



UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU



OSNOVI MAŠINSTVA

- PREZENTACIJA BR. 2 -

Dr Darko Mihajlov, vanr. prof.

SADRŽAJ PREZENTACIJE

- **Mehanika – osnovni pojmovi.**
- **Statika – osnovni pojmovi; Zadaci Statike;**
- **Aksiome Statike.**



OSNOVI MAŠINSTVA

Osnovni pojmovi Mehanike

MEHANIKA - nauka koja se bavi:

1. Izučavanjem **mirovanja** i **mehaničkih kretanja** materijalnih tela;
2. Izučavanjem **mehaničkih dejstava** koja nastaju između materijalnih tela pri njihovom mirovanju ili kretanju.

Osnovni pojmovi Mehanike

- **Materijalno telo** - ograničen prostor ispunjen materijom.
- **Materijalna tačka** - materijalno telo čije se dimenzije u konkretno razmatranim uslovima mogu zanemariti. Smatra se da je celokupna masa tela skoncentrisana u jednoj tački.

Osnovni pojmovi Mehanike

- ➡ **Mehaničko kretanje** - promena položaja jednog materijalnog tela u odnosu na drugo (osnovno) materijalno telo.

Proces koji se odvija u prostoru i vremenu.

Osnovni pojmovi Mehanike

- **Mehaničko uzajamno dejstvo** - uzajamno dejstvo materijalnih tela koje menja ili teži da promeni stanje kretanja ili stanje mirovanja materijalnog tela, ili pak da promeni oblik materijalnog tela.
- **Sila** - veličina koja predstavlja uzrok promene stanja materijalnog tela i meru mehaničkog dejstva između materijalnih tela.

Osnovni pojmovi Mehanike



Isak Njutn (1643 -1727)

"Matematički principi prirodne filozofije" (1687.)

OSNOVI MAŠINSTVA

Osnovni pojmovi Mehanike

1. Njutnov zakon – Zakon inercije:

- Svako telo ostaje u stanju mirovanja ili ravnomernog (jednolikog) pravolinijskog kretanja sve dok pod dejstvom sila ne bude prinuđeno da to svoje stanje promeni.

Zakon definiše postojanje sile.

Osnovni pojmovi Mehanike

2. Njutnov zakon – Zakon sile:

- ➡ Promena kretanja - ubrzanje je proporcionalno sili koja deluje na telo i vrši se u pravcu sile.

Zakon definiše veličinu sile.

Osnovni pojmovi Mehanike

3. Njutnov zakon – Zakon akcije i reakcije:

- Dejstvu (akciji) je uvek jednako protivdejstvo (reakcija), ili

Dejstva dvaju tela jednog na drugo su uvek jednaka, ali suprotnog smera.

Zakon definiše izvor sile.

Osnovni pojmovi Mehanike

Podela Mehanike na discipline **prema svojstvima materije** koja se izučava:

- **Mehanika krutog (nedeformabilnog) tela;**
- **Mehanika čvrstog (deformabilnog) tela;**
- **Mehanika tela promenljive mase;**
- **Mehanika tečnog tela;**
- **Mehanika gasovitog tela.**

OSNOVI MAŠINSTVA

Osnovni pojmovi Mehanike

MEHANIKA KRUTOG TELA proučava mirovanje i kretanje materijalnog sistema čije su pojedine tačke neprekidno (kontinualno) raspoređene po liniji, površi ili u prostoru.

Kruto telo - telo kod koga rastojanje između ma koje njegove dve tačke ostaje nepromenjeno (konstantno) pod dejstvom sila.

Osnovni pojmovi Mehanike

Podela Mehanike krutog tela na discipline prema karakteru problema koji se izučava:



Osnovni pojmovi Mehanike

- ♦ **STATIKA** izučava *mirovanje materijalnih tela* pod dejstvom sila.
- ♦ **KINEMATIKA** izučava *kretanje geometrijskih tela* ne vodeći računa o njihovoj materijalnosti, kao ni o uzrocima koji prouzrokuju ova kretanja.
- ♦ **DINAMIKA** - izučava *kretanje materijalnih tela* pod dejstvom sila.

Osnovni pojmovi Mehanike

MEHANIKA ČVRSTOG TELA izučava deformacije tela pri različitim dejstvima spoljašnjih sila.

OTPORNOST MATERIJALA - posebna naučna oblast Mehanike čvrstog tela koja se bavi izučavanjem malih deformacija homogenog, izotropnog, elastičnog tela pod dejstvom spoljašnjih sila.

OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Osnovni pojmovi -

STATIKA - deo Mehanike koji izučava mirovanje tela i uslove koji treba da budu ispunjeni da bi telo ili sistem tela ostao u stanju mirovanja.

Mirovanje (ravnoteža) tela - stanje tela pri kome telo ne menja položaj u odnosu na neko nepokretno referentno telo.

OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Osnovni pojmovi -

Slobodno telo - telo koje se pod dejstvom sile može pomeriti iz jednog položaja u neki drugi susedni položaj u prostoru.

Telo se u suprotnom slučaju zove **vezano**.

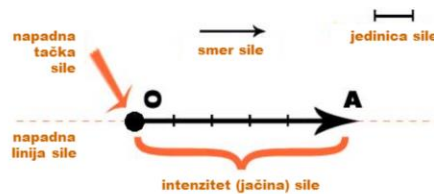
Veze - uslovi (predmeti, tela, stvari) koji ograničavaju slobodu kretanja tela.

STATIKA

- Sila -

Sila - vektor koji je određen:

- intenzitetom (veličinom),
- pravcem (napadnom linijom),
- smerom i
- napadnom tačkom.

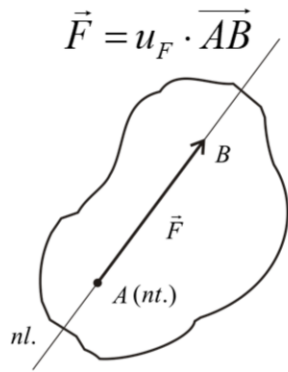


OSNOVI MAŠINSTVA

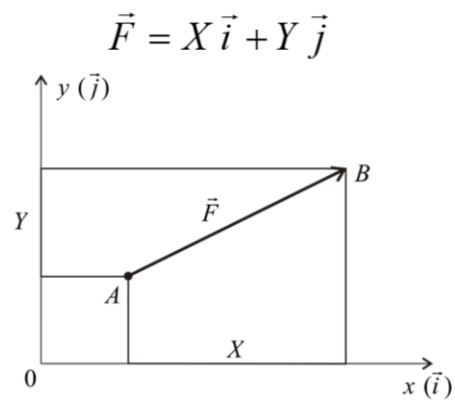
STATIKA

- Predstavlanje sile -

Grafičko predstavlanje sile



Analitičko predstavlanje sile u ravni



OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Vrste sila -

Prema načinu dejstva:

- **Aktivne sile** – prouzrokuju kretanje
(sila Zemljine teže, sila vetra, sila pritiska pare, ...);
- **Pasivne (reaktivne) sile** (sile otpora, otpori) –
suprotstavljaju se kretanju
(otpor vazduha, otpor trenja, ...).

STATIKA

- Vrste sila -

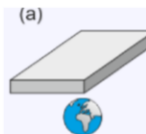
Prema rasporedu (mestu) dejstva:

Prema poreklu:

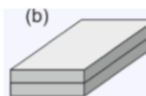
➤ Spoljašnje sile

➤ Unutrašnje sile

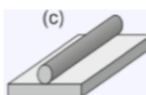
Zapreminske



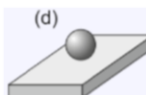
Površinske



Linijske



Tačkaskie



OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Sistem sila -

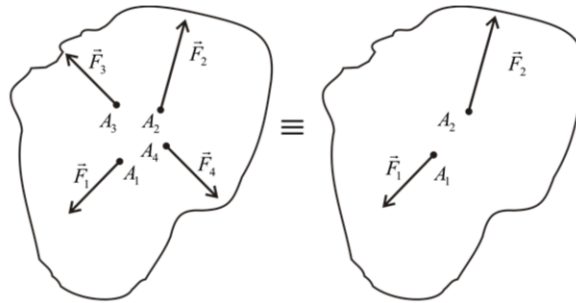
Sistem sila – skup sila koje dejtvuju na telo.

Uravnoteženi sistem sila – sistem sila koji ne remeti stanje slobodnog tela na koje dejstvuje.

STATIKA

- Sistem sila -

Dva sistema sila su ekvivalentna ako se jedan sistem sila koji djeluje na telo može zameniti drugim ne remeteći stanje tela.



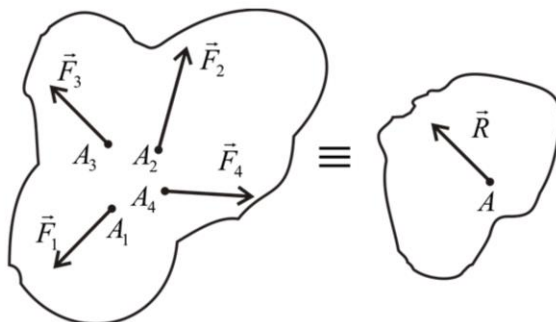
Dva ekvivalentna sistema sila: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4) \equiv (\vec{F}_1, \vec{F}_2)$

OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Rezultanta sistema sila -

Ako je sistem sila ekvivalentan jednoj sili, ta sila predstavlja **rezultantu datog sistema sila**.



Sistem sila ekvivalentan rezultanti: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) \equiv (\vec{R})$

OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Rezultanta sistema sila -

Rezultanta je sila koja je mehanički (statički) ekvivalentna datom sistemu sila.

Rezultanta uravnoteženog sistema sila je jednaka nuli:

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, F_n) \equiv 0$$

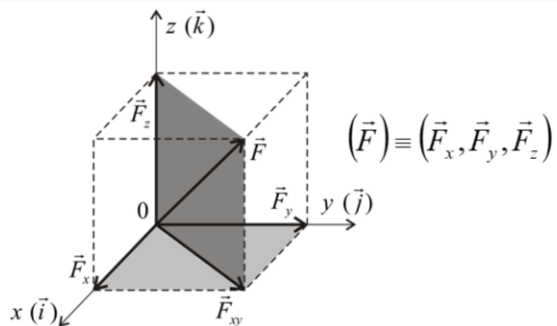
Postupak kojim se određuje rezultanta se naziva **slaganje sila**.

STATIKA

- Razlaganje sile -

Razlaganje sile je postupak kojim se datoj sili nalazi ekvivalentan sistem sila.

Te sile se zovu **komponente sile**.



Razlaganje sile na komponente

OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Prostor izučavanja -

Problemi Statike se u zavisnosti od položaja napadnih linija sila dele u dve grupe:

Statika u ravni

Statika u prostoru

OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Statika u ravni -

Statika u ravni izučava:

- **sisteme sučelnih sila u ravni - sistemi sila u ravni**
čije se napadne linije seku u jednoj tački;
- **proizvoljne sisteme sila u ravni - ako su napadne**
linije svih sila proizvoljno raspoređene u jednoj
ravni.

STATIKA

- Statika u prostoru -

Statika u prostoru izučava:

- **sisteme sučelnih sila prostorno raspoređenih** tako da im se napadne linije seku u jednoj tački;
- **proizvoljne prostorne sisteme sila** - ako su napadne linije svih sila proizvoljno raspoređene u prostoru.

STATIKA

- Osnovni zadaci -

OSNOVNI ZADACI STATIKE

- 1.** Zameniti zadati sistem od n sila ($n = 2, 3, 4, \dots$) jednom silom - rezultantom;
- 2.** Proučiti uslove pod kojima će telo na koje dejstvuje sistem sila da ostane u ravnoteži.

STATIKA

- Aksiome Statike -

- Statika se zasniva na aksiomama.
- **AKSIOME** predstavljaju rezultat uopštavanja mnogobrojnih opažanja i eksperimenata, imaju svoju potvrdu u praksi i usvajaju se bez dokaza.

STATIKA

- Aksiome Statike -

PRVA AKSIOMA – A1

Princip inercije

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

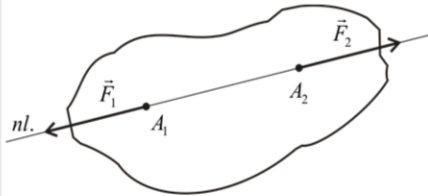
STATIKA

- Aksiome Statike -

DRUGA AKSIOMA – A2

Ravnoteža dveju sila

Slobodno kruto telo se pod dejstvom dveju sila nalazi u ravnoteži, tada i samo tada, ako su te dve sile u ravnoteži, odnosno ako su jednakih intenziteta, suprotnog smera i ako dejstvuju duž iste napadne linije.



$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad \text{ili} \quad (\vec{F}_1, \vec{F}_2) \equiv 0$$

Ravnoteža dveju sila

STATIKA

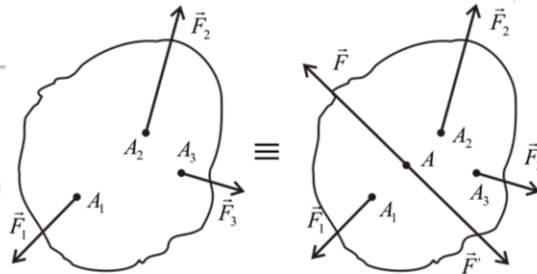
- Aksiome Statike -

TREĆA AKSIOMA – A3

Dodavanje ili uklanjanje uravnoteženog sistema

Svakom telu može da se pridoda ili ukloni bilo koji uravnoteženi sistem sila, a da se pri tome stanje tela ne promeni.

$$(\vec{F}, \vec{F}') \equiv 0 \quad (A2)$$
$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3) \equiv (\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}, \vec{F}')$$



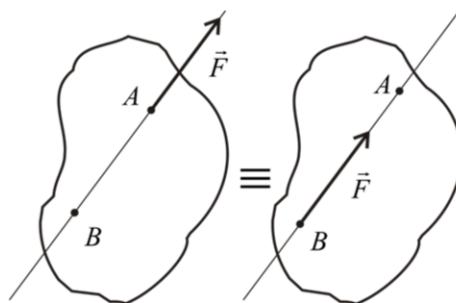
Dodavanje uravnoteženog sistema sila

OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

Teorema o pomeranju sile duž napadne linije

T: Dejstvo sile na telo se ne menja ako se njena napadna tačka pomeri u ma koju drugu tačku koja pripada telu ili je sa njim nepomerljivo spojena, a leži na njenoj napadnoj liniji.



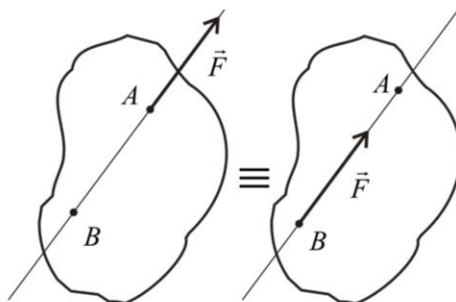
*Pomeranje sile
duž napadne linije*

STATIKA

Teorema o pomeranju sile duž napadne linije

ZAKLJUČAK:

Sila je klizeći vektor koji se može pomerati duž napadne linije.

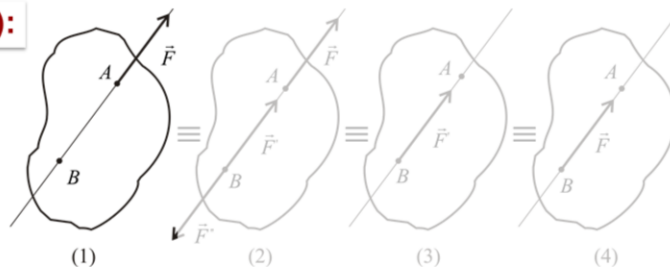


*Pomeranje sile
duž napadne linije*

STATIKA

Teorema o pomeranju sile duž napadne linije

DOKAZ (1/4):



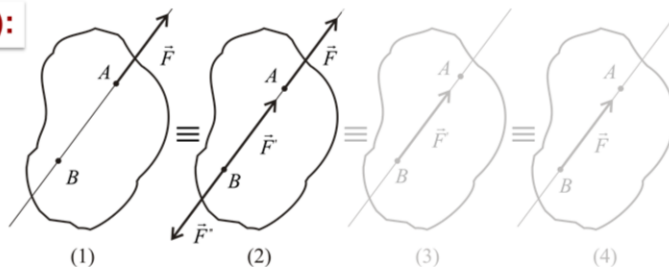
Postupak pomeranja sile iz tačke A u tačku B duž napadne linije

- (1) Sila $\vec{F}$ djeluje u napadnoj tački A;
Bira se ma koja tačka B na napadnoj liniji sile;

STATIKA

Teorema o pomeranju sile duž napadne linije

DOKAZ (2/4):



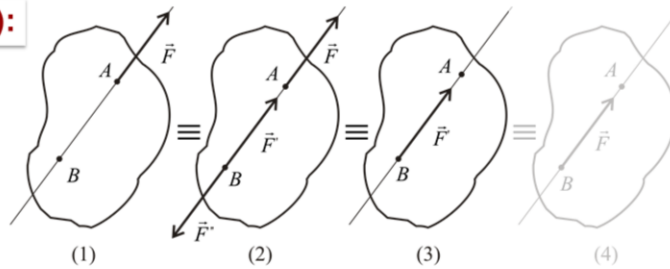
Postupak pomeranja sile iz tačke A u tačku B duž napadne linije

- (2) U tački B se primenom aksiome (A3) doda uravnotežen sistem $(\vec{F}', \vec{F}'') \equiv 0$ po aksiomi (A2), tako da je $\vec{F}' = -\vec{F}'' = \vec{F}$;

STATIKA

Teorema o pomeranju sile duž napadne linije

DOKAZ (3/4):



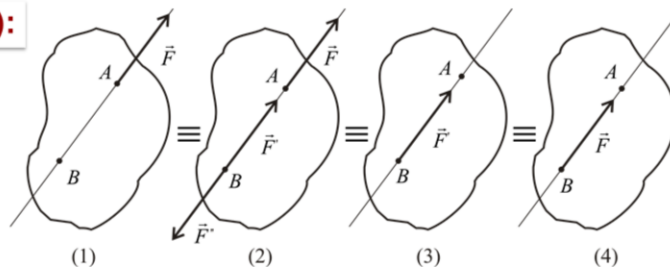
Postupak pomeranja sile iz tačke A u tačku B duž napadne linije

- (3) Po aksiomi (A2) je $(\vec{F}, \vec{F}'') \equiv 0$, a po aksiomi (A3) se dati sistem sile može ukloniti.

STATIKA

Teorema o pomeranju sile duž napadne linije

DOKAZ (4/4):



Postupak pomeranja sile iz tačke A u tačku B duž napadne linije

(4) Tada u napadnoj tački B ostaje sila $\vec{F}' = \vec{F}$.

- Kraj dokaza -

STATIKA

- Aksiome Statike -

ČETVRTA AKSIOMA – A4 (1/2)

Pravilo paralelograma

Rezultanta dveju sila koje napadaju istu tačku i čije napadne linije zaklapaju određeni ugao, određena je po veličini (intenzitetu), pravcu i smeru dijagonalom paralelograma čije su stranice date sile.

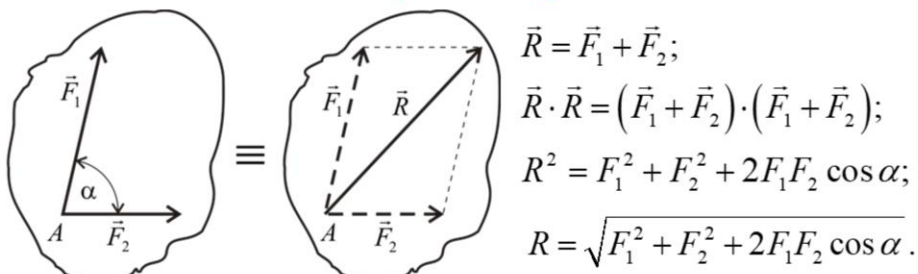
OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Aksiome Statike -

ČETVRTA AKSIOMA – A4 (2/2)

Pravilo paralelograma



Slaganje dveju sila koje napadaju istu tačku

Telo bi se pod dejstvom sila $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$ kretalo slobodno translatorno u pravcu i smeru njihove rezultante.

OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Aksiome Statike -

PETA AKSIOMA – A5 (1/4)

Sile veza

Svako vezano telo se može smatrati slobodnim ako se veze uklone i njihovo dejstvo zameni odgovarajućim silama koje se nazivaju sile veza ili reakcije.

Smer reakcije je suprotan smeru u kome veza ne dopušta pomeranje posmatranog tela.

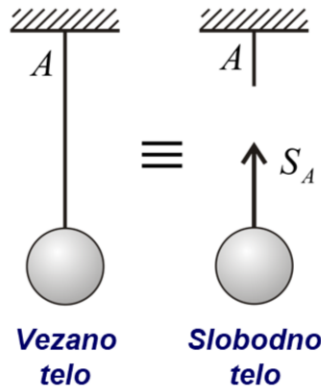
STATIKA

- Aksiome Statike -

PETA AKSIOMA – A5 (2/4)

Sile veza

Veza – gipko nerastegljivo telo



OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

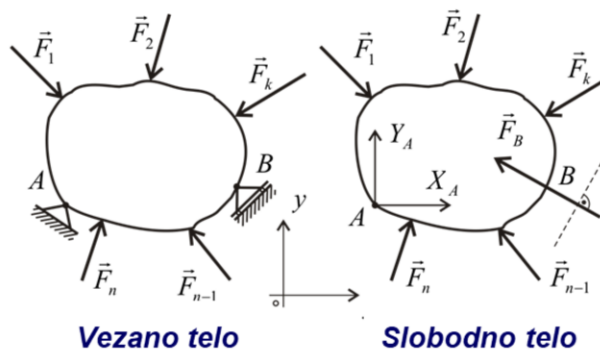
- Aksiome Statike -

PETA AKSIOMA – A5 (3/4)

Sile veza

Veza A – zglob / nepokretni oslonac

Veza B – glatka površ / pokretni oslonac



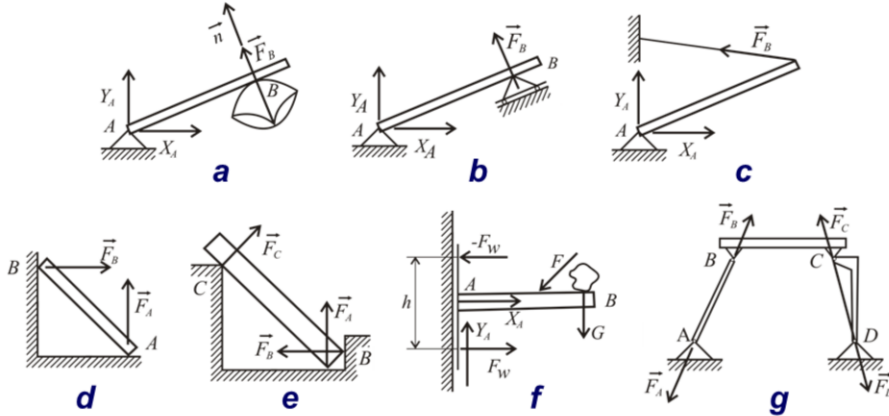
OSNOVI MAŠINSTVA

STATIKA

- Aksiome Statike -

PETA AKSIOMA – A5 (4/4)

Sile veza



Primeri veza

OSNOVI MAŠINSTVA

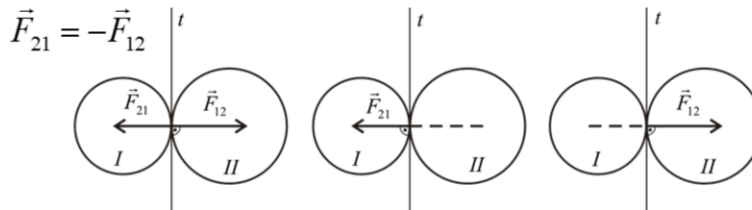
STATIKA

- Aksiome Statike -

ŠESTA AKSIOMA – A6

Princip jednakosti akcije i reakcije

Akciji (dejstvu) uvek odgovara suprotna reakcija (protivdejstvo), ili, dejstva dva tela jedno na drugo su uvek jednaka i suprotnog smera.



Sile akcije (dejstva) i reakcije (protivdejstva) u kontaktu dva tela

OSNOVI MAŠINSTVA

Kontrolna pitanja 2

1. Šta je kruto telo, čvrsto telo, slobodno telo, vezano telo?
2. Šta je sila? Na koje se načine sila može predstaviti?
3. Koje su vrste sila?
4. Šta je sistem sila?
5. Kada su dva sistema sila ekvivalentna?
6. Šta predstavlja ravnoteža tela?
7. Šta predstavlja rezultanta sila?
8. Koji su osnovni zadaci Statike?
9. O čemu govore aksiome Statike?
10. Šta se zaključuje pomeranjem sile duž napadne linije?

