

VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA  
strukovnih studija, Kragujevac



## Otpornost materijala

---

Osnovni pojmovi, spoljašnje i  
unutrašnje sile, definicije napona i  
deformacije, vrste naprezanja

Otpornost materijala



## Osnovni pojmovi

---

### ■ Kruto telo

Rastojanje ma koje 2 tačke je stalno,  
ne menja se,  
telo se ne deformiše  
predmet proučavanja mehanike

### ■ Čvrsto telo

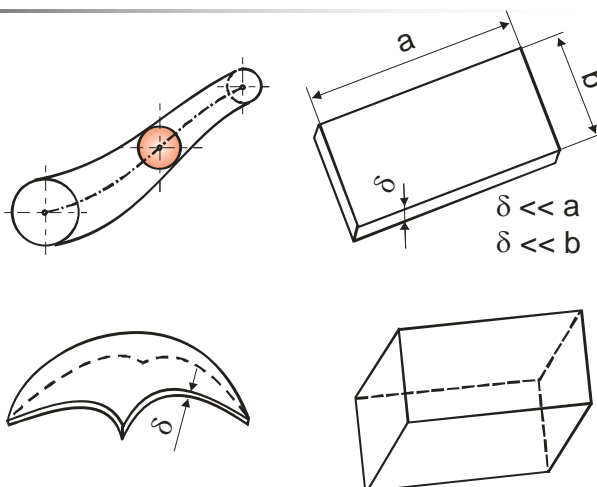
Rastojanje ma koje 2 tačke se menja pod dejstvom sila,  
realna tela koja mogu da se deformišu  
menjaju svoj oblik i veličinu

PREDMET IZUČAVANJA OTPORNOSTI MATERIJALA

## Otpornost materijala

## Predmet izučavanja otpornosti materijala - vrste čvrstih tela

- Štap
- Ploča
- Ljuska
- Masiv



## Otpornost materijala

## Štap

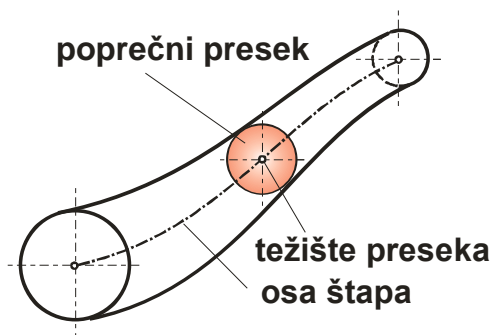
- Telo čija je dužina znatno veća od njegovih dimenzija poprečnog preseka

## Prema obliku

- Prav ili
- Kriv

## Prema poprečnom preseku

- Pun (masivan)
- Tankozidni sa otvorenim ili zatvorenim profilom





## Zadatak otpornosti materijala

- Proračun čvrstoće

Određivanje dimenzija elemenata, zavisno od odabranog materijala,

koji isključuju mogućnost loma

- Proračun krutosti (deformabilnosti)

Dimenzije koje obezbeđuju deformacije u određenim granicama

Određivanje deformacija tog elementa pod opterećenjem

- Proračun stabilnosti

Da element pod opterećenjem zadrži prvobitni oblik u eksploataciji i ne izgubi stabilnu ravnotežu



## Osnovne pretpostavke otpornosti materijala

- Neprekidnost materijala
- Homogenost materijala
- Izotropnost materijala (u svim pravcima)
- Elastičnost materijala



## Podela sila koje deluju

---

- Spoljašnje
- Unutrašnje



## Osnovne pretpostavke otpornosti materijala

---

- Pretpostavka o linearnoj zavisnosti napona i deformacija (Hukov zakon)
- Princip početnih dimenzija (deformacije su male)
- Princip nezavisnosti dejstva sile (superpozicije)
- Princip Sen-Venana

## Spoljašnje sile se dele:

- Aktivne
- Reaktivne

### Po mestu delovanja

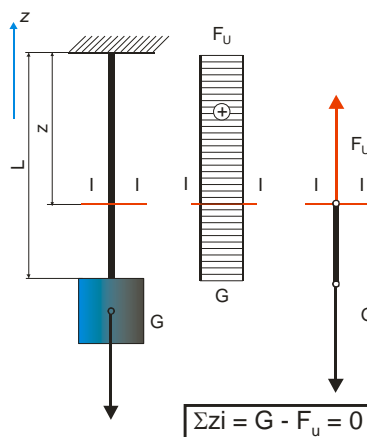
- zapreminske
- površinske
- linijske
- koncentrisane

### Po karakteru dejstva

- statičke
- dinamičke
- udarne

## Spoljašnje i unutrašnje sile

- Telo je u ravnoteži kada na njega deluju dve sile jednakih veličina, kolinearne i suprotnih smerova
- Prema zakonu akcije i reakcije: Usled dejstva tereta, **spoljašnjih sile**, pojaviće se sile koje se odupiru dejstvu spoljašnjih sile - **unutrašnje sile**





## Naprezanja, naponi i deformacije

---

- Kada čvrsto telo napadaju spoljašnje sile kažemo da je **NAPREGNUTO** ili u stanju naprezanja
- Pod uticajem spoljnih sila telo donekle menja svoj oblik i zapreminu  
**DEFORMIŠE SE**



## Osnovne vrste naprezanja:

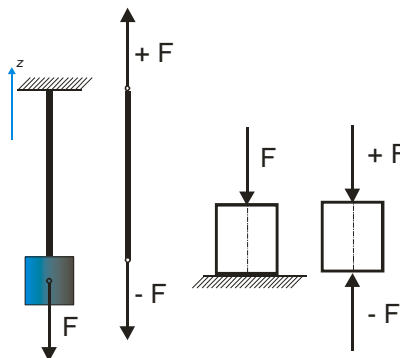
---

- Aksijalno naprezanje
- Smicanje
- Uvijanje
- Savijanje
- Izvijanje

## Aksijalno naprezanje

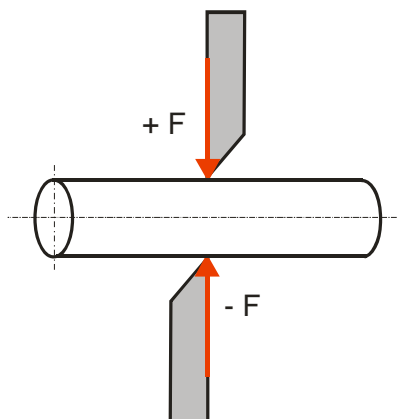
- Zatezanje
- Pritisak

Aksijalno naprezanje izazivaju sile kolinearne sa osom štapa ili više sila čija je rezultanta u pravcu ose štapa



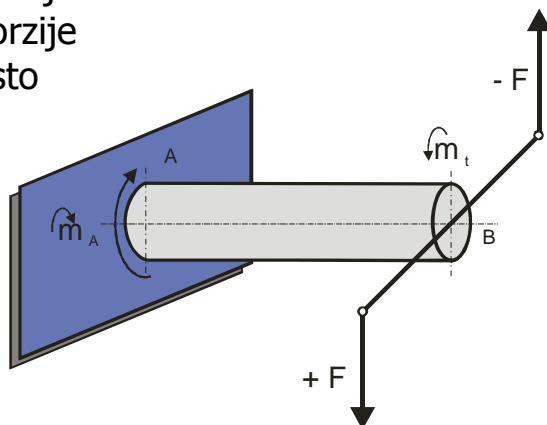
## Smicanje

- Ako deluju samo transferzalne (poprečne) sile, naprezanje je čisto smicanje



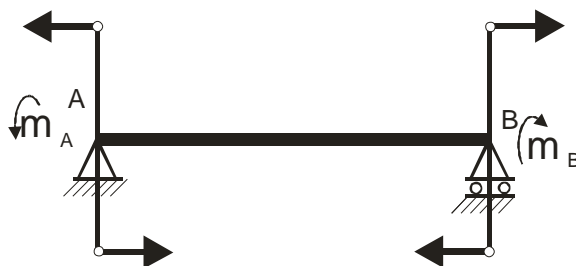
## Uvijanje - torzija

- Ako u preseku deluje samo moment torzije naprezanje je čisto uvijanje - torzija



## Savijanje

- Ako u preseku deluje samo moment savijanja naprezanje je čisto savijanje





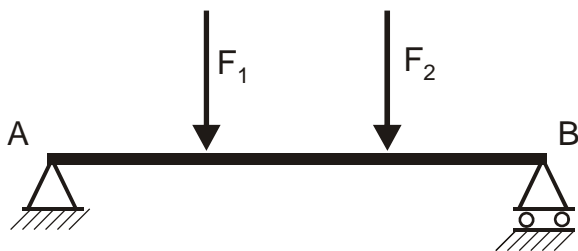
## Izvijanje



- Ako je štap napregnut aksijalnim silama a poprečni presek štapa mali u odnosu na dužinu štapa (vitki štapovi) nastaje slučaj izvijanja vlakana, jer vlakna prelaze u krive linije

## Savijanje proste grede silama

- Savijanje i smicanje  
Postojanje momenta savijanja izaziva savijanje  
Postojanje transverzalne sile - izaziva smicanje



## Savijanje konzole silom

- Savijanje i smicanje

Postojanje momenta savijanja  
izaziva savijanje

Postojanje transverzalne sile - izaziva  
smicanje



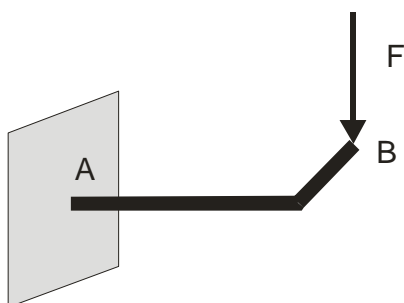
## Uvijanje konzole silom na kraku

- Savijanje, uvijanje i smicanje

Postojanje momenta  
uvijanja izaziva uvijanje

Postojanje momenta  
savijanja izaziva savijanje

Postojanje transverzalne  
sile - izaziva smicanje

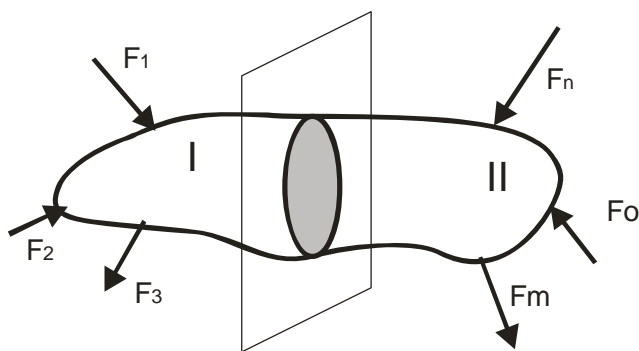


## Unutrašnje sile. Metoda preseka

- Preseći telo zamišljenom ravni na mestu gde treba odrediti unutrašnje sile
- Odbaciti jedan deo
- Dejstvo odbačenog dela zameniti silama
- Postaviti statičke jednačine ravnoteže
- Odrediti unutrašnje sile, komponente glavnog vektora i glavnog momenta

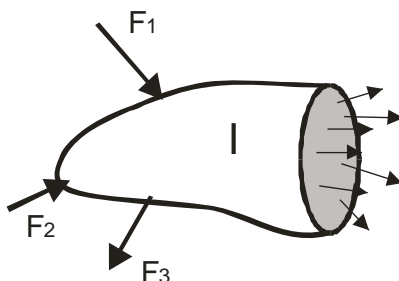
## Unutrašnje sile. Metoda preseka

- Preseći telo zamišljenom ravni na mestu gde treba odrediti unutrašnje sile



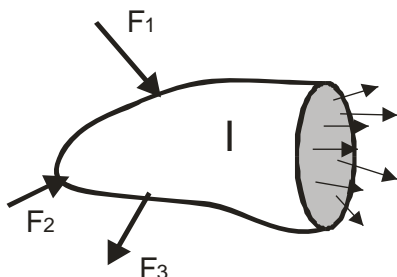
## Unutrašnje sile. Metoda preseka

- Odbaciti jedan deo
- Dejstvo odbačenog dela zameniti silama



## Unutrašnje sile. Metoda preseka

- Postaviti statičke jednačine ravnoteže
- Odrediti unutrašnje sile, komponente glavnog vektora i glavnog momenta



$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma M_x = 0$$

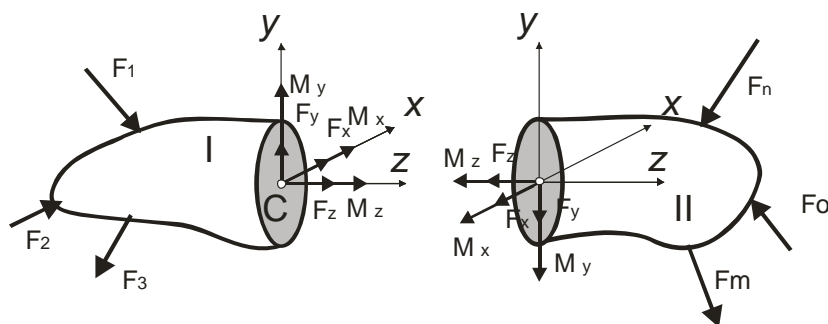
$$\Sigma M_y = 0$$

$$\Sigma M_z = 0$$

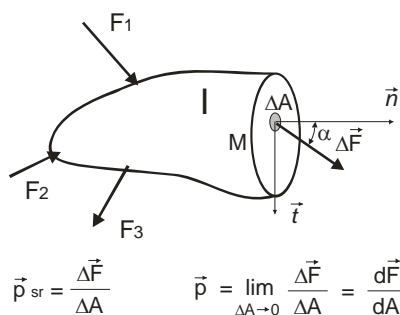
$$\vec{F}_R$$

$$\vec{M}_R$$

## Unutrašnje sile. Metoda preseka



## Naponi, sile u preseku

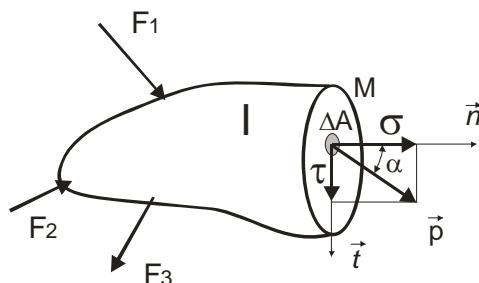


- Odnos unutrašnje sile i površine na koju ona deluje, mera intenziteta sile, je **srednji napon  $p_{sr}$**
- Ukupan napon  $p$  je vektor kolinearan je sa vektorom sile  $F$

## Napon

- Odnos unutrašnje sile  $\Delta F$  koja deluje na površinu  $\Delta A$  preseka opterećenog tela, ako veličina ove površine teži ka nekoj graničnoj vrednosti - ako ovu površinu smanjujemo do beskonačno malih dimenzija, sužavajući njenu konturu oko tačke M.
- Granična vrednost ovog odnosa, koju definiše intenzitet unutrašnjih sila koje deluju na datu površinu u posmatranoj tački M, zove se **NAPON**.

## Naponi, normalni i tangencijalni



$$p = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$$

- Normalni napon  $\sigma$  (sigma) - izduženje ili skraćenje
- Tangencijalni napon  $\tau$  (tau)



## Rezime

---

- Kruto telo – mehanika; ČVRSTO telo – otpornost materijala
- Proračun krutosti, čvrstoće i stabilnosti
- Spoljašnje sile – unutrašnje sile
- Vrste naprezanja:
  - Aksijalno naprezanje
  - Smicanje, uvijanje, savijanje i izvijanje
  - Savijanje grede silama, savijanje konzole silom
- Napon - vrednost kojom se definiše dejstvo unutrašnjih sila na elementarnoj površini
- Normalni napon
- Tangencijalni napon