

# МЕХАНИКА 2 - ДИНАМИКА

Studijski programi:

**DRUMSKI SAOBRAĆAJ**  
**INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO**

Nastavnik:

**dr Boban Cvetanović**

**školska 2019-20**

## Šta je dinamika i koje veličine izučava?

*Dinamika (grč. dynamis = sila)*

*deo mehanike u kome se proučavaju **zakoni kretanja** materijalnih tela pod dejstvom sila koje su uzroci kretanja ili mirovanja.*

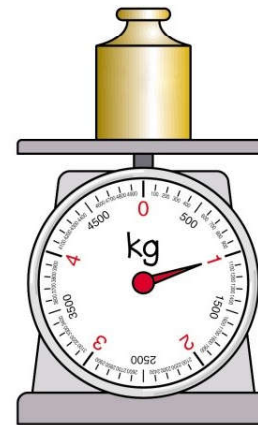
Za razliku od kinematike, ovde se pri proučavanju kretanja tela **uzimaju u obzir i sile koje deluju na telo kao i masa samog tela!!!**

# POJAM MASE

Masa je jedna od osnovnih  
veličina u dinamici.

To je skalarna veličina čija  
je jedinica kilogram (kg).

**mass** → **kg**



**Masa tela je mera inernosti tela!!!**

### **INERTNOST**

**je svojstvo tela da brže ili sporije menjaju brzinu svog kretanja pod dejstvom istih sila.**

U istom vremenskom periodu različita materijalna tela, pod dejstvom istih sila, imaju različite brzine i pomeraju se za različita rastojanja pri čemu se kaže da imaju različitu inertnost.

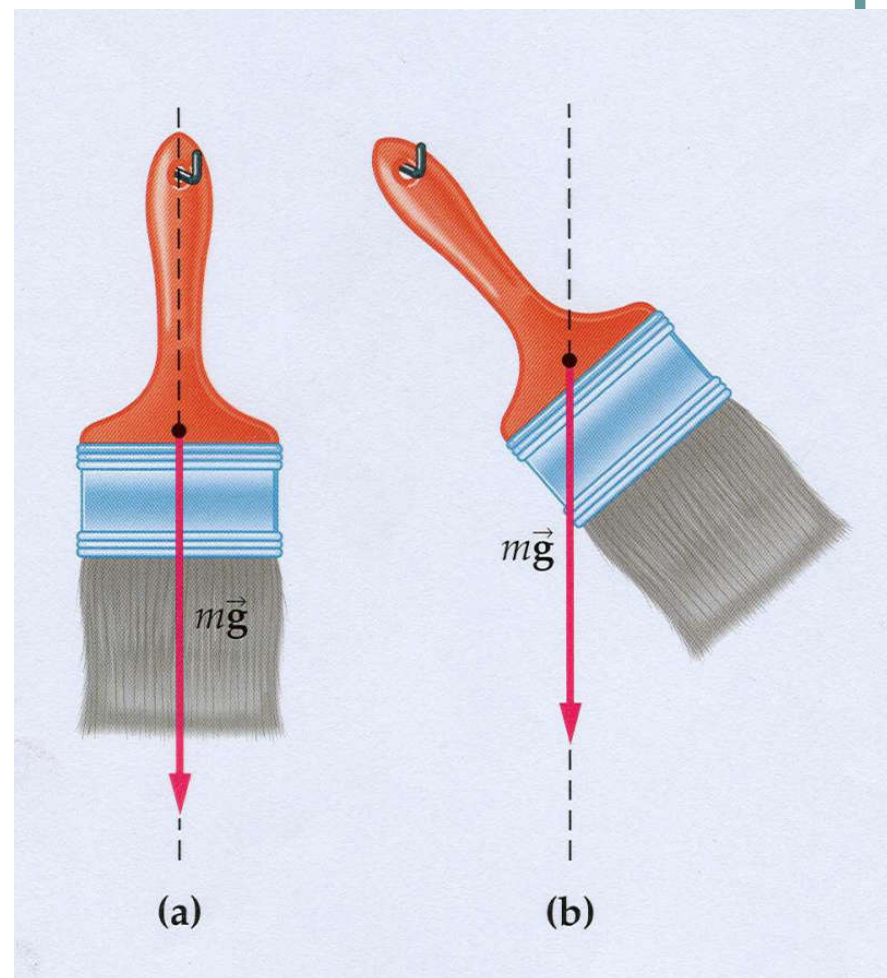
**TELA VEĆE MASE JAČE SE OPIRU PROMENI STANJA KRETANJA I ZA NJIH SE KAŽE DA SU INERTNIJA.**

## POJAM TEŽINE

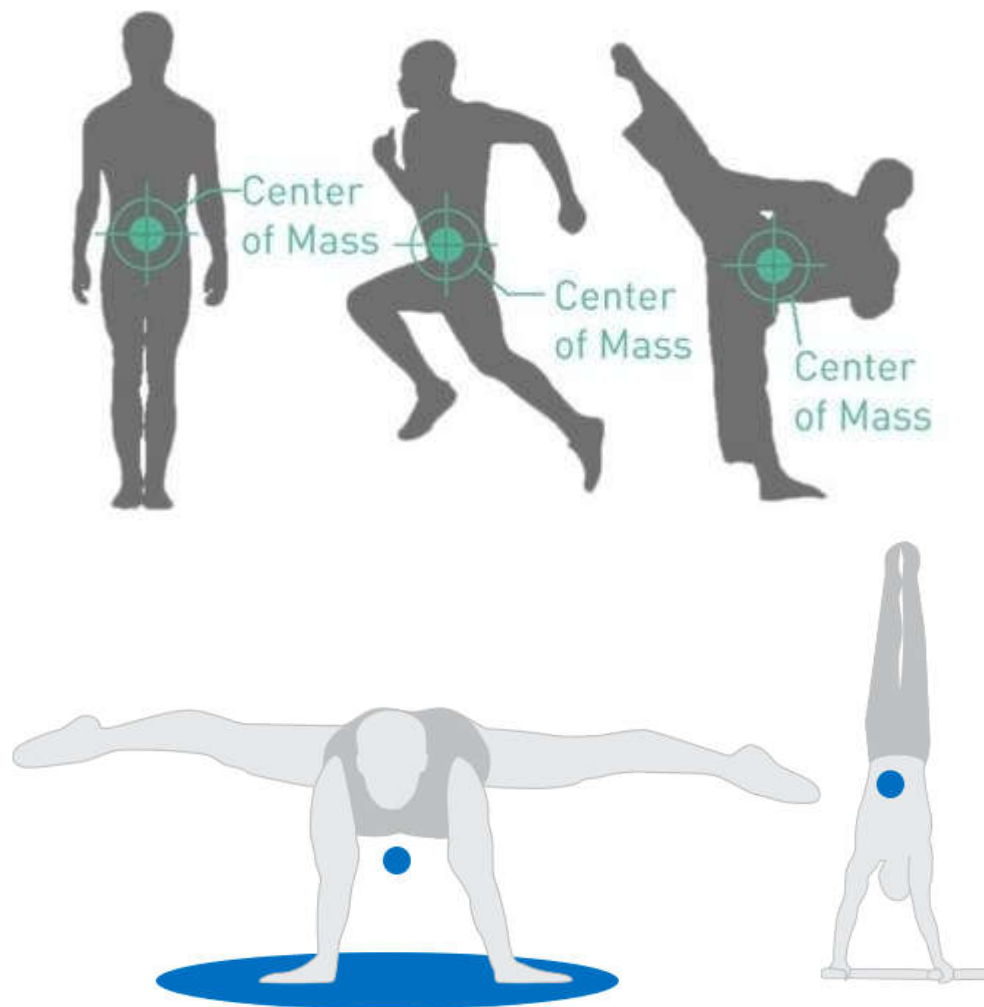
**Težina tela je sila kojom (zemljina) teža privlači tela.**

Ima vertikalni pravac, a smer ima naniže ka centru Zemlje, bez obzira na položaj tela. Koncentrisana je u težištu (centru mase) i ima intenzitet

$$G = m \cdot g$$



# Centar mase





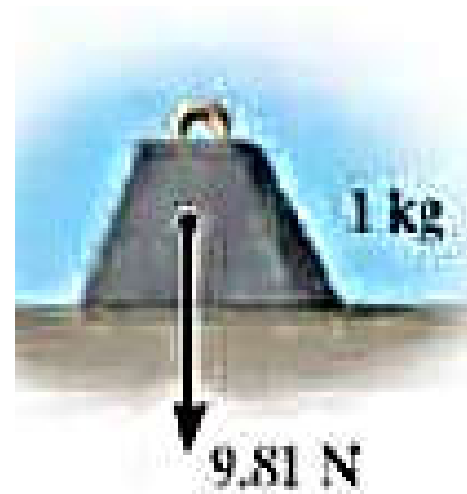
## Odnos mase i težine

Težina tela:  **$G=mg$** ,

g-ubrzanje teže i na za Zemlju iznosi  $g=9,81\text{m/s}^2$

$$1\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 = 9,81\text{N}$$

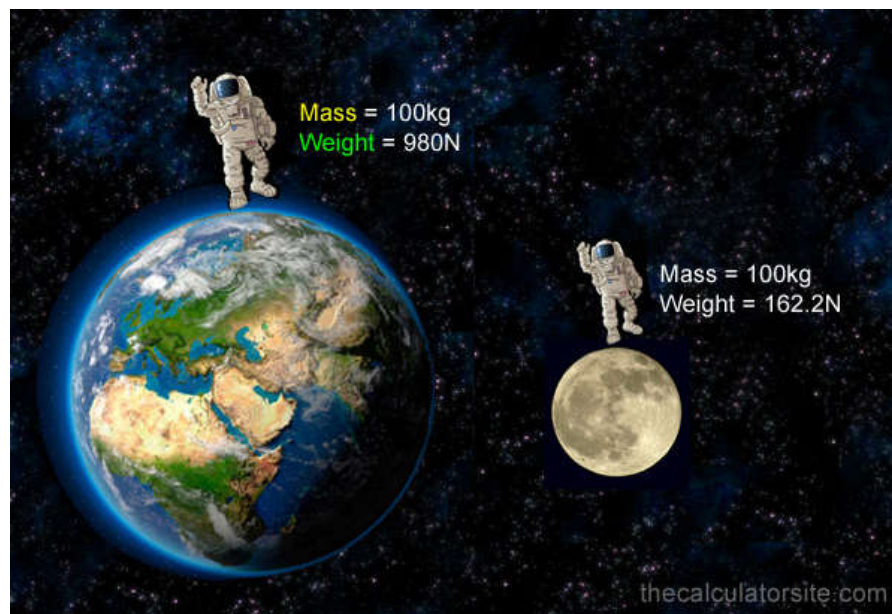
$$\mathbf{1\text{kg} = 9,81\text{N}}$$



# Pojam težine

*S obzirom da čak i ubrzanje zemljine teže nije svuda isto (na polovima je 9,83, a na ekvatoru 9,78), a na drugim planetama su vrednosti ubrzanja teža tih planeta potpuno različita u odnosu na zemljino (npr. Sunce 274.13, Merkur 3.59, Venera 8.87, Mars 3.77, Jupiter 25.95, Saturn 11.08, Uran 10.67, Neptun 14.07), može se zaključiti da se*

**TEŽINA TELA  
MENJA,  
ALI MASA OSTAJE  
NEPROMENJENA!**



## Bestežinsko stanje-nulta gravitacija (eng. *zero gravity, weightlessness*)

Stanje u kome **gravitacija ili sila zemljine teže, nema nikakvih uticaja**, ili čije se dejstvo ne oseća u organizmu živih bića ili na predmetima.

Ovo stanje je najizraženije **iza Karmanove linije u svemiru**. To je zamišljena visina koja se obično koristi za definisanje razgraničenja između Zemljine atmosfere i svemira.



Zbog veoma razređenog vazduha tj. zbog gubitka aerodinamičke potpore avionom se ne može leteti iznad ove visine.

Iznad ove linije (granice) vladaju zakoni balistike, i kroz nju se kreću isključivo letilice na raketni pogon.

Danas je zvanično usvojeno da se Karmanova linija nalazi na visini 100 kilometara od površine mora.



Postoje prostori na Zemlji ili u njenoj atmosferi u kojima dejstvo gravitacije nije primetno (ili je jedva primetno), kao što je to u toku slobodnog pada u vakuumu ili u satelitskim sistemima i specijalnim trenažnim avionima



# Osnovni zakoni dinamike- Njutnovi zakoni

## Zakon inercije (I Njutnov zakon)

*Svako telo ostaje u stanju mirovanja ili jednolikog pravolinijskog kretanja dok pod dejstvom sile ne bude prinuđeno da to svoje stanje promeni.*

Ovaj princip ukazuje na mogućnost postojanja sile. Kretanje bez sile naziva se kretanje po inerciji.

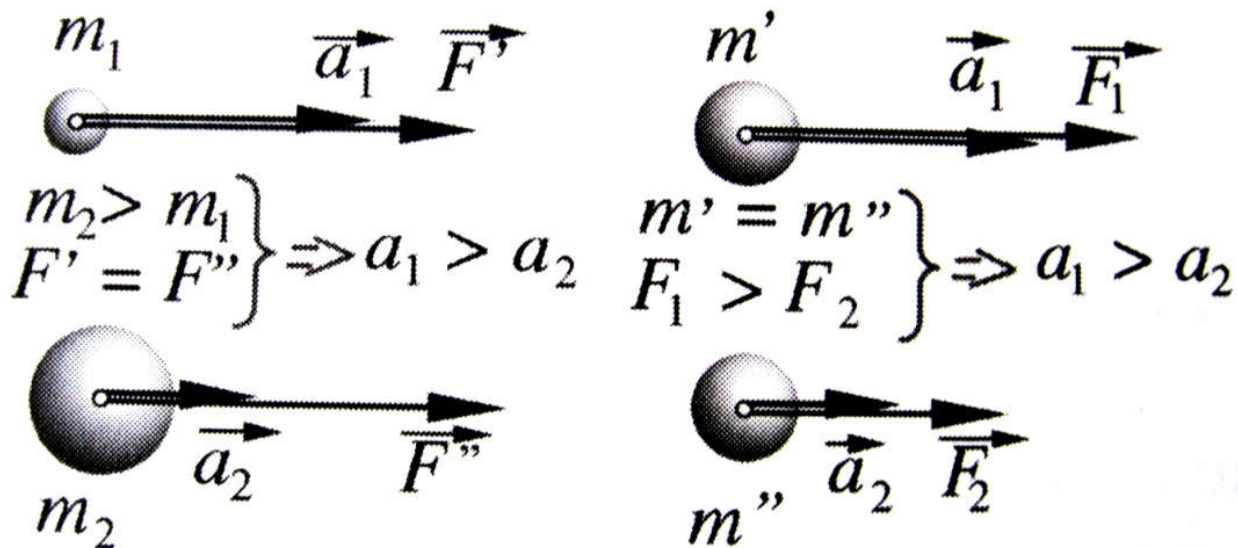
### Zakon sile i ubrzanja (II Njutnov zakon)

*Proizvod mase i ubrzanja jedne tačke, koje ona dobija kada na nju deluje data sila, jednak je po intenzitetu toj sili, a pravac i smer ubrzanja poklapaju se sa pravcem i smerom te sile.*

$$F = m \cdot a$$

Ovo je osnovna jednačina dinamike

**Dve različite tačke pod dejstvom jednakih sila dobijaju ista ubrzanja samo ako su mase tačaka jednake.** U suprotnom će tačka čija je masa veća dobiti manje ubrzanje i obrnuto.

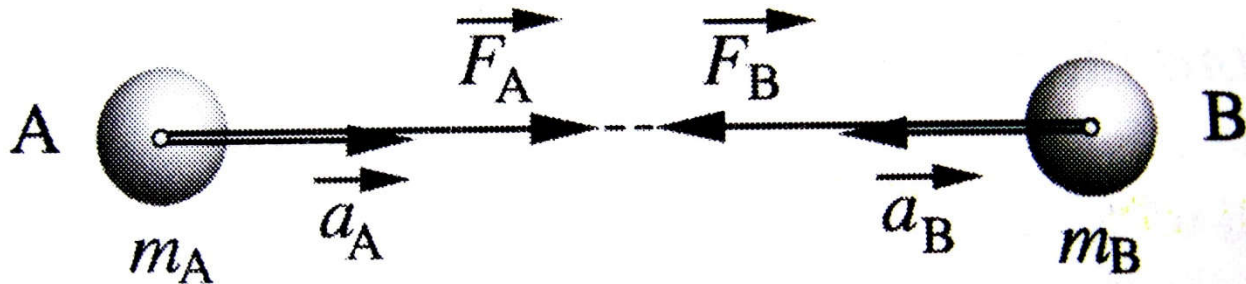




## Osnovni zakoni dinamike- Njutnovi zakoni

### Zakon akcije i reakcije (III Njutnov zakon)

*Sile kojima dejstvuju materijalne tačke jedna na drugu međusobno su jednake, imaju iste pravce, a suprotne smerove.*



$$\vec{F}_A = -\vec{F}_B \rightarrow m_A \vec{a}_A = -m_B \vec{a}_B$$

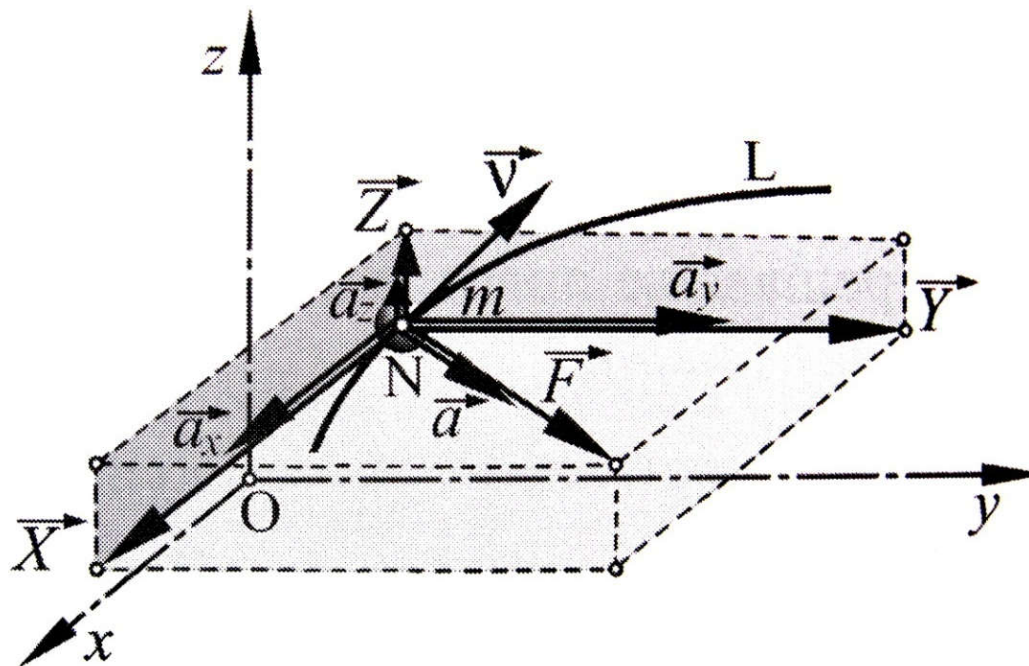
$$a_A / a_B = m_B / m_A$$

*Veličine ubrzanja koje saopštavaju materijalne tačke jedna drugoj obrnuto su proporcionalne masama tih tačaka*

# DINAMIKA MATERIJALNE TAČKE

## Jednačina kretanja materijalne tačke

Materijalna tačka  $N(x,y,z)$  mase  $m$  kreće se pod dejstvom sile  $F$  po krivolinijskoj putanji  $L$



)

## Jednačine kretanja materijalne tačke u prostoru

Da bi se izračunale komponente sile  $F$  u pravcu koordinatnih osa moraju se znati komponente ubrzanja u pravcu osa  $(a_x, a_y, a_z)$

$$X = m \cdot a_x \quad Y = m \cdot a_y \quad Z = m \cdot a_z$$

Ovo su *j-ne kretanja materijalne tačke u prostoru.*

Ako se materijalna tačka kreće u ravni, j-ne kretanja su

$$X = m \cdot a_x \quad Y = m \cdot a_y \quad Z = 0$$

U slučaju pravolinijskog kretanja materijalne tačke, j-ne kretanja su

$$X = m \cdot a_x \quad Y = 0 \quad Z = 0$$

## Kretanje materijalne tačke po pravolinijskoj putanji

Pri ovom kretanju pravac putanje, pravac vektora brzine, pravac ubrzanja materijalne tačke i pravac sile **su kolinearni**.

*Proučavaju se:*

- 1. Opšti slučaj pravolinijskog kretanja** (određuje se sila koja uzrokuje: jednoliko, jednakopromenljivo i nejednakopromenljivo pravolinijsko kretanje tačke)
- 2. Specijalni slučajevi pravolinijskog kretanja usled dejstva sile Zemljine teže**

# **Opšti slučajevi kretanja materijalne tačke po pravolinijskoj putanji**

## Jednoliko pravolinijsko kretanje

$$v = \text{const.}, \quad a = 0$$

**SLUČAJ I:** Kretanje **bez otpornih sila**  $F_w$

$$\rightarrow F = m \cdot a = m \cdot 0 = 0 \rightarrow \underline{\mathbf{F=0}}$$

**SLUČAJ II:** Kretanje **sa otpornim silama**  $F_w$  (npr. sila trenja)

Neka tačka pri kretanju nailazi na izvestan otpor  $F_w$  koji ima pravac kretanja, ali suprotan smer

$$\mathbf{F} - \mathbf{F}_w = m \cdot \mathbf{a} = m \cdot 0 = 0 \rightarrow \underline{\mathbf{F = F_w}}$$

## ZAKLJUČAK:

Pri jednolikom pravolinijskom kretanju materijalne tačke *ne deluju*  
*nikakve sile, a ako deluju one se uravnotežavaju*

## Jednakoubrzano pravolinijsko kretanje

$$v \neq \text{const.}, \quad a = \text{const.}$$

**SLUČAJ I:** Kretanje **bez otpornih sila**  $F_w$

$$a = \text{const.} \rightarrow F = m \cdot a = \text{const.}$$

**ZAKLJUČAK:** Ovo kretanje izaziva sila stalne veličine, pravca i smeru jednakog pravcu i smeru ubrzanja

**SLUČAJ II:** Kretanje **sa otpornim silama**  $F_w$

$$F - F_w = m \cdot a \rightarrow F = F_w + m \cdot a = \text{const.}$$

**ZAKLJUČAK:** Aktivna sila  $F$  ima stalnu vrednost i služi za savlađivanje otpora  $F_w$  i saopštavanje ubrzanja  $a$



## Jednakosporeno pravolinijsko kretanje

$$v \neq \text{const.}, \quad a = \text{const.}$$

**SLUČAJ I:** Kretanje **bez otpornih sila**  $F_w$

$$a = \text{const.} \rightarrow F = m \cdot a = \text{const.}$$

**ZAKLJUČAK:** Ovo kretanje izaziva sila stalne veličine, pravca i smera usporenja tj. smer suprotan smeru kretanja

**SLUČAJ II:** Kretanje **sa otpornim silama**  $F_w$

$$F + F_w = m \cdot a \rightarrow F = m \cdot a - F_w = \text{const.}$$

**ZAKLJUČAK:** Aktivna sila  $F$  ima stalnu vrednost i ima isti pravac i smer kao sila otpora  $F_w$  tj. obe sile su suprotno usmerene u odnosu na smer kretanja

## Nejednako promenljivo pravolinijsko kretanje

$$F = m \cdot a \neq \text{const.}$$

### **ZAKLJUČAK:**

*Sila  $F$  ima stalan pravac putanje, ali intenzitet i smer se menjaju u zavisnosti od promene ubrzanja tj.usporenja.*

# Zadatak

*Pod dejstvom konstantne sile, telu mase 85 kg, menja se brzina sa 3,0 m/s na 4,0 m/s u toku intervala vremena od 0,50 s. Izračunati ubrzanje tela i silu koja na njega deluje.*

## Specijalni slučajevi pravolinijskog kretanja usled dejstva sile Zemljine teže

- **Slobodan pad u bezvazdušnom prostoru**
- **Vertikalan hitac naniže u bezvazdušnom prostoru**
- **Vertikalan hitac naviše u bezvazdušnom prostoru**
- **Pad u vazdušnom prostoru**

# Hvala na pažnji

