

1.UVOD

Fizika je fudamentalna prirodna nauka koja proučava:

- opšta svojstva i
- zakone kretanja materije.

Opažanje pojava je staro koliko i čovečanstvo. Čovek je spoznao da se na neke od pojava (između kojih inače postoje značajne sličnosti i zakonitosti) može uticati, pa ih čak i podvrgavati svojoj volji.

Materija je u stalnom kretanju, koje se odvija u prostoru i vremenu. Najstarija i osnovna grana fizike je MEHANIKA. Mehanika je svoje ime dobila po Galileju i zasniva se na opažanju, iskustvima, ogledima i na teoriji. Naziv potiče od grčke reči „**mehane**“ što znači mašina, sprava. Sam pojam datira još iz stare Grčke, ali prave temelje mehanika dobija tek u delu Isaka Njutna: *Matematički principi prirodne filozofije*, 1687 godine. Osim temeljnih zakona, Njutn uvodi infinitezimalni račun.

Mehanika je, dakle, prirodna nauka, koja se temelji na opažanju, iskustvu i eksperimentu. To je nauka o opštim zakonima mehaničkih kretanja i ravnoteže materijalnih tela. Radi lakšeg razumevanja, mehanika je podeljena na podoblasti.

Prema agregatnom stanju, materijalnog tela, mehanika se deli na:

- mehaniku čvrstih tela,
- mehaniku tečnih tela ili hidromehaniku i
- mehaniku gasovitih tela ili aeromehaniku.

Mehaniku čvrstih tela delimo na:

- mehaniku krutog tela i
- mehaniku deformabilnog tela.

Mehaniku krutog tela delimo (s obzirom na vrstu proučavanih pojava) na:

- statiku,
- kinematiku i
- dinamiku.

Statika je deo mehanike koja proučava uslove mirovanja tj. ravnoteže materijalnih tela pod dejstvom sila nezavisnih od vremena

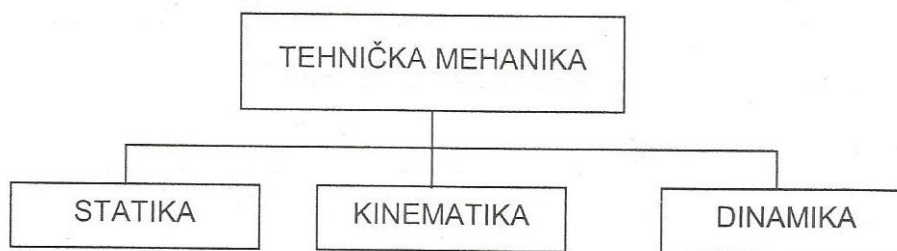
Kinematika proučava kretanje, ne vodeći računa o uzorcima kretanja (ne uzima u obzir masu tela, niti sile koje na njega deluju).

Postoji još jedna podela mehanike, i to na:

- opštu mehaniku i
- tehničku mehaniku.

Opšta mehanika proučava osnovne zakone mehanike, a tehnička mehanika primenu tih opštih zakona i principa na praktične tehničke probleme.

Sama tehnička mehanika se deli na (šema 1):



Šema 1: Podela mehanike

1.1. Osnovni pojmovi u mehanici

U narednim paragrafima će biti obrađeni pojmovi koji se koriste u mehanici.

Prostor je trodimenzionalno geometrijsko područje, koje naravno može imati svoje jednodimenzijske i dvodimenzijske oblike, kao što su pravac i tačka.

Koordinatni sistem: Položaj tela u prostoru se u mehanici određuje prema koordinatama. U mehanici se koristi Dekartov koordinatni sistem – usvojen je konvencijom ili dogovorom. Ako se ovakav koordinatni sistem pričvrsti za Zemlju, može se smatrati nepomičan u prostoru, jer je odstupanje od temeljnih dinamičkih jednačina neuvaživo. Položaj tačke je određen sa tri koordinate.

Vreme je skalarna veličina koja se stalno menja. U mehanici se vreme se smatra univerzalnim tj. ono nepovratno teče na isti način, bez obzira na izbor referentnog koordinatnog sistema.

Masa – koristi se za obeležavanje i upoređivanje tela na temelju osnovnih ogleda u mehanici.

Pod **kretanjem tela** se podrazumeva promena njegovog položaja tokom vremena u odnosu na neko drugo telo.

Njutnovi zakoni:

I zakon: Svako telo ostaje u stanju mirovanja ili jednolikog gibanja po pravcu, sve dok nema sila koja na njega deluju to stanje ne promeni. Ovaj se zakon često naziva **ZAKON INERCIJE**.

II zakon: Ubrzanje je proporcionalno sili koja deluje na telo, a deluje u smeru delovanja sile.

$$\frac{d(mv)}{dt} = F \text{ ili } m \frac{dv}{dt} = ma = F \dots\dots\dots (1.1)$$

III zakon: Akciji je uvek jednaka i suprotno usmerena reakcija. Ovaj se zakon naziva **ZAKON AKCIJE I REAKCIJE**.

Inercija: Svojstvo tela da se suprostavlja promeni položaja.

Čestica: Za opisivanje kretanja tela koristi se neko zamišljeno telo i pojava, koji su modeli prirodnog zbivanja. Kada 1 tački možemo pripisati svojstva kretanja celog tela, tada telo može da se aproksimira tačkom (česticom).

Gravitacija: Sila gravitacije je direktno srazmerna proizvodu masa dva tela, a obrnuto srazmerna kvadratu njihovog rastojanja.

$$F = k \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \dots\dots\dots (1.2)$$

k – gravitaciona konstanta koja iznosi $6.673 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg s^2}$

Sila teže: Ubrzanje Zemljine teže se izračunava $g = \frac{k \cdot m_o}{r^2}$

$m_o = 5,976 \cdot 10^{24} kg$ – masa Zemlje

k – gravitaciona konstanta

$r = 6,371 \cdot 10^6 m$ – poluprečnik Zemlje

$$g = 9,824 \frac{m}{s^2}$$

U većini inženjerskih zadataka i proračuna $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$.

1.2. Dodatni pojmovi u mehanici

Telo – deo materije ograničen ravnim ili krivim površinama.

Slobodno telo – telo koje nije neposredno vezano za druga tela, koje može da zauzme svaki položaj u prostoru.

Čvrsto telo – svako prirodno ili veštačko stvoreno telo koje se pod dejstvom spoljašnjih sila može više ili manje deformisati.

Kruto telo – model za realno telo koje ispunjava uslov zadržavanja nepromenljive forme, pod dejstvom opterećenja. Telo koje ne menja ni oblik ni dimenzije pod dejstvom opterećenja.

Materijalna tačka – tačka sa masom, čije se dimenzije u određenom trenutku mogu zanemariti, smatrajući da je celokupna masa skoncentrisana u samoj toj tački.

Skalari i vektori

Skalarnom veličinom nazivamo onu veličinu koja je u potpunosti određena samo jednim brojnim podatkom. Skalarnе veličine su npr: dužina, masa, površina..

Vektorskom veličinom nazivamo onu veličinu koju potpuno određuju: napadna tačka, brojna vrednost tj. intenzitet, pravac i smer. Vektorske veličine su npr: sila, brzina i ubrzanje. Smer strelice određuje smer vektorske veličine.

1.3 Osnovne veličine i veličine u mehanici

Sve veličine SI delimo na osnovne i izvedene. U tabelama 1 i 2 su prikazane veličine koje se koriste u mehanici.

Tabela 1: Osnovne SI jedinice

Osnovne veličine	Simbol	Jedinica
Dužina	L	metar [<i>m</i>]
Masa	m	kilogram [<i>kg</i>]
Vreme	t	sekund [<i>s</i>]

Tabela 2: Izvedene jedinice SI

Izvedene veličine	Simbol	Jedinica
Brzina	v	m/s
Ubrzanje	a	m/s ²
Sila	F	N=kg·m/s ²
Rad	A	J=N·m
Energija	E	J=N·m
Snaga	P	W=J/s
Pritisak	P	Pa=N/m ²
Frekvencija	F	Hz=1/s

Tabela 3: Prefiksi veličina u Srbiji

Vrednost	Naziv	Oznaka
10 ¹²	tera	T
10 ⁹	giga	G
10 ⁶	mega	M
10 ³	kilo	k
10 ²	hekto	h
10	deka	da
10 ⁻¹	deci	d
10 ⁻²	centi	c
10 ⁻³	mili	m
10 ⁻⁶	mikro	μ
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻¹²	piko	p

2. STATIKA

Statika krutog tela je deo tehničke mehanike koji proučava ravnotežu tela pod dejstvom sila. Stoga, statika:

- određuje uslove koji moraju biti ispunjeni da bi telo bilo u ravnoteži i
- pronalazi i propisuje metode određivanja ravnoteže.

Za tela koja obrađuje statika se kaže da su to tela čija se težina ne može zanemariti i obično se težina zamenjuje jednom silom koja deluje u težištu tela. U nekim slučajevima, ako je težina mnogo manja od ostalih sila, može se zanemariti. Takođe, iako sva tela imaju tri dimenzije, radi pojednostavljenja se uzimaju samo jedna, dve ili tri dimenzije.

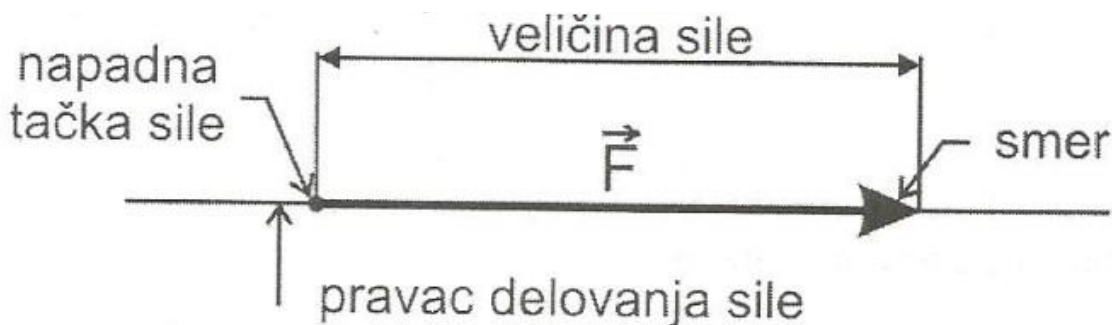
U statici se sva tela tretiraju kao apsolutno kruta (kruti štap, kruta figura, kruto prostorno telo).

Telo je u ravnoteži ako miruje ili se kreće jednolikom brzinom i pravolinijski.

2.1 Pojam sile

Sila je svako delovanje koje nastoji da promeni stanje kretanja nekog tela. U matematičkom smislu, to je VEKTOR! **Svaka sila** je, dakle, potpuno određena (slika 1):

- **svojim pravcem delovanja** (prava linija, duž ograničena strelicom koja određuje smer),
- **veličinom** – brojnomo vrednošću i
- **smerom delovanja** – određuje strelica na pravcu.



Slika 1. Sila kao vektor

U statici, napadna tačka nema nekog značaja – sila može kliziti po pravcu delovanja. Ovo je dozvoljeno i ne utiče na rezultate rešavanja, jer se telo smatra krutim. Sam pojam sile se vezuje za Njutnov II zakon:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad \dots\dots\dots (1.4)$$

Ako Njutnov zakon primenimo na težinu, onda je:

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g} \quad \dots\dots\dots (1.5)$$

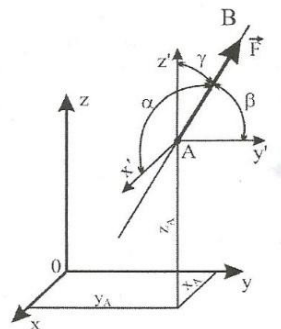
NAPOMENA: masa se meri, težina se izračunava!

Jedinica za silu je **N (Njutn)**. To je izvedena jedinica SI sistema. Po definiciji je Njutn sila koja telo mase 1 kg ubrzava za 1 m/s².

$$[F] = [m] \cdot [a] \Rightarrow N = kg \cdot \frac{m}{s^2} \dots\dots\dots (1.6)$$

2.1.1 Analitičko predstavljanje sile

Za analitičko predstavljanje sile se koristi Dekartov koordinatni sistem desne orijentacije. Analitički se sila određuje sa 6 podataka, od kojih je jedna uvek veličina sile. Razlikujemo nekoliko slučajeva potpunog određivanja sile, a polazimo od opšteg položaja sile u prostoru.



Slika 2. Dekartov desni koordinatni sistem

I slučaj:

Ukoliko su nam poznate koordinate jedne tačke sile i dva od tri ugla (α, β, γ) koje vektor sile zaklapa sa pravcima x', y', z' osa koje su paralelne istoimenim osama koordinatnog sistema Oxyz, treći ugao se određuje iz jednakosti:

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1 \dots\dots\dots (1.7)$$

Aдекватni uglovi se mogu odrediti iz jednakosti:

$$\cos \alpha = \frac{X_A - X_B}{AB} \quad \cos \beta = \frac{Y_A - Y_B}{AB} \quad \cos \gamma = \frac{Z_A - Z_B}{AB} \dots\dots\dots (1.8)$$

Pri tome je rastojanje $\overline{AB}$:

$$\overline{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2 + (Z_B - Z_A)^2} \dots\dots\dots (1.9)$$

Algebarske vrednosti projekcija prostorne sile iznose:

$$F_x = F \cdot \cos \alpha, \quad F_y = F \cdot \cos \beta, \quad F_z = F \cdot \cos \gamma \dots\dots\dots (1.10)$$

II slučaj:

Obrnuti slučaj od projektovanja sile jeste određivanje intenziteta i pravca sile u prostoru ako su poznate projekcije F_x, F_y, F_z . Tada je:

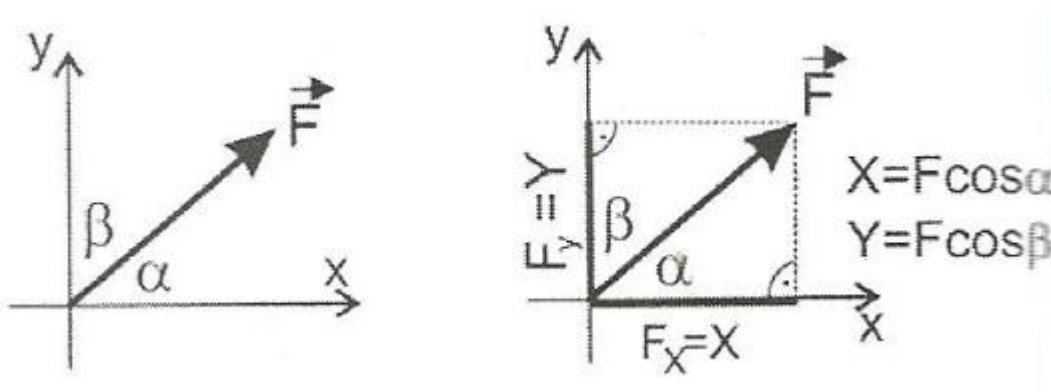
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} \quad (1.11)$$

a sami uglovi se određuju na osnovu kosinusne teoreme:

$$\cos\alpha = \frac{F_x}{F}, \quad \cos\beta = \frac{F_y}{F}, \quad \cos\gamma = \frac{F_z}{F} \quad (1.12)$$

U slučaju da se sila nalazi u ravni, ove relacije su jednostavnije i glase:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}, \quad \cos\alpha = \frac{F_x}{F}, \quad \cos\beta = \frac{F_y}{F} \quad (1.13)$$



Slika 3: Određivanje sile i komponenti sile

2.1.2 Geometrijsko prikazivanje sile

Kod geometrijskog prikazivanja sile se ne vodi računa o koordinatnom sistemu, već samo o međusobnom pravcu delovanja sile i naravno o njihovom smeru. Prikazivanje u razmeri se vrši prema izrazu:

$$u_F = \frac{aN}{1cm} - \text{što znači da 1cm dužine duži na grafiku predstavlja } a \text{ i Njutna.}$$

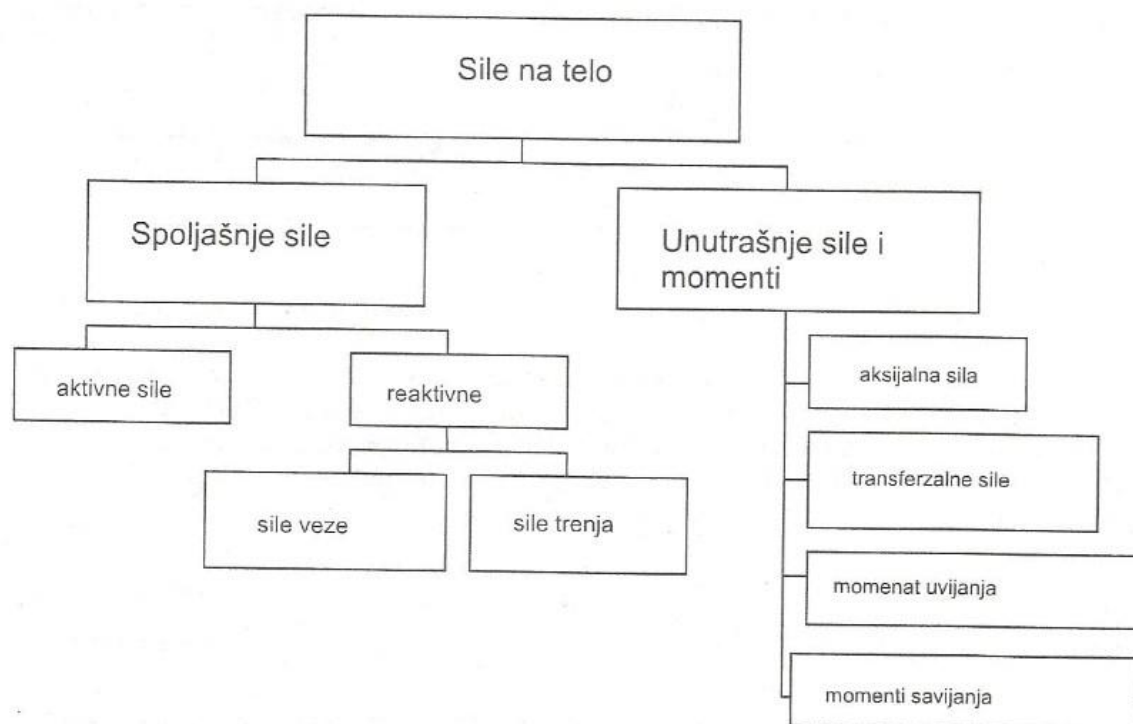
2.1.3 Aktivne i pasivne sile. Spoljašnje i unutrašnje sile.

Aktivne sile su one koje nastoje izazvati kretanje, dok su **pasivne sile** one sile koje ograničavaju kretanje i nazivamo ih reakcijama veze.

Prema mestu delovanja, sile možemo podeliti na 2 grupe:

- sile koje deluju na površini tela - nazivamo ih **spoljašnje sile**
- sile koje deluju po preseku ili zapremini tela - nazivamo ih **unutrašnjim silama**.

Na slici 4 možemo videti uopštenu podelu sila.



Slika 4: Podela sila