

# **Fizika snov**

*Rok Kos*

Gimnazija Vič, Tržaška cesta 72

# Kazalo

<b>1 FIZIKALNE KOLIČINE IN ENOTE</b>	<b>3</b>
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
<b>2 PREMO IN KRIVO GIBANJE</b>	<b>6</b>
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
<b>3 SILA IN NAVOR</b>	<b>15</b>
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
<b>4 NEWTNOVI ZAKONI IN GRAVITACIJA</b>	<b>21</b>
4.1 Keplerjevi zakoni . . . . .	21
4.2 Newtonov gravitacijski zakon . . . . .	22

# 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	$10^{-3}$
$\mu$	$10^{-6}$
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 $\Delta x$

$\Delta x$  je največje odstopanje meritve od povprečne vrednosti.

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

### Relativna Napaka $\delta x$

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

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

## 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**

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

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

$$\begin{aligned} ab_{\max} &= (\bar{a} + \Delta a)(\bar{b} + \Delta b) = \bar{a}\bar{b} + \bar{a}\Delta b + \bar{a}\Delta b + \Delta a\Delta b \rightarrow 0 \\ &= \bar{a}\bar{b}\left(1 + \frac{\Delta a}{\bar{a}} + \frac{\Delta b}{\bar{b}}\right) = \bar{a}\bar{b}(1 + (\delta a + \delta b)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ab_{\min} &= (\bar{a} - \Delta a)(\bar{b} - \Delta b) = \bar{a}\bar{b} - \bar{a}\Delta b - \bar{a}\Delta b + \Delta a\Delta b \rightarrow 0 \\ &= \bar{a}\bar{b}\left(1 - \frac{\Delta a}{\bar{a}} - \frac{\Delta b}{\bar{b}}\right) = \bar{a}\bar{b}(1 - (\delta a + \delta b)) \end{aligned}$$

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

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

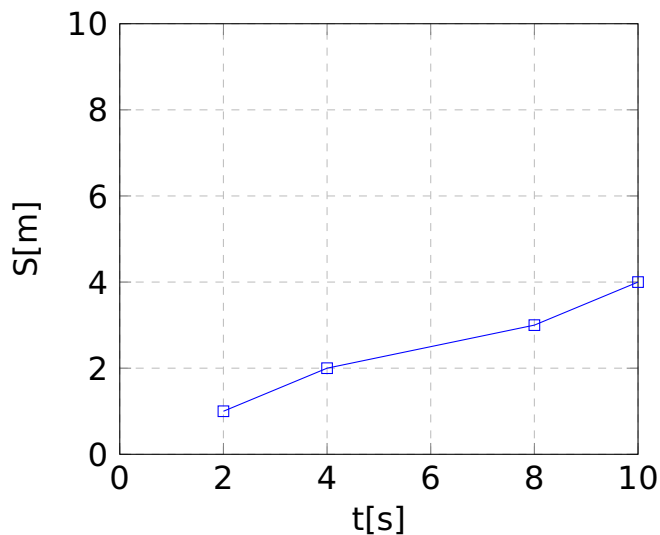
Pri množenju in deljenju seštevamo **realtivne napake**.  
**Potenciranje**

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

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

## 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:

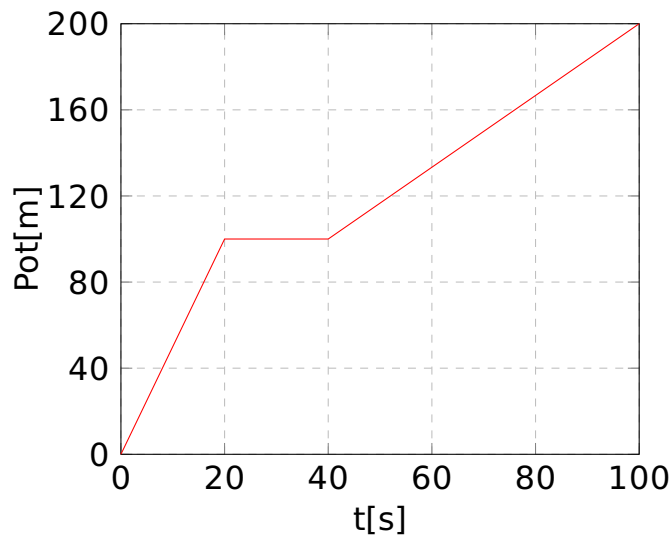
- številsko premico (ena dimenzija)
- 2-dimenzionalni kordinatni sistem (dve dimenziji)
- 3-dimenzionalni kordinatni sistem (tri dimenzije)

**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  $(r, \alpha)$



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).

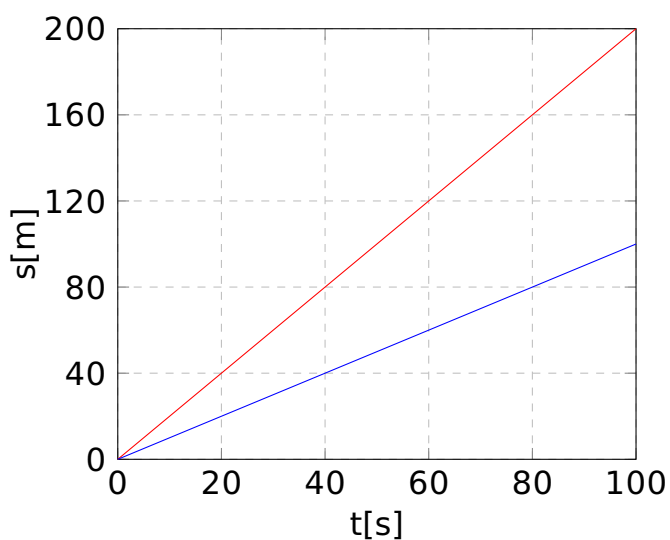
**Enačbe, ki so svete:**

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

## 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.

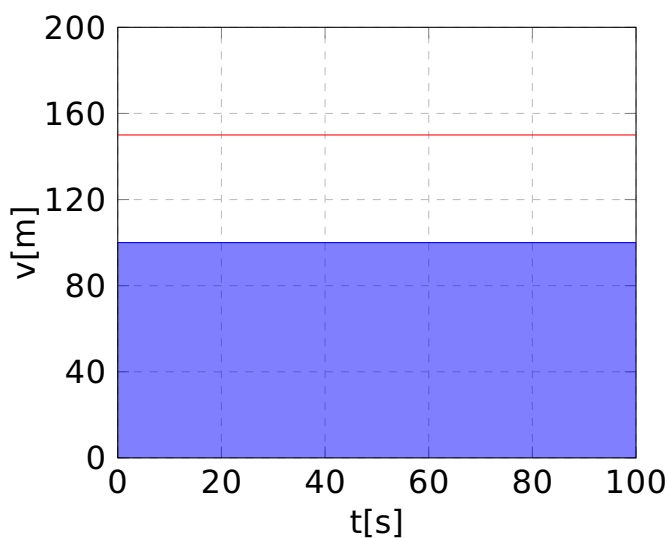
$$\begin{aligned}
 a &= 0 \\
 v &= v_0 \\
 s &= v_0 t \rightarrow v_0 = \frac{s}{t} \\
 v^2 &= v_0^2
 \end{aligned}$$



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

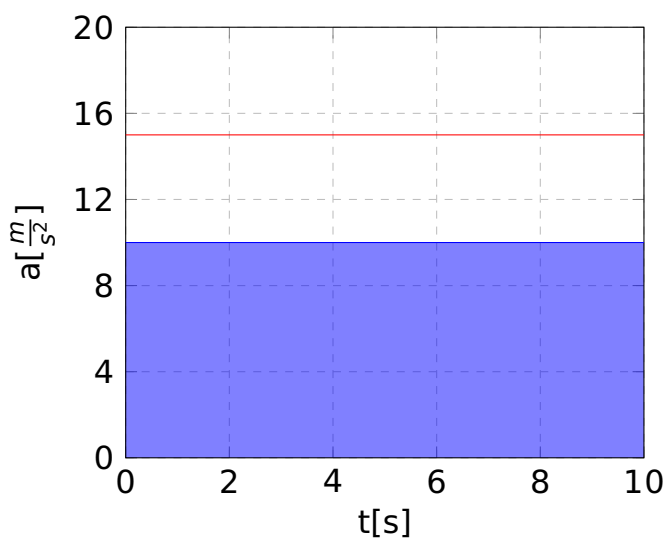
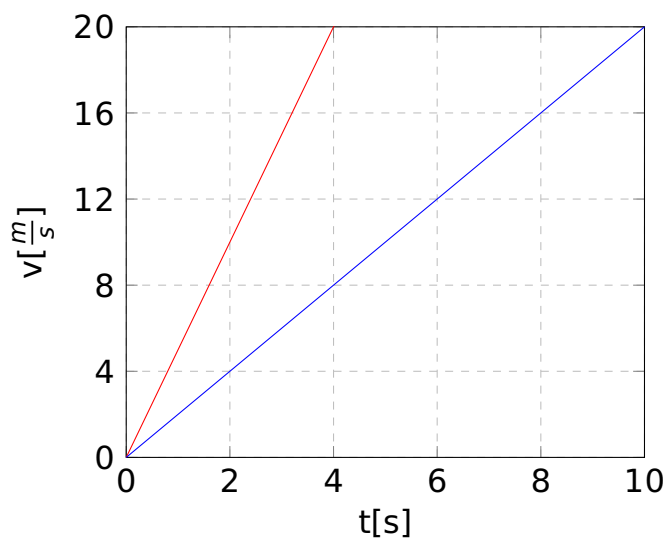
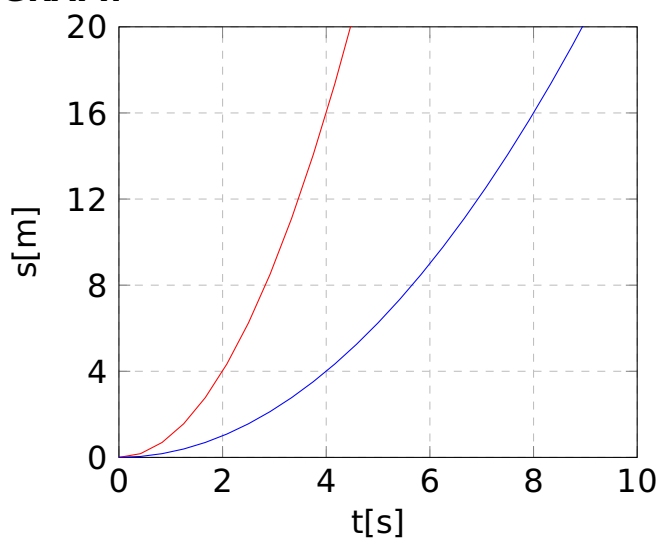


čas u spremeni hitrost.

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

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

**GRAFI:**



Strmina premice hitrosti od časa nam pove velikost pospeška.

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

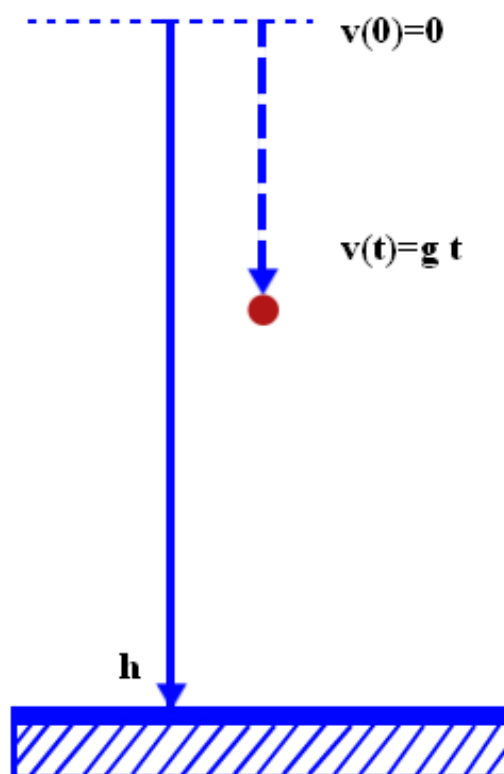
Tangenta na krivuljo grafa poti od časa v vsaki točki govori o hitrosti telesa. Ploščina pod krivuljo grafa pospeška od časa nam pove hitrost.

$$v = at$$

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

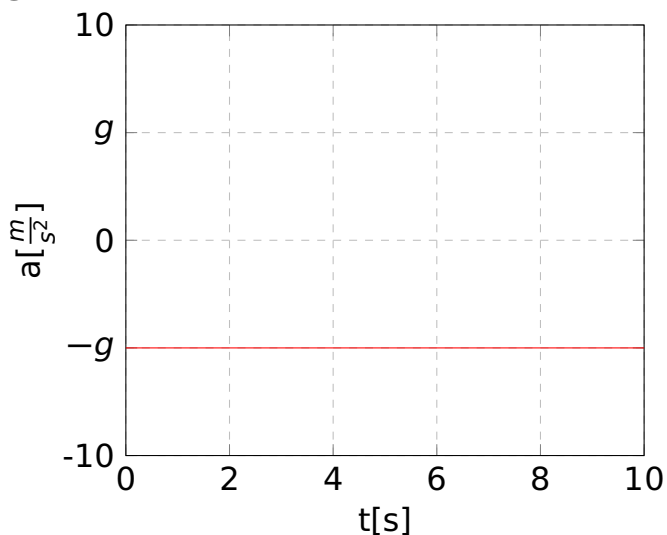
$$v = v_0 \pm gt$$

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

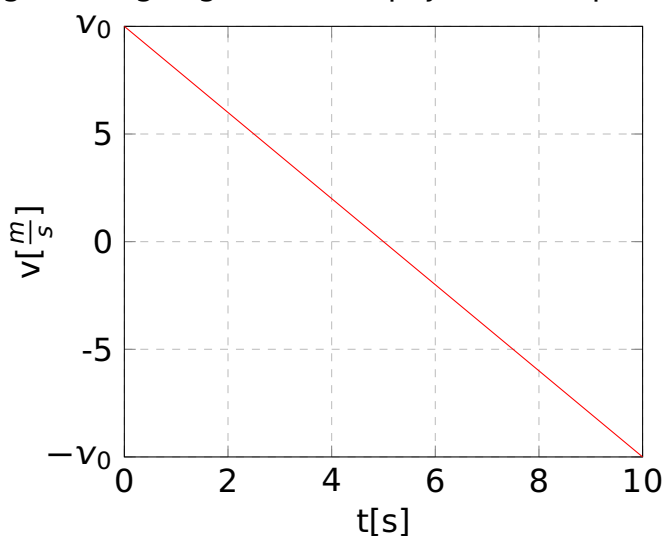
$$v^2 = v_0^2 \pm 2gh$$

## 2.7 Navpični met navzgor

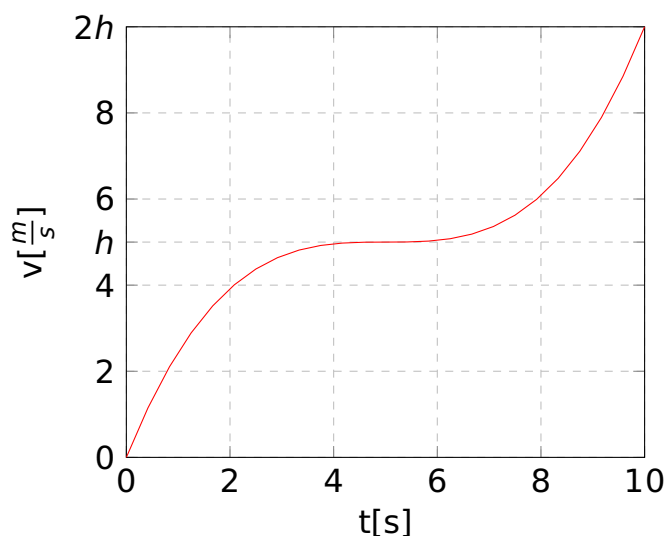
**GRAFI:**



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**.

$$S = vt$$

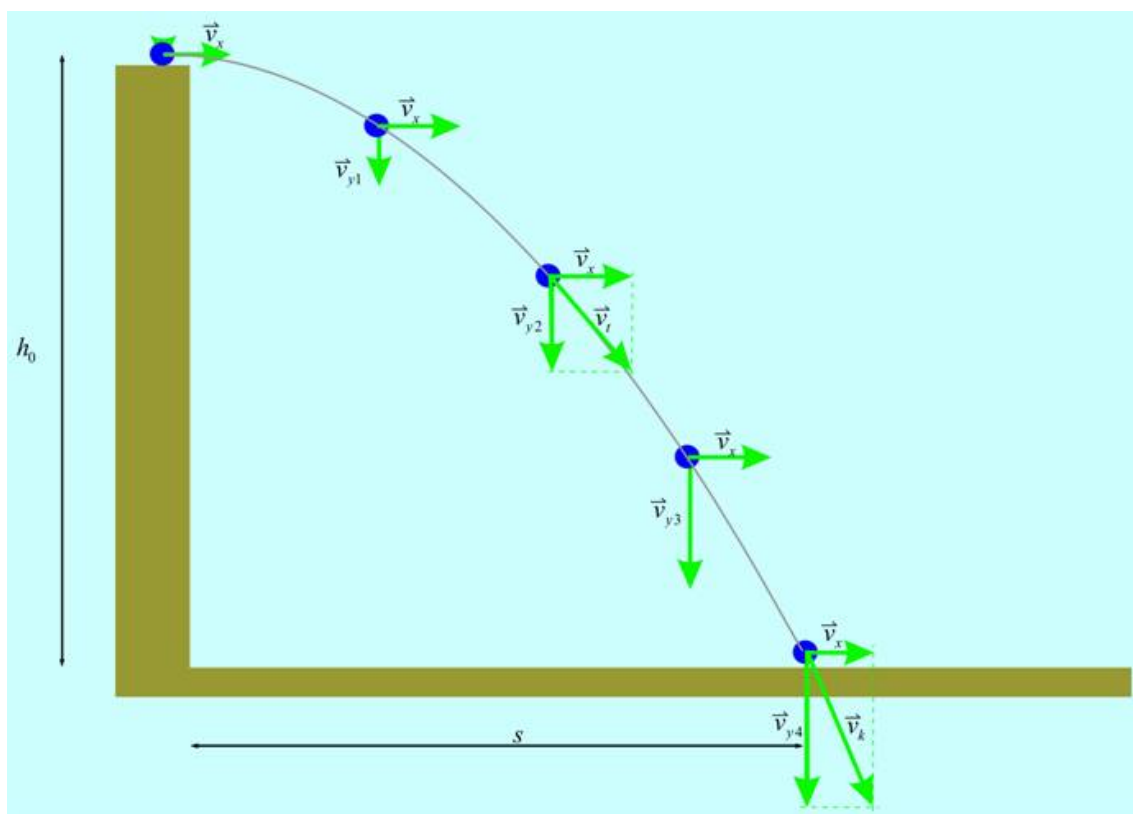
$$t = \frac{h}{v_c}$$

$$v^2 = v_r^2 + v_c^2$$

$$S = \sqrt{x^2 + h^2}$$

$$x = v_r t$$

## 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
$t$	$t$

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

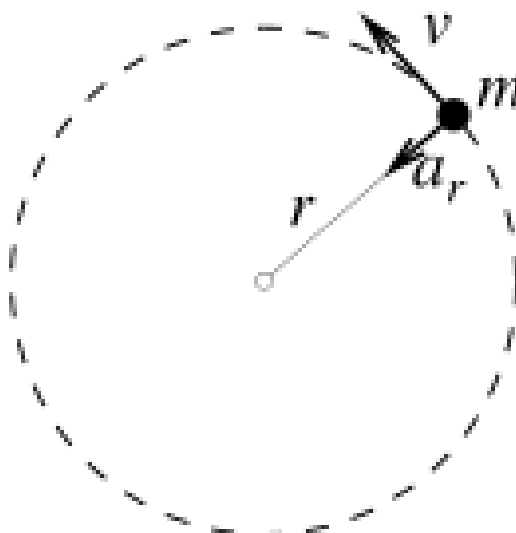
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v_y = gt$$

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

## 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.

$\nu$  - frekvenca, predstavi število obratov v nekem času.

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

$\omega$  - 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 tangentan 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:

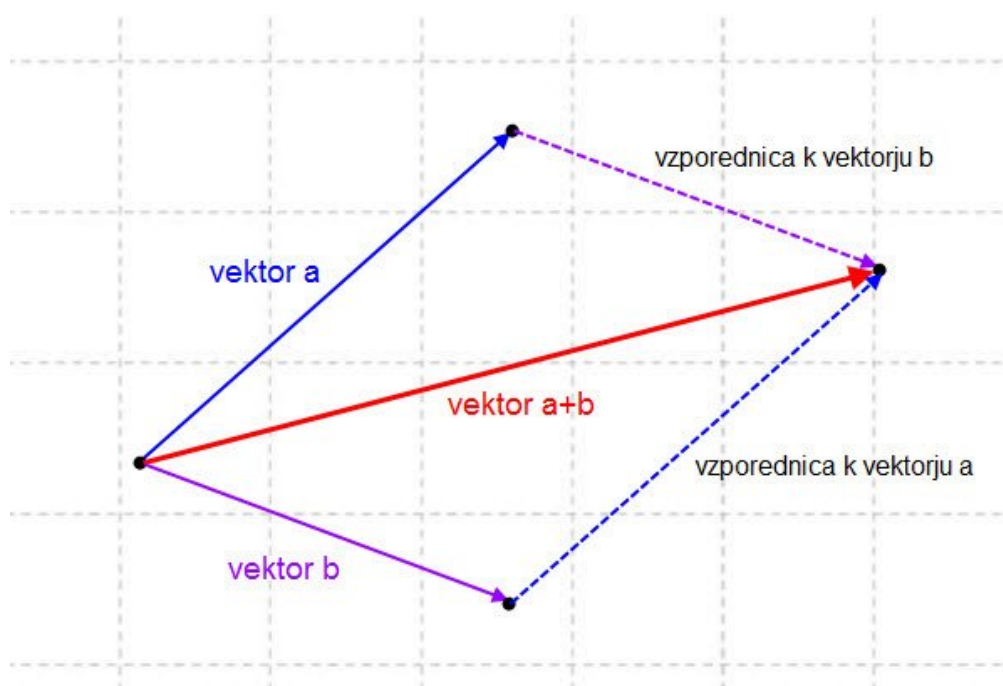
- SPREMEMBE GIBANJA(ustavi, sprememba hitrosti, smeri...)
- DEFORMACIJA(sprememba oblike)

#### SILE:

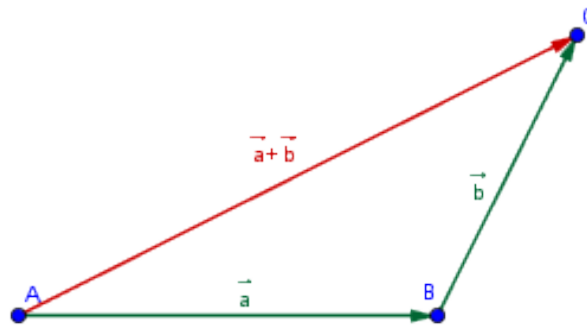
- NOTRANJE(med deli opazovanega telesa)
- ZUNANJE(s katerimi predmeti iz okolice delujemo na opazovalno telo)

#### SEŠTEVANJE SIL:

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



- TRIKOTNIŠKO PRAVILO(silo premaknemo na konce prve sile)



## RASTAVLJANJE SIL

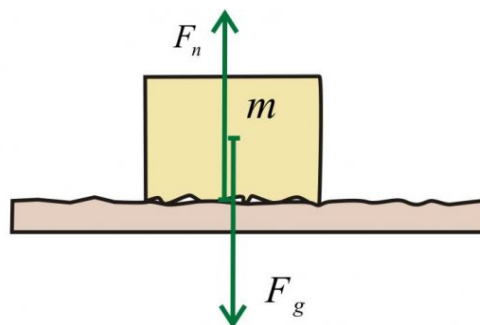
### 3.2 Newtonovi zakoni

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.

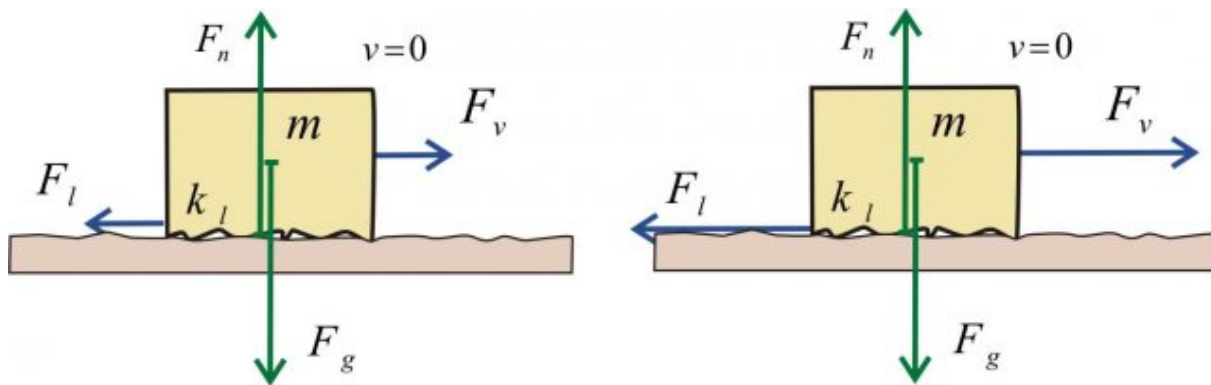


$F_g$  - teža je volumsko porazdeljena sila, narišemo jo z prijemališčem v sredini.

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

Telo še zmeraj miruje.





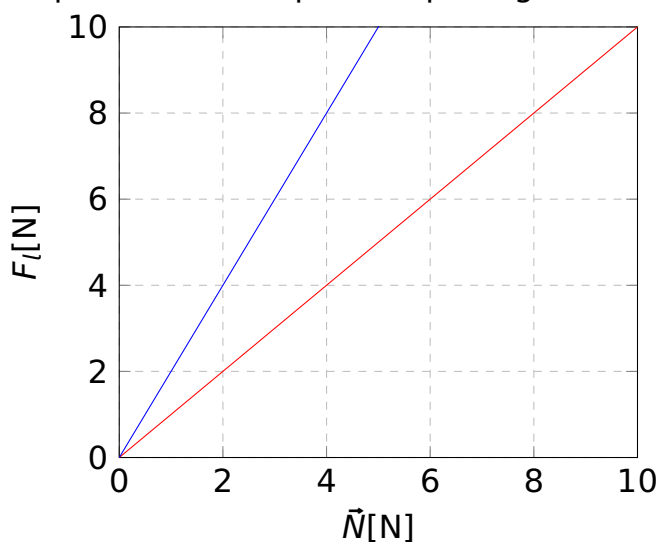
Sila podlage je sestavljena iz vzdolžne komponente in sile normale. Če povečujemo vlečno silo se spreminja samo vzdolžna komponenta sile podlage.

$$0 \leq F' < F_l$$

$F_l$ - 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):

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

$$F_s = F_g \cos \alpha$$

$$F_s = mg \cos \alpha$$

$$F_d = F_g \sin \alpha$$

$$F_d = mg \sin \alpha$$

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

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

$\alpha_l$  ... 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.**

$\alpha_{tr}$  ... 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:

$$\begin{aligned}
 F &= ma \\
 F_d - F_{tr} &= ma \\
 m g \sin \alpha - k_{tr} m g \cos \alpha &= m a \\
 a &= g \sin \alpha - k_{tr} g \cos \alpha
 \end{aligned}$$

1. Pojemek, ko telo zadržamo po vodoravni podlagi

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 0^\circ \\
 a &= -k_{tr} g
 \end{aligned}$$

2. Prosti pad

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 90^\circ \\
 a &= -g
 \end{aligned}$$

### 3.6 Sile pri kroženju

$$\begin{aligned}
 a_r &= \omega^2 r = \frac{v^2}{r} = \omega r \\
 F_r &= m a_r \rightarrow \text{radialna sila} \\
 F_r &= m \omega^2 r = m \frac{v^2}{r} = m \omega r
 \end{aligned}$$

### 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)

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{F}{S} \left[ 1 \frac{N}{m^2} = 1 Pa \right] \\
 [1 bar &= 10^5 \frac{N}{m^2}]
 \end{aligned}$$

Velja samo če je pravokotno na ploskev

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

### 3.8 Hookov zakon

$l$  ... prvotna dolžina

$x$  ... raztezek

$S$  ... premer žice

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

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

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

$\epsilon$  ... 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

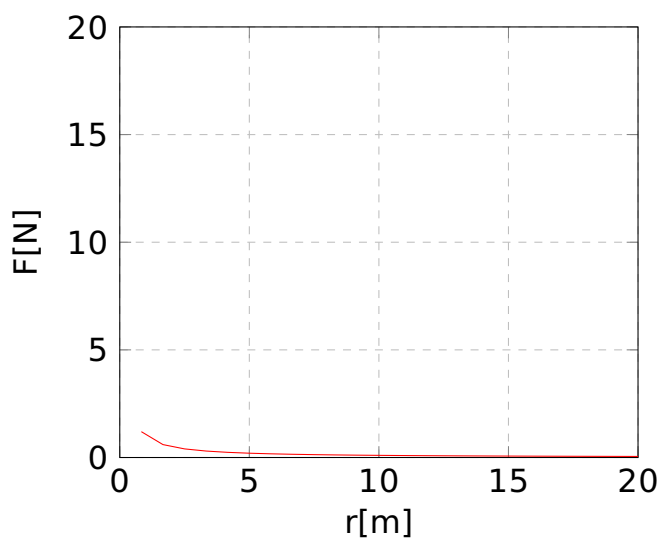
$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

\*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

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

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

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

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

### 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

$$m g = m a_r$$

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

$$r = r_0$$

$$v^2 = g_0 r_0$$

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

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

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

**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

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

$$m g = m a_r$$

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

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

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

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

$$r = 42354km$$

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

## 5. Masa sonca

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

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

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

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

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

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