička, ko ga izpustimo? $k = 400 \text{ N/m}$.



5. Elastiko dolžine 25 cm na frači napnemo na dvakratno dolžino. Koliko dela smo pri tem opravili, če je elastični koeficient 150 N/m ? S kakšno hitrostjo bo odletel iz frače kamenček z maso 30 g?



6. Kako globoko pod most pade skakalka z bungee vrvico dolžine 20 m in elastičnim koeficientom 40 N/m ? Kakšna je največja hitrost, ki jo doseže med letom? Masa skakalke je 65 kg.
7. Na saneh sedi otrok (skupna masa s sanmi je 32 kg), oče vleče sani pod kotom 30° glede na vodoravnico. S kolikšno močjo vleče oče, če je $k_t = 0.1$ in hitrost 2 m/s . Kako dolgo razdaljo bodo še prepotovale sani, ko oče preneha z vleko?

5 Zakon o ohranitvi gibalne količine, težišče

1. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.7, naloga 1
2. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.7, naloga 2
3. Žogica z maso 30 g s hitrostjo 1 m/s prožno trči v mirujočo žogico s trikrat večjo maso. Izračunaj hitrost težje žogice po trku. Kam se po trku premika lažja žogica? Trk je centralen (to pomeni, da vse hitrosti v začetnem in končnem stanju ležijo na premici).
- *4. Žogici iz prejšnje naloge postavimo postavimo eno na drugo, tako, da je težja žogica spodaj. Nato ju izpustimo, da padeta z višine 1 m. Do kolikšne višine se odbije lažja žogica?
5. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.7, naloga 4

6. Kolikšen mora biti volumski pretok vode v gasilski cevi s premerom 5 cm, če želimo s curkom prestaviti skalo mase 50 kg, ki leži na ravni podlagi. Koeficient lepenja med skalo in podlago je 0.4. Predpostavi, da se curek ob skali ustavi.
7. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.6, naloga 3

6 Vrtilna količina, navor

1. Na gugalnici celotne dolžine 3 m se gugata otroka z masama 25 kg in 30 kg. Lažji sedi na skrajnem levem koncu gugalnice. Kolikšna je razdalja med njima, če je gugalnica uravnotežena?
2. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.8, naloga 1 (vlečenje kolesa čez stopnico)
- * 3. Kolikšna je največja dovoljena masa, ki lahko sedi na vrhu "A"-lestve, ki stoji na ledu? Vrvica, ki povezuje oba kraka na višini 1.5 m se pretrga pri sili, večji od 1500 N. Celotna višina lestve je 2.5 m, razdalja med nogami lestve je 2.0 m.
4. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.8, naloga 2 (smučka ob steni)
5. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.8, naloga 5 (vrtiljak)
6. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.8, naloga 6 (mlińska kamna)
7. Po klancu s celotno višino 2 m zakotalimo poln in prazen valj. Kakšno je razmerje njunih končnih hitrosti, ko se oba zakotalita do vznožja?
- * 8. Kakšen je minimalen koeficient lepenja med podlago in kroglico, da se slednja brez spodrsavanja kotali po klancu z naklonom 25° ?
- * 9. (Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.8, naloga 4) Iz znanega rezultata za vztrajnostni moment plošče ($mr^2/2$) določi vztrajnostni moment za vrtenje stožca okrog simetrijske osi. Podani so masa m , polmer r in višina h stožca. Integriraj!

7 Nihanje

1. Na ravni podlagi brez trenja drsi utež z maso 200 g, ki je pripeta na navpično steno preko vzmeti s koeficientom 15 N/m. Iz ravnovesne lege utež sunemo, da ima hitrost 2.0 m/s. Izračunaj: amplitudo nihanja, frekvenco nihanja. Skiciraj časovno odvisnost kinetične in prožnostne energije.
2. Utež in vzmet obesimo na strop in iz ravnovesne lege sunemo z enako hitrostjo v navpični smeri. Ista vprašanja kot pri nalogi 1. Kakšna je oddaljenost od uteži od stropa po 15 s, če je neraztegnjena vzmet dolga 60 cm?
3. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.13, naloga 1
3. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.13, naloga 4
4. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.13, naloga 5
5. Drevenšek-Olenik, Golob, Serša, *Naloge iz fizike za študente tehniških fakultet*: 3.13, naloga 7
- *6. Vzbujeno nihalo. Na ravni podlagi imamo utež z maso 2 kg, ki drsi po plasti olja, tako da je sila upora sorazmerna s hitrostjo klade, $F_u = cv$, in $c = 0.2$ Ns/m. Na utež je pripeta vzmet s koeficientom 30 N/m. Utež vzbuja k nihanju tako, da drugi konec vzmeti sinusno premikamo levo-desno. Pri kateri frekvenci vzbujanja bo amplituda uteži maksimalna?