

Fizika snov

Rok Kos

Gimnazija Vič, Tržaška cesta 72

Kazalo

1 FIZIKALNE KOLIČINE IN ENOTE	3
1.1 Osnovne in sestavljene enote	3
1.2 Predpone	3
1.3 Merjenje	3
1.4 Računanje z napakami	4
1.5 Grafična predstavitev rezultatov	5
2 PREMO IN KRIVO GIBANJE	6
2.1 Premo gibanje	6
2.2 Hitrost	7
2.3 Enakomerno gibanje	7
2.4 Enakomerno pospešeno gibanje	8
2.5 Prosti pad	10
2.6 Navpični met navzdol	11
2.7 Navpični met navzgor	11
2.8 Ravninsko gibanje	12
2.9 Vodoravni met	13
2.10 Kroženje	14
3 SILA IN NAVOR	15
3.1 Sila	15
3.2 Newtonovi zakoni	16
3.3 Ravnovesje sil	16
3.4 Trenje in lepenje	16
3.5 Sile na klancu	18
3.6 Sile pri kroženju	19
3.7 Deformacije trdnin	19
3.8 Hookov zakon	20
3.9 Navor	20
3.10 Navor teže	21
4 NEWTNOVI ZAKONI IN GRAVITACIJA	21
4.1 Keplerjevi zakoni	21
4.2 Newtonov gravitacijski zakon	22
5 IZREK O GIBALNI KOLIČINI	24
5.1 Sunek sile in gibalna količina	24

1 FIZIKALNE KOLIČINE IN ENOTE

Fizikalna količina je produkt merskega števila in merske enote.

$s = 5 \text{ m} \rightarrow$ merska enota
 \downarrow
 mersko št.

1.1 Osnovne in sestavljene enote

Osnovne fizikalne količine	Osnovne fizikalne enote
dolžina	m
masa	kg
čas	s
el. tok	A
temperatura	K
svetilnost	cd
količina snovi	mol

Vse ostale enote lahko zapišemo s temi.

Sestavljene fizikalne enote: $\frac{m}{s}$, N, J, W..

$$1N = \frac{1kgm}{s^2}$$

1.2 Predpone

P(peta)	10^{15}
T(tera)	10^{12}
G(giga)	10^9
M	10^6
k	10^3
h	10^2
da	10
d	10^{-1}
c	10^{-2}
m	10^{-3}
μ	10^{-6}
n	10^{-9}
p(piko)	10^{-12}
f(fento)	10^{-15}

1.3 Merjenje

NAPAKE:

- SLUČAJNE(odvisne od natančnosti merilca) → te napake se da zmanjšati z večkratnim merjenjem
- SISTEMATIČNE(odvisne od merilne naprave) → se jih neda odpraviti z večkratnim merjenjem

Vse meritve zapišemo v **tabelo**

dolžina l	[m]
1	x_1
2	x_2
3	x_3
\vdots	\vdots
n	x_n

Izračun povprečne vrednosti : \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Absolutna Napaka Δx

Δx je največje odstopanje meritve od povprečne vrednosti.

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

Relativna Napaka δx

$$\delta x = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$$

$$x = \bar{x} \left(1 \pm \frac{\Delta x}{\bar{x}} \right)$$

1.4 Računanje z napakami

Vsota in razlika

$$a = \bar{a} \pm \Delta a$$

$$b = \bar{b} \pm \Delta b$$

$$(a + b)_{max} = (\bar{a} + \Delta a) + (\bar{b} + \Delta b) = (\bar{a} + \bar{b}) + (\Delta a + \Delta b)$$

$$(a + b)_{min} = (\bar{a} - \Delta a) + (\bar{b} - \Delta b) = (\bar{a} + \bar{b}) - (\Delta a + \Delta b)$$

$$a + b = (\bar{a} + \bar{b}) \pm (\Delta a + \Delta b)$$

$$a - b = (\bar{a} - \bar{b}) \pm (\Delta a + \Delta b)$$

Pri seštevanju in odštevanju seštevamo **absolutne napake**.
Množenje in deljenje

$$a = \bar{a} \pm \Delta a$$

$$b = \bar{b} \pm \Delta b$$

$$ab_{max} = (\bar{a} + \Delta a)(\bar{b} + \Delta b) = \bar{a}\bar{b} + \bar{a}\Delta b + \bar{a}\Delta b + \Delta a\Delta b \rightarrow 0$$

$$= \bar{a}\bar{b}\left(1 + \frac{\Delta a}{\bar{a}} + \frac{\Delta b}{\bar{b}}\right) = \bar{a}\bar{b}(1 + (\delta a + \delta b))$$

$$ab_{min} = (\bar{a} - \Delta a)(\bar{b} - \Delta b) = \bar{a}\bar{b} - \bar{a}\Delta b - \bar{a}\Delta b + \Delta a\Delta b \rightarrow 0$$

$$= \bar{a}\bar{b}\left(1 - \frac{\Delta a}{\bar{a}} - \frac{\Delta b}{\bar{b}}\right) = \bar{a}\bar{b}(1 - (\delta a + \delta b))$$

$$ab = \bar{a}\bar{b}(1 \pm (\delta a + \delta b))$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\bar{a}}{\bar{b}}(1 \pm (\delta a + \delta b))$$

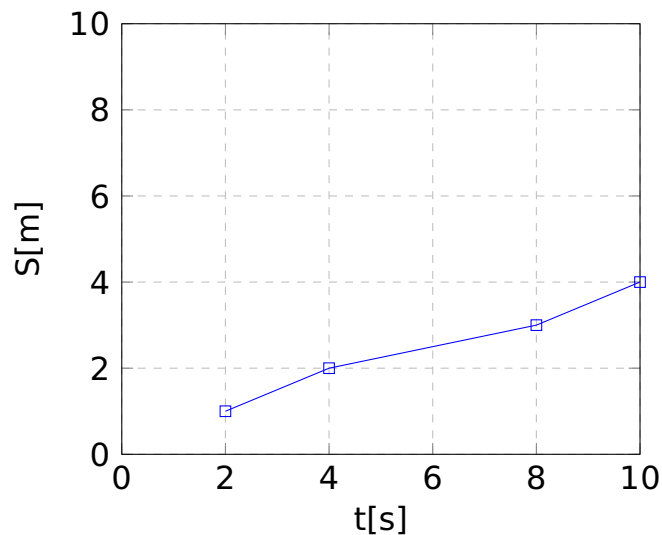
Pri množenju in deljenju seštevamo **relativne napake**.
Potenciranje

$$a = \bar{a} \pm \Delta a$$

$$a^n = \bar{a}^n(1 \pm (n\delta a))$$

1.5 Grafična predstavitev rezultatov

1. Urejene osi(enote, številke)
2. Pravilno vnešene meritve
3. Premica, ki se najbolj prilega
4. Smerni koeficient(z enotami)
5. Fizikalni pomen smernega koeficienta(hitrost, fizikalna količina)



$$k = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Zveza: $S = vt$

2 PREMO IN KRIVO GIBANJE

2.1 Premo gibanje

Gibanje je **realtivno** (vse se vedno giba), vedno je treba povedati glede na kaj se giba.

Lega je kordinata telesa v prostoru. Lahko jo zapišemo s kordinatami kot:

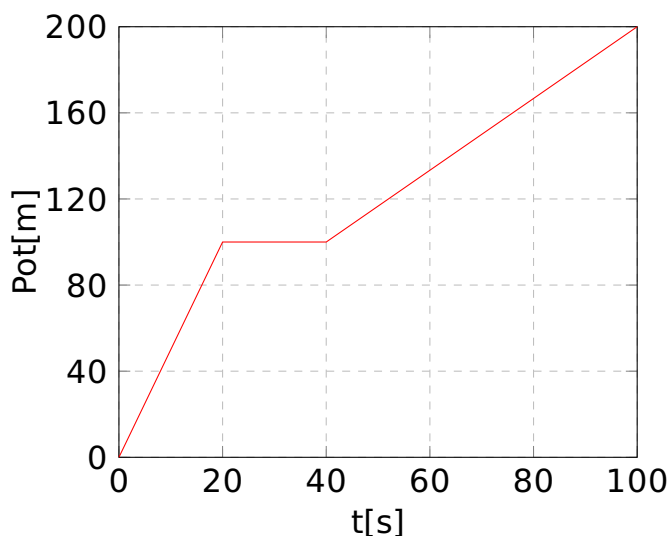
- številsko premico (ena dimenzija)
- 2-dimenzionalni kordinatni sistem (dve dimenziji)
- 3-dimenzionalni kordinatni sistem (tri dimenzije)

Premik definiramo kot razdaljo med začetno in kočno lego, kateremu lahko določimo smer. (se vprašamo kam)

Zapis:

Kartezični (Vektor) $\rightarrow (-60km, -70km)$ ali (x, y)

Cilindrične kordinate $\rightarrow (-92km, 230^\circ C)$ ali (r, α)



Pot se vedno **veča** zato nikoli ne gre v **minus**.

2.2 Hitrost

Hitrost nam pove kakšna pot naredimo v določenem času. Hitrost je vektorska količina odvisna od smeri. Poznamo tudi skalarne količine (npr. Masa).

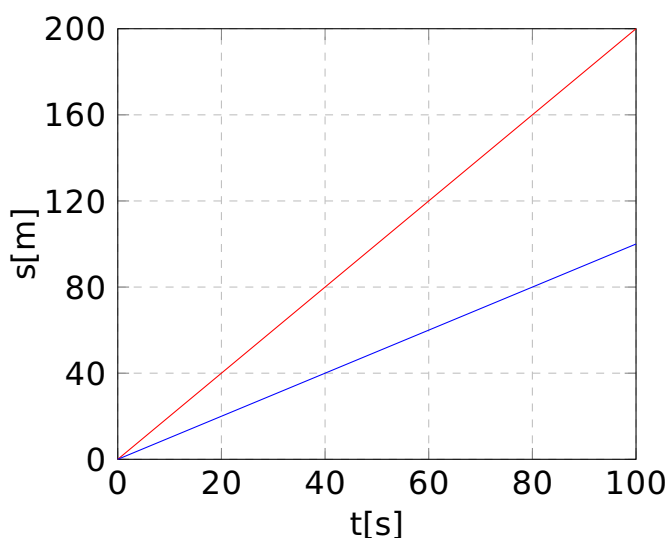
Enačbe, ki so svete:

$$\begin{aligned}
 v &= v_0 + at \\
 s &= v_0 t + \frac{at^2}{2} \\
 v^2 &= v_0^2 + 2as
 \end{aligned}$$

2.3 Enakomerno gibanje

To je gibanje pri katerem je **hitrost konstantna**. Telo v enakih časovnih intervalih naredi enako pot. Primer: krogla, ki jo iztrelimo v breztežnostnem prostoru.

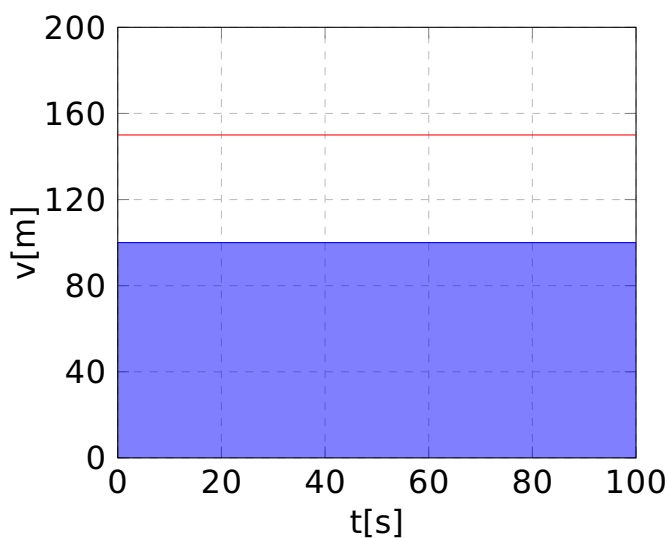
$$\begin{aligned}
 a &= 0 \\
 v &= v_0 \\
 s &= v_0 t \rightarrow v_0 = \frac{s}{t} \\
 v^2 &= v_0^2
 \end{aligned}$$



Naklon pove hitrost

$$f = \tan \alpha = k$$

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = v$$



Ploščina pod krivuljo nam pove prepotovano pot.

$$s = tv$$

2.4 Enakomerno pospešeno gibanje

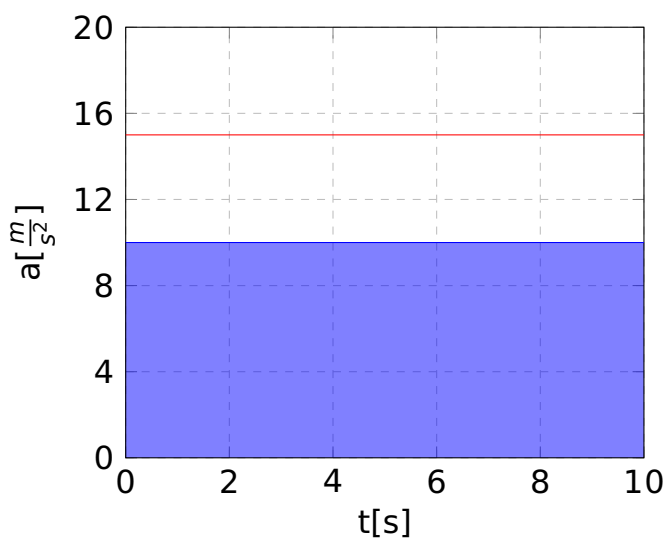
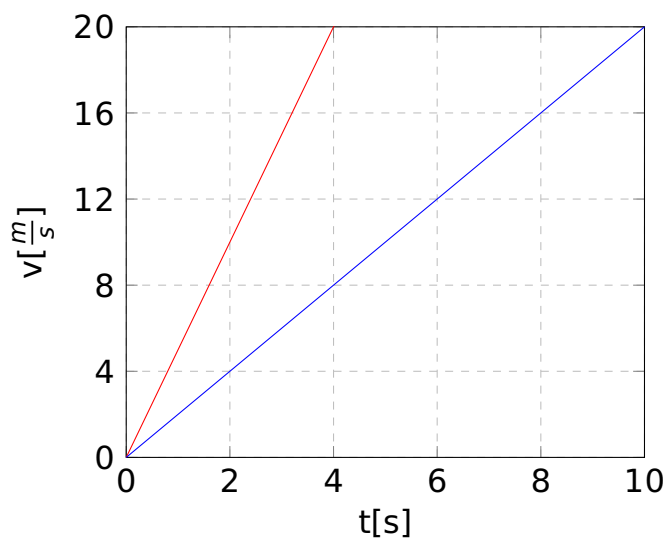
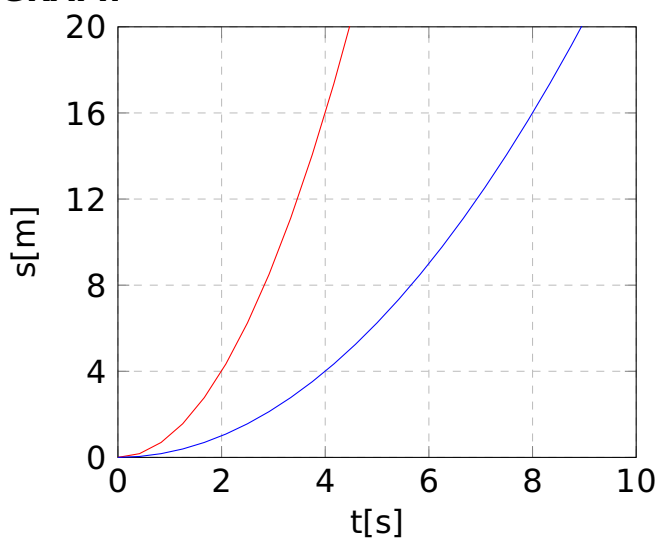
Enakomerno pospešeno gibanje je gibanje pri katerem se hitrost **enakomerno spreminja**. Pospešek nam pove za koliko se v določenem

čas spreminja hitrost.

$$\frac{\frac{m}{s}}{s} \rightarrow \left[\frac{m}{s^2} \right] \rightarrow \text{enota}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

GRAFI:



Strmina premice hitrosti od časa nam pove velikost pospeška.

$$k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$$

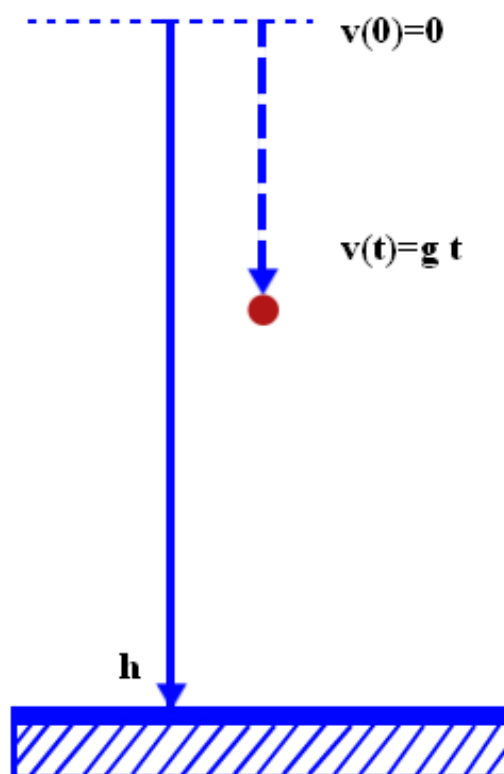
Tangenta na krivuljo grafa poti od časa v vsaki točki govori o hitrosti telesa. Ploščina pod krivuljo grafa pospeška od časa nam pove hitrost.

$$v = at$$

Odvod poti proti času in odvod hitrosti po času

$$v = \frac{ds}{dt}$$
$$a = \frac{dv}{dt}$$

2.5 Prosti pad



$$v = gt$$
$$h = \frac{gt^2}{2}$$
$$v^2 = 2gh$$

2.6 Navpični met navzdol

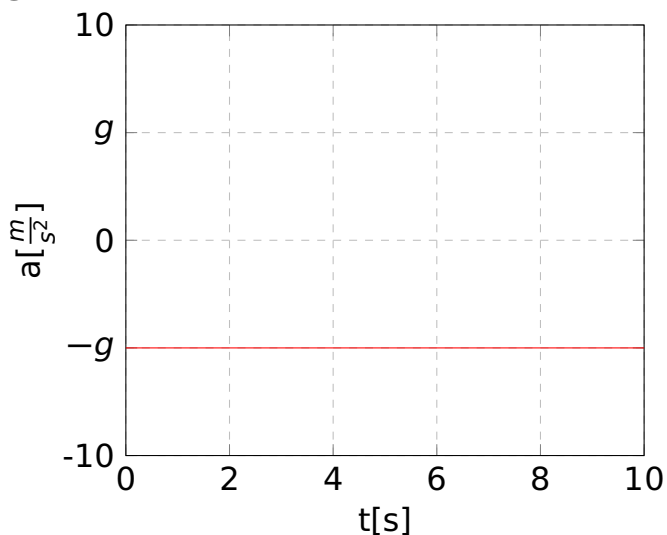
$$v = v_0 \pm gt$$

$$h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$

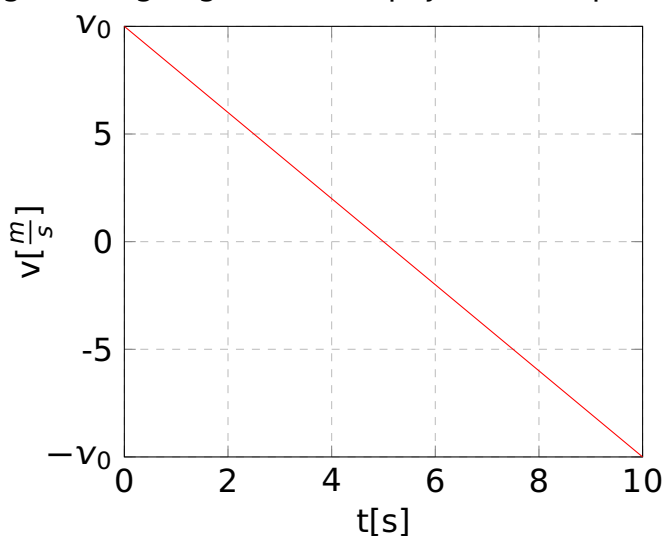
$$v^2 = v_0^2 \pm 2gh$$

2.7 Navpični met navzgor

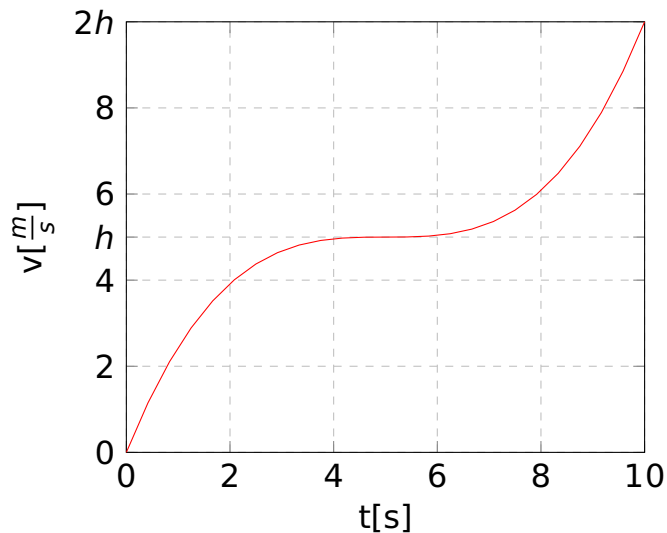
GRAFI:



Smer in velikost pospeška sta vedno ista (osvisna od mase zemlje.)
Ko gre telo gor govorimo o pojemku, ko pa dol pa o pospešku.



Ker je pospešek vedno enak se graf ne lomi.



ENAKOMERNO POJEMAJOČE

$$v = v_0 \pm gt$$

$$h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 \pm 2gh$$

ENAKOMERNO POSPEŠUJOČE

$$v = gt$$

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

$$v^2 = 2gh$$

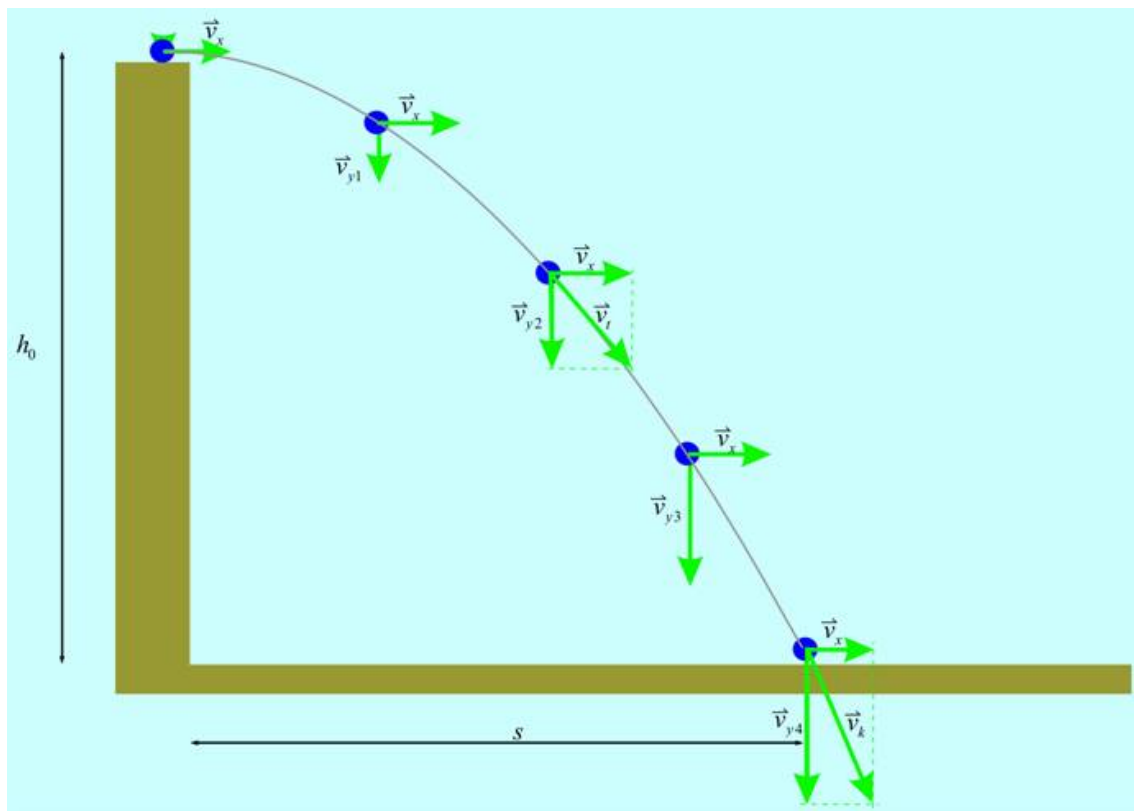
2.8 Ravninsko gibanje

Gibanje v eno smer ni odvisno od nasprotnega gibanja. Hitrosti se vektorsko seštevajo.

Čas, ki ga bo potreboval za prehod reke je odvisen od samo od **dolžine reke** in **njegove hitrosti**. Celotna pot in zamik pa sta odvisna od reke. Gibanje je **enakomerno**.

$$\begin{aligned}
 S &= vt \\
 t &= \frac{h}{v_c} \\
 v^2 &= v_r^2 + v_c^2 \\
 S &= \sqrt{x^2 + h^2} \\
 x &= v_r t
 \end{aligned}$$

2.9 Vodoravni met



Hitrost \vec{v} je vedno **tangentna** na traektorijo (pot po kateri se premika).

X smer	Y smer
enakomerno gibanje	enakomerno pospešeno gibanje
$v = \text{konst.}$	$a = g, v \neq \text{konst.}$
/	prosti pad
t	t

$$v_x = \frac{x}{t}$$

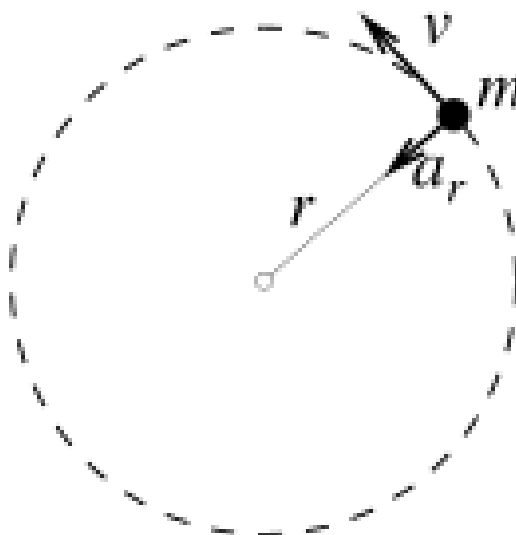
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v_y = gt$$

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

2.10 Kroženje

ENAKOMERNO



Kroženje je vedno pospešeno gibanje saj se **vektor vedno spreminja**. Enakomerno pa ker je $|\vec{v}|$ **vedno konstanten**, ne pa sam \vec{v} .

t_0 - obhodni čas.

ν - frekvenca, predstavi število obratov v nekem času.

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{t_0} [Hz]$$

ω - kotna hitrost, pove nam za kakšen kot prepotujemo v določenem času, enote so v radianih na sekundo

$$\nu = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{360^\circ}{t_0} = \frac{2\pi}{t_0} = 2\pi \frac{1}{t_0} = 2\pi\nu \left[\frac{1}{s} \right]$$

v - ubodna hitrost, je tangenta na krožnico, ubod pomeni zunanji rob, pove nam kolikšen krožni lok (odsek krožnice opravi v določenem času).

$$v = \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{t_0} = 2\pi \frac{1}{t_0} r = \omega r \left[\frac{m}{s} \right]$$

a_r - radialni pospešek, vedno kaže v središče, spreminja smer hitrosti na krožnici.

$$a_r = \frac{\Delta v}{\Delta t} = v\omega = r\omega^2 = \frac{v^2}{r} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

3 SILA IN NAVOR

3.1 Sila

Učinki sil:

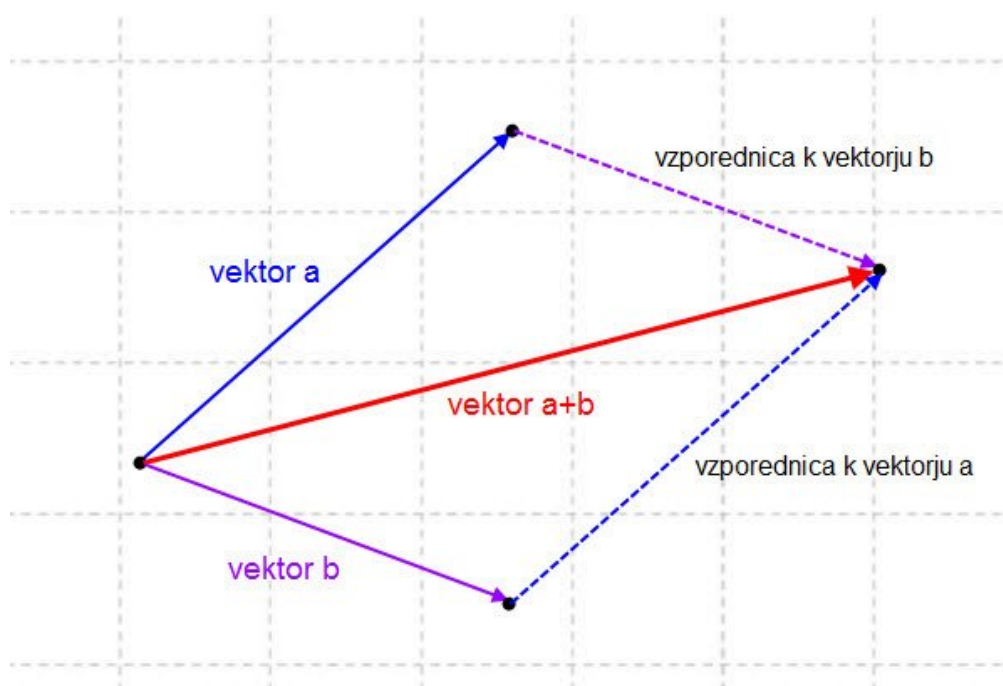
- SPREMEMBE GIBANJA(ustavi, sprememba hitrosti, smeri...)
- DEFORMACIJA(sprememba oblike)

SILE:

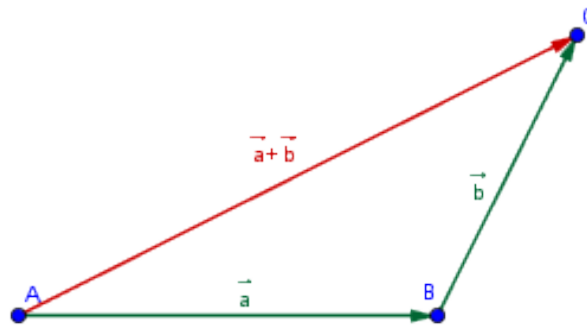
- NOTRANJE(med deli opazovanega telesa)
- ZUNANJE(s katerimi predmeti iz okolice delujemo na opazovalno telo)

SEŠTEVANJE SIL:

- PARALELOGRAMSKO PRAVILO(premaknemo v izhodišče in naredimo vzporednice(paralelogram))



- TRIKOTNIŠKO PRAVILO(silo premaknemo na konce prve sile)



RASTAVLJANJE SIL

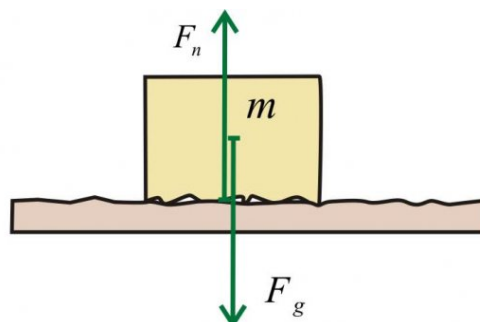
3.2 Newtonovi zakoni

1. **IZREK O RAVNOVESJU**(če je vsota vseh zunanjih sil, delujejo na telo enaka 0 potem telo miruje ali se giblje premo enakomerno(Telo vztraja v gibanju)).
2. $F = ma$
3. **ZAKON O VZAJEMNEM UČINKU**(zakon akcije in reakcije), če 1. telo deluje na 2. z neko silo, deluje tudi 2. nazaj z nasprotno enako silo.

3.3 Ravnovesje sil

3.4 Trenje in lepenje

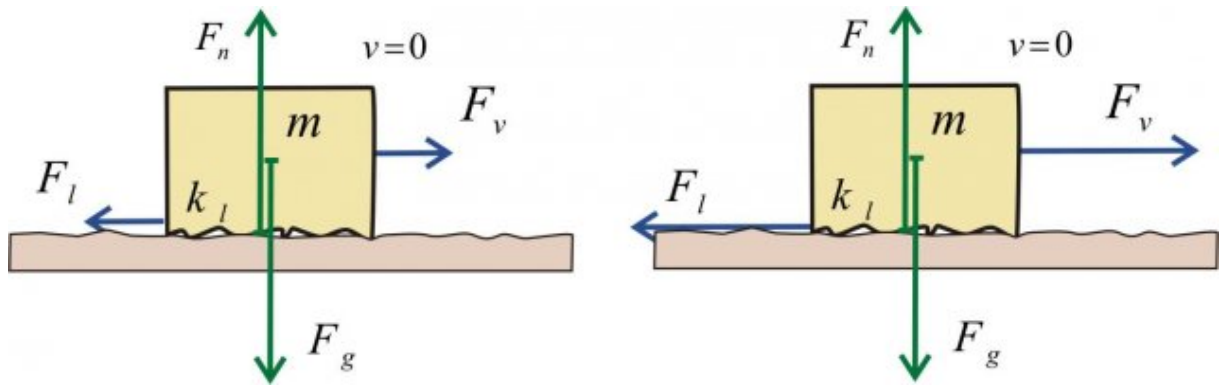
Telo miruje na vodoravni podlagi.



F_g - teža je volumsko porazdeljena sila, narišemo jo z prijemališčem v sredini.

F_n - sila podlage je ploskovno razdeljena in jo narišemo s prejemališčem na sredini ploskve.

Telo še zmeraj miruje.



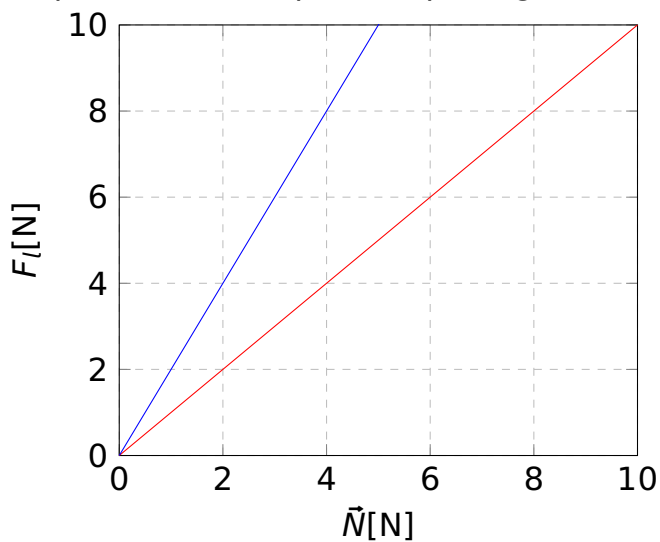
Sila podlage je sestavljena iz vzdolžne komponente in sile normale. Če povečujemo vlečno silo se spreminja samo vzdolžna komponenta sile podlage.

$$0 \leq F' < F_l$$

F_l - sila lepenja

$$F_l = k_l N$$

k_l - koeficijent lepenja, je neko število brez enote, ki je odvisen samo od hrapavosti stičnih ploskev podlage in telesa



Telo se giblje:
 F_{tr} - sila trenja

$$F_{tr} = k_{tr} N$$

k_{tr} - koeficijent trenja

$$k_{tr} < k_l$$

Je vedno manjši, ker zato da **premaknemo telo** potrebujemo več sile, ker moramo pretrgati **medmolekulske vezi** in potem, ko se telo enkrat premika teh vezi ni več in je manjši koeficijent.

3.5 Sile na klancu

Klada miruje na klancu:

Velikosti(smeri nasprotne):

- $F_p = F_g$
- $F_d = F'$
- $F_s = N$

$$F_s = F_g \cos \alpha$$

$$F_s = mg \cos \alpha$$

$$F_d = F_g \sin \alpha$$

$$F_d = mg \sin \alpha$$

$$F_s = N = mg \cos \alpha$$

$$F_d = F' = mg \sin \alpha$$

α_l ... tik preden se klada premakne(mejni primer)

$$F_d = F_l$$

$$mg \sin \alpha_l = k_l mg \cos \alpha_l$$

$$k_l = \frac{\sin \alpha_l}{\cos \alpha_l}$$

$$k_l = \tan \alpha_l$$

Uporabljamo samo v tem mejnem primeru.

α_{tr} ... mejni kot, klada drsi enakomerno

$$F_d = F_{tr}$$

$$mg \sin \alpha_{tr} = k_{tr} mg \cos \alpha_{tr}$$

$$k_{tr} = \frac{\sin \alpha_{tr}}{\cos \alpha_{tr}}$$

$$k_{tr} = \tan \alpha_{tr}$$

Klada drsi pospešeno:

$$F = ma$$

$$F_d - F_{tr} = ma$$

$$m g \sin \alpha - k_{tr} m g \cos \alpha = m a$$

$$a = g \sin \alpha - k_{tr} g \cos \alpha$$

1. Pojemek, ko telo zadržamo po vodoravni podlagi

$$\alpha = 0^\circ$$

$$a = -k_{tr} g$$

2. Prosti pad

$$\alpha = 90^\circ$$

$$a = -g$$

3.6 Sile pri kroženju

$$a_r = \omega^2 r = \frac{v^2}{r} = \omega r$$

$$F_r = m a_r \rightarrow \text{radialna sila}$$

$$F_r = m \omega^2 r = m \frac{v^2}{r} = m \omega r$$

3.7 Deformacije trdnin

- PROŽNE (ko se telo po končanju deformacije vrne v prvotno stanje)
- NEPROŽNE (ko se telo ne vrne ali pa se delno vrne v prvotno stanje)

$$P = \frac{F}{S} \left[1 \frac{N}{m^2} = 1 Pa \right]$$

$$[1 bar = 10^5 \frac{N}{m^2}]$$

Velja samo če je pravokotno na ploskev

$$P = \frac{F'}{S}$$

3.8 Hookov zakon

l ... prvotna dolžina

x ... raztezek

S ... premer žice

$$\frac{F}{S} = \Delta$$

Δ ... raztezna napestost [$\frac{N}{m^2}$]

$$\frac{x}{k} = \epsilon$$

ϵ ... relativni raztezek

Hookov zakon:

$$\begin{aligned}\frac{F}{S} &= E \frac{x}{l} \\ F &= \frac{ES}{l} x \\ F &= kx \\ k &= \frac{ES}{l}\end{aligned}$$

E ... prožnostni model snovi [$\frac{N}{m^2}$]

3.9 Navor

M ... navor [1Nm]

$$\begin{aligned}M &= rF'' \\ F'' &= F \cos \alpha \\ M &= rF \cos \alpha \\ \cos \alpha &= \frac{r'}{r} \\ M &= rF \frac{r'}{r} \\ M &= Fr'\end{aligned}$$

r' ... ročica (pravokotna razdalja med nosilko sile in osjo)

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Navor je ročica krat sila. **Smer navora** je po desnem vijaku (v našem primeru bi kazal v list). Mi bomo gledali samo kako navor zasuka telo.

Izrek o ravnovesju pravi:

1. Da mora biti **rezultanta** vseh **zunanjih sil 0**
2. Da mora biti **rezultanta** vseh **navorov 0**

Takrat telo miruje ali se giba premo enakomerno.

3.10 Navor teže

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$

$$M = m_1 x'_1 g + m_2 x'_2 g + \dots + m_n x'_n g$$

$$M = x_t m g$$

$$x_t = \frac{m_1 x'_1 + m_2 x'_2 + \dots + m_n x'_n}{m}$$

4 NEWTNOVI ZAKONI IN GRAVITACIJA

4.1 Keplerjevi zakoni

(Opisujejo gibanje planetov)

1. Planeti se gibljejo po elipsi, sonce je v gorišču elipse.
2. Radij vectorja med planetom in soncem opiše v enakih časih enake ploščine (ploščinska hitrost je enaka)
3. Kvocijent kuba polmera in kvadrata obhodnega časa planeta je za vse planete enaka.

$$\frac{r^3}{t_0^2} = konst$$

4.2 Newtonov gravitacijski zakon

(opisuje privlačno silo med dvema točkastema telesoma)

*smer sile je na smeri veznice

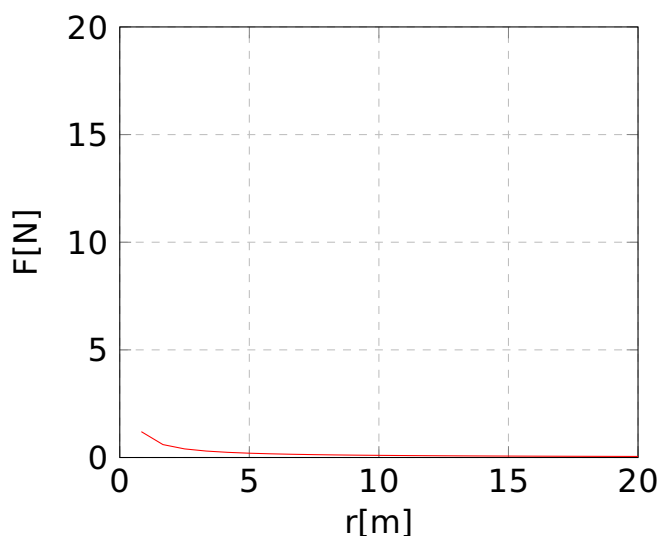
$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

*če povečamo eno maso se obe sile povečata

G ... gravitacijska konstanta

$$G = 6,67 * 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$$

*vzamemo razdaljo med središčem



1. MASA ZEMLJE

g_0 ... težni pospešek na površini zemlje

r_0 ... polmer zemlje

$$mg_0 = \frac{Gmm_z}{r_0^2}$$

$$g_0 = \frac{Gm_z}{r_0^2}$$

$$m_z = \frac{g_0 r_0}{G}$$

$$m_z = \frac{9,81 \frac{m}{s^2} (6400km)^2}{6,67 * 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}} = 6,02 * 10^{24} kg$$

2. Težni pospešek nad površino zemlje

$$g = g_0 \left(\frac{r_0^2}{r} \right) \dots \text{odsredia}$$

$$g = g_0 \left(\frac{r_0^2}{r_0 + h} \right) \dots \text{odpovrinezemlje}$$

3. Hitrost umetnega satelita, ki kroži okrog zemlje na majhni višini

$$m \cdot g = m \cdot a_r$$

$$g_0 \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 = \frac{v^2}{r}$$

$$r = r_0$$

$$v^2 = g_0 r_0$$

$$v = \sqrt{g_0 r_0}$$

$$v = \sqrt{9,81 \frac{m}{s^2} 6400 km}$$

$$v = 8000 \frac{m}{s} \rightarrow \text{kozminahitrost}$$

Obhodni čas:

$$v = \omega r = \frac{2\pi}{t_0} r$$

$$t_0 = \frac{2\pi r}{v}$$

$$t_0 = \frac{2\pi 6400 km}{80000 \frac{m}{s}} = 83,8 min$$

4. Višina geostacionarnega satelita

$t_0 = 1 \text{ dan} \rightarrow$ ker je geostacionarni satelit

$$\omega = \frac{2\pi}{t_0}$$

$$m g = m a_r$$

$$g_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 = \omega^2 r$$

$$g_0 \frac{r_0^2}{r^2} = \frac{4\pi^2}{t_0^2} r$$

$$r^3 = \frac{g_0 r_0^2 t_0^2}{4\pi^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{9,81 \frac{m}{s^2} (6400 km)^2 (24h)^2}{4\pi^2}}$$

$$r = 42354 km$$

$$h = r - r_0 = 36100 km$$

5. Masa sonca

$$r_{sz} = 1,5 * 10^8 km$$

$$t_0 = 365 dni = 32 * 10^6 s$$

$$\frac{G m_s m_z}{r_{sz}^2} = m_z \omega r_{sz}$$

$$\frac{G m_s}{r_{sz}^2} = \frac{4\pi^2}{t_0^2} r_{sz}$$

$$m_s = \frac{4\pi^2 r_{sz}^3}{t_0^2 G}$$

$$m_s = 2 * 10^{30} kg$$

5 IZREK O GIBALNI KOLIČINI

5.1 Sunek sile in gibalna količina

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = m \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_2}{\Delta t}$$

$$\vec{F}\Delta t = m\vec{v}_1 - \vec{v}_2 \rightarrow \text{izrek o gibalni količini}$$

$$\vec{G} = m\vec{v} \dots \text{Gibalna količina} \left[\text{Ns}, \frac{\text{kgm}}{\text{s}} \right]$$

$$\vec{F}\Delta t = \vec{G}_2 - \vec{G}_1 = \Delta \vec{G}$$

Izrek o ohranitvi energije Če je $\vec{F}\Delta t = 0 \rightarrow \Delta \vec{G} \rightarrow \vec{G}_2 = \vec{G}_1$.

Če je suneč vseh zunanjih sil enak nič potem se gibalna količina sistema ohrani.