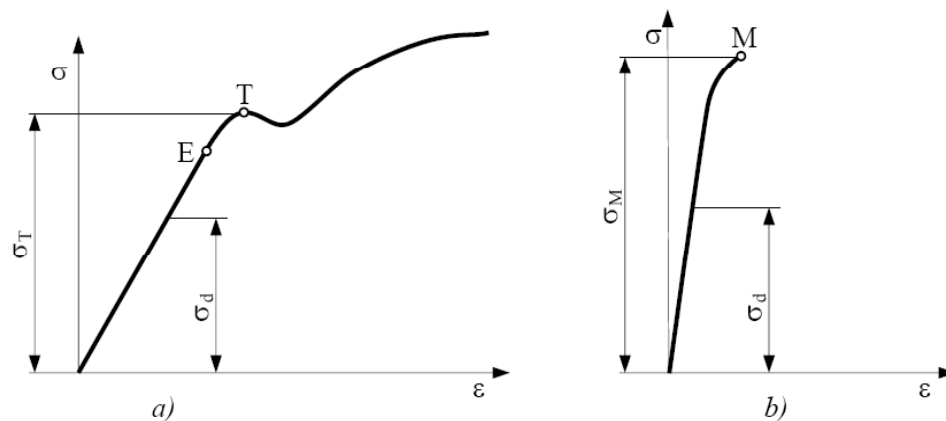


## Hipoteze o razaranju materijala (teorije loma) \*

---

Granica napona koja definiše slom materijala:

- Duktilni/žilavi materijali – početak tečenja materijala
- Krti materijali – čvrstoća materijala



- Jednostavno za jednostavna opterećenja; za kompleksna opterećenja koriste se teorije o razaranju
- Nijedna teorija se ne može primijeniti na sve materijale niti na isti materijal pod različitim uslovima (temperatura, brzina deformacije, ..)
- Prvo se odrede normalni i tangencijalni naponi tamo gdje su najveći, pa se odrede glavni naponi, a onda odredi ekvivalentni napon zavisno od teorije koja se primjenjuje!!!

\*JM Gere, BJ Goodno, *Mechanics of Materials*, Cengage Learning, Seventh Edition, 2009.

\*Grupa autora, *Elastostatika II*, Tehnički fakultet, Bihać, 2003

## Hipoteze o razaranju materijala (teorije loma) \*

### Duktilni materijali

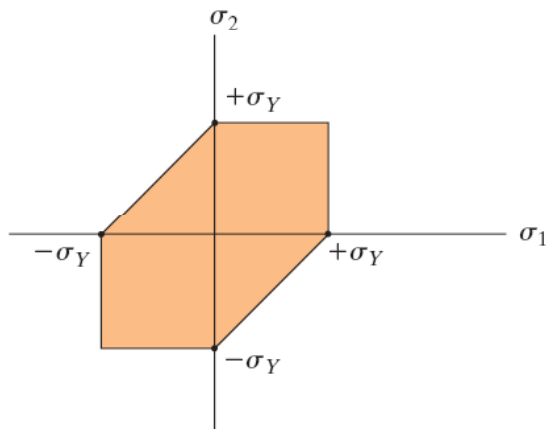
#### Teorija (hipoteza) maksimalnog tangencijalnog napona (Tresca)

$$\tau_{\max} = \frac{R_{eH}}{2} \quad R_{eH} \text{ se uzima iz testa na zatezanje}$$

$$|\sigma_1| = R_{eH} \quad \text{Kada } \sigma_1 \text{ i } \sigma_2 \text{ imaju isti znak}$$

$$|\sigma_2| = R_{eH}$$

$$|\sigma_1 - \sigma_2| = R_{eH} \quad \text{Kada su } \sigma_1 \text{ i } \sigma_2 \text{ različitog znaka}$$



Lüderove linije pri ispitivanju čelika

## Hipoteze o razaranju materijala (teorije loma) \*

### Duktilni materijali

*Teorija (hipoteza) najvećeg specifičnog deformacionog rada (Huber, von Mises, Hencky)*

$$U = \frac{1}{2} \sigma \varepsilon = \frac{1}{2} \sigma_1 \varepsilon_1 + \frac{1}{2} \sigma_2 \varepsilon_2 + \frac{1}{2} \sigma_3 \varepsilon_3$$

$$U = \frac{1}{2E} \left[ \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\nu (\sigma_1 \sigma_2 + \sigma_1 \sigma_3 + \sigma_2 \sigma_3) \right]$$

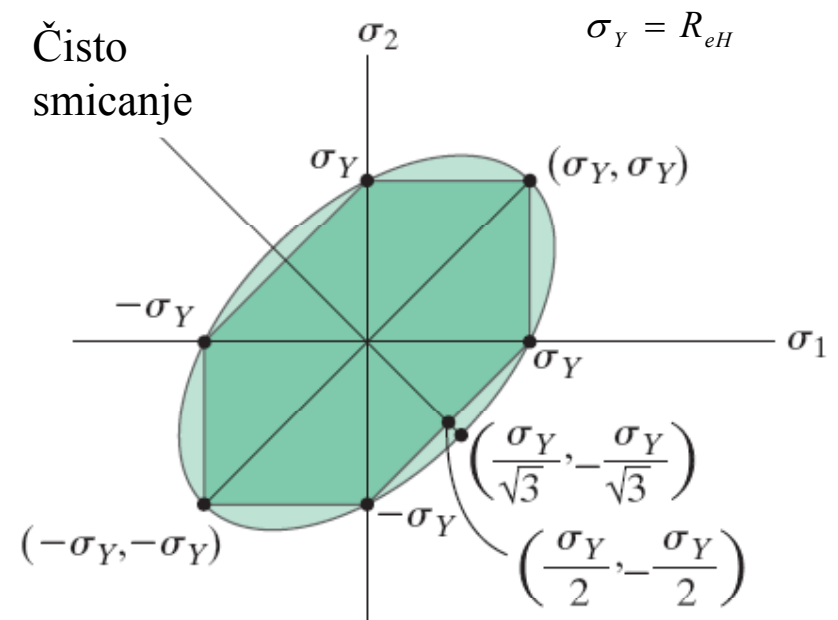
$$U_d = \frac{1+\nu}{6E} \left[ (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 \right]$$

*Test na zatezanje*

$$U_d = \frac{1+\nu}{3E} R_{eH}^2$$

*Biaksijalno opterećenje*

$$\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2 = R_{eH}^2$$



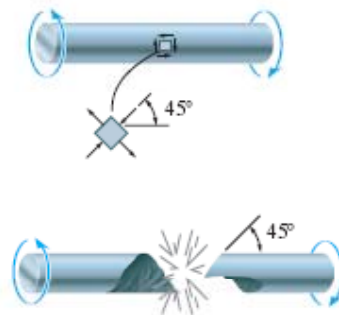
# Hipoteze o razaranju materijala (teorije loma) \*

## Krti materijali

### Teorija (hipoteza) najvećeg normalnog napona (Rankine)

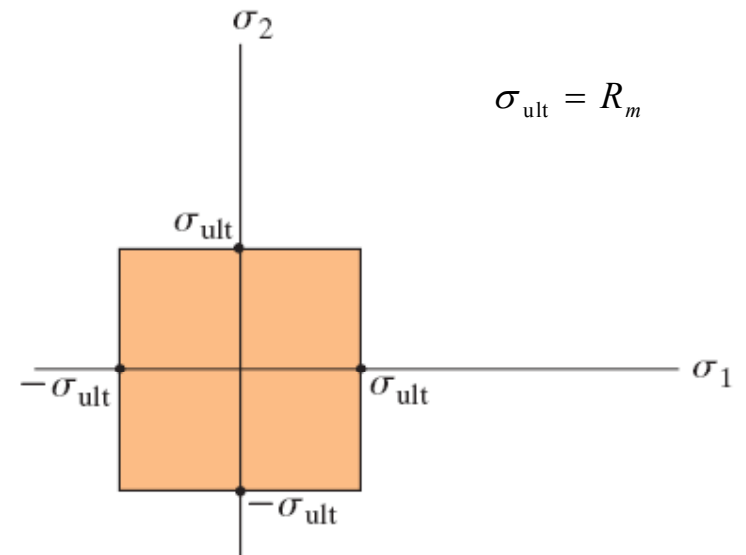


Test na zatezanje



Test na uvijanje

$$|\sigma_1| = R_m$$
$$|\sigma_2| = R_m$$

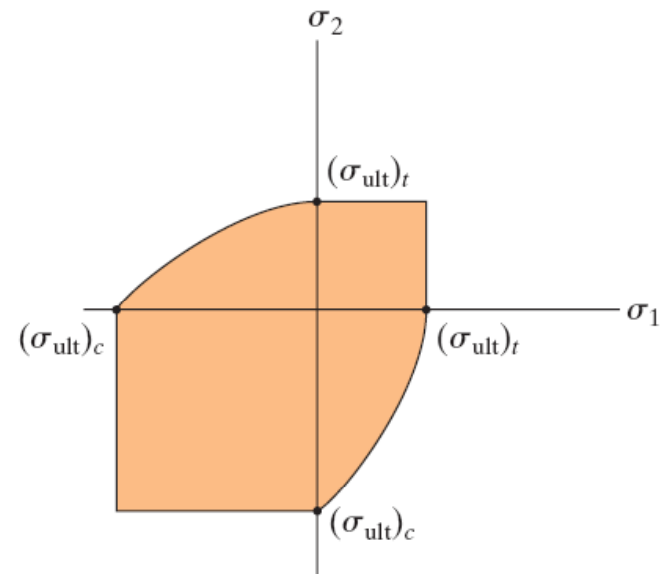
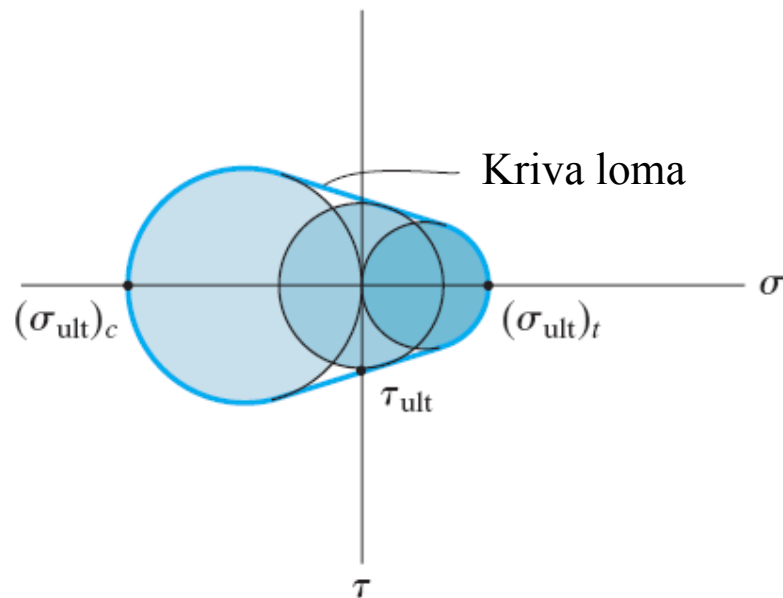


## Hipoteze o razaranju materijala (teorije loma) \*

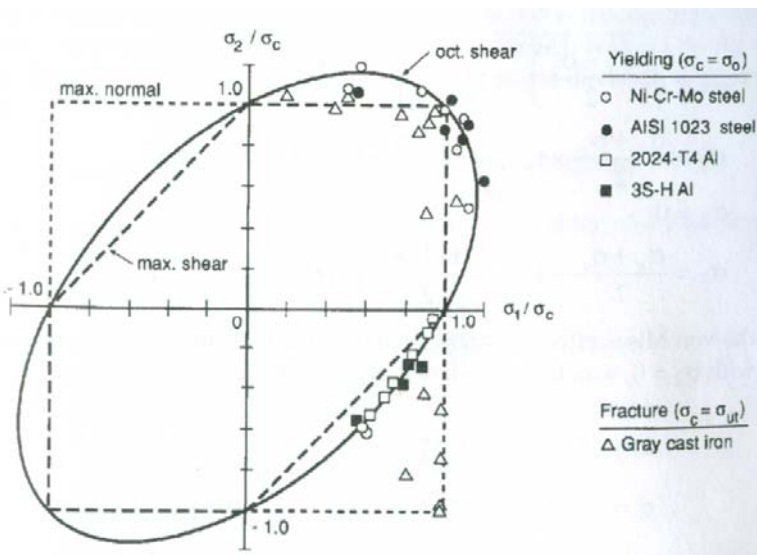
### Krti materijali

#### Mohr-ov kriterij (hipoteza)

- Za materijala s različitim osobinama na zatezanje i pritisak
- Neophodno uraditi tri testa (jednoosno zatezanje, jednoosni pritisak, test na uvijanje)



## Hipoteze o razaranju materijala (teorije loma) \*

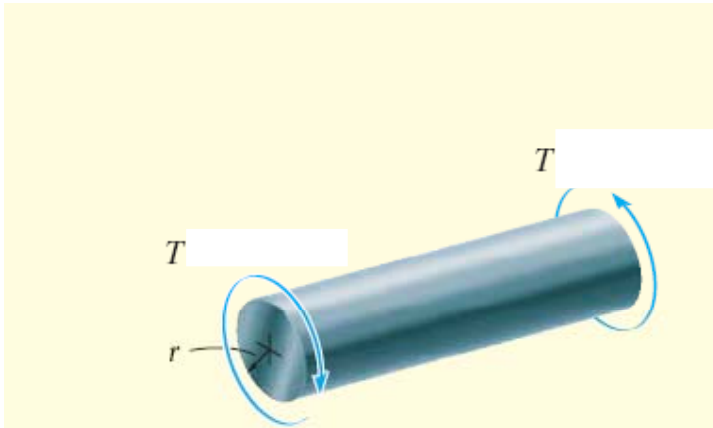


- **Otkaz duktilnih** (žilavih) materijala određen je tečenjem materijala (granica tečenja) – definiše se klizanjem između kristala koji čine materijal, a koje se dešava usljed **tangencijalnih** napona, a teorija maksimalnog tangencijalnog napona se zasniva na ovoj ideji
- **Otkaz krutih** materijala određen je lomom materijala (čvrstoća) – dešava se samo usljed maksimalnih normalnih zateznih napona, a ne pritisnih, pa se koristi teorija **najvećih normalnih napona** (ukoliko je dijagram napon-deformacija isti za zatezanje i pritisak). Ukoliko materijal ima različite dijagrame napon-deformacija, koristi se **Mohr-ova** teorija. Ipak, zbog nesavršenosti materijala, teško je predvidjeti lom krutih materijala, pa se rezultati moraju uzeti s oprezom!

## Hipoteze o razaranju materijala (teorije loma)

---

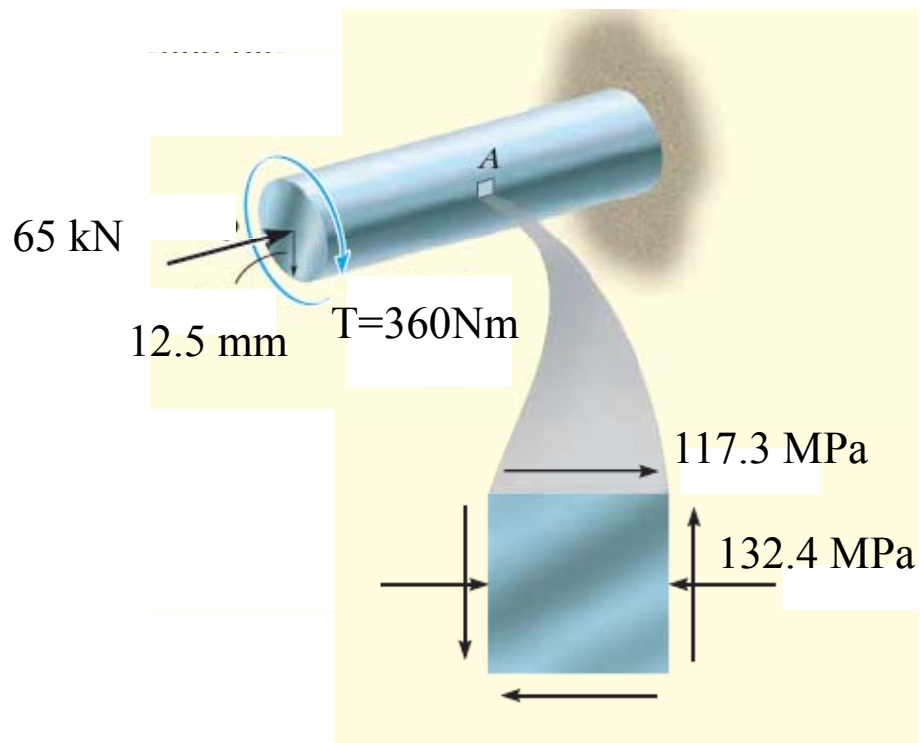
**Primjer 8.1: Puno vratilo od sivog liva izloženo je momentu uvijanja od 550 Nm. Odrediti najmanji poluprečnik pri kojem vratilo neće otkazati. Epruveta sivog liva izložena zatezanju ima zateznu čvrstoću od 140MPa.**



## Hipoteze o razaranju materijala (teorije loma)

---

**Primjer 8.2:** Puno vratilo izrađeno od čelika s granicom tečenja  $R_{eH} = 250$  MPa ima poluprečnik 12.5mm. Odrediti da li će vratilo otkazati koristeći hipoteze sloma za duktilne materijale, ukoliko je izloženo aksijalnoj sili od 65kN i momentu uvijanja od 360 Nm.





---

**S R E T N O !!!**