Física dos Materiais – 4300502

1º Semestre de 2016

Instituto de Física
Universidade de São Paulo

Professor: **Luiz C. C. M. Nagamine**
E-mail: **nagamine@if.usp.br**
Fone: **3091.6877**
homepage: **http://disciplinas.stoa.usp.br/course/view.php?id=10070**

Propriedades Mecânicas dos Metais

Anelasticidade

Para a maioria dos materiais, existe uma componente da deformação elástica que é dependente do tempo.

Após a liberação da carga, há a necessidade de um tempo finito para a sua recuperação completa.

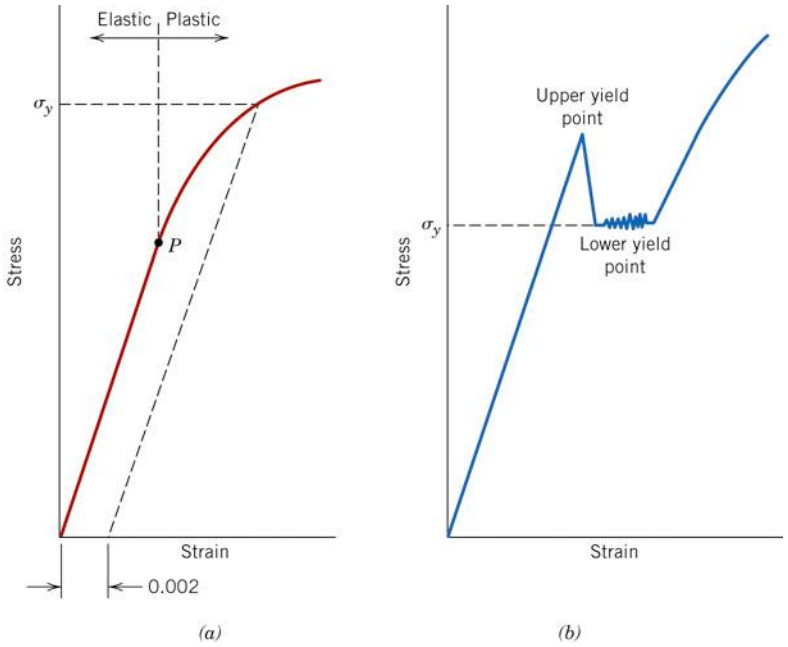
Para os metais, a componente anelástica é em geral muito pequena (desprezível), porém para polímeros, a sua magnitude é significativa (componente visco-elástica).

Propriedades Mecânicas dos Metais

Deformação Plástica

Para a maioria dos metais, o regime elástico persiste até deformações de ~0,5%.

A partir deste ponto as ligações químicas começam a se alterar (quebras e formação de novas ligações). Os átomos não retornam as suas posições iniciais.



Para materiais não lineares, σ_e é obtido para um deformação de 0,5% (0,005).

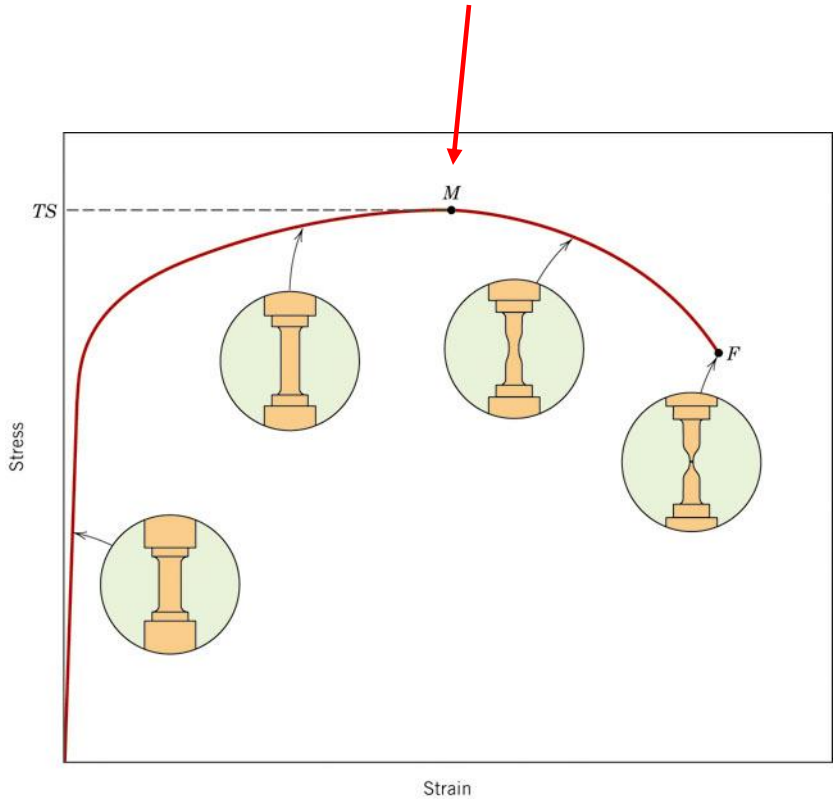
Limite de proporcionalidade P

Limite de escoamento σ_e

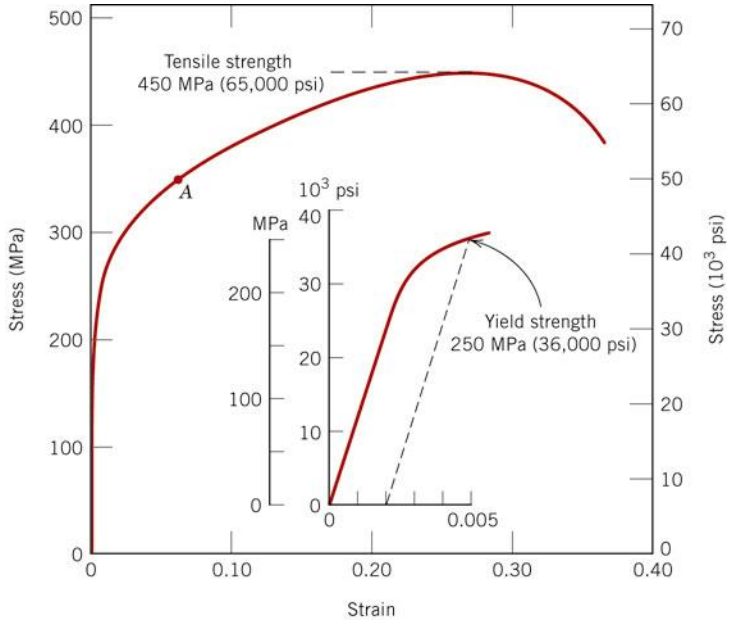
Propriedades Mecânicas dos Metais

Deformação Plástica

Limite de Resistência à Tração (LRT)

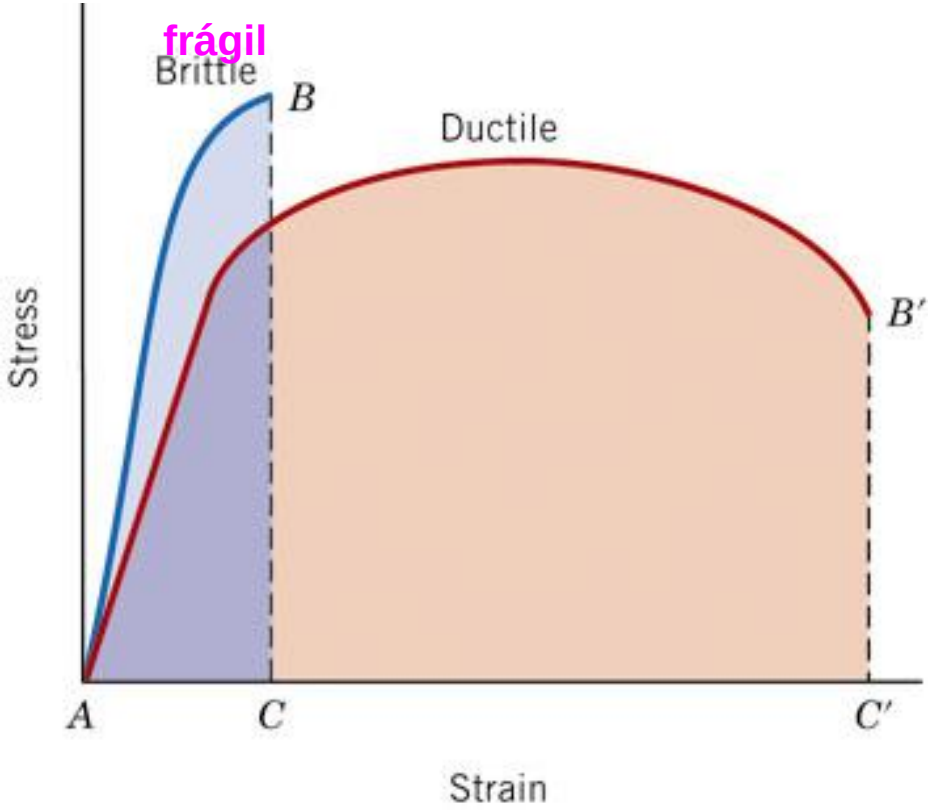


latão



Propriedades Mecânicas dos Metais

Dutilidade



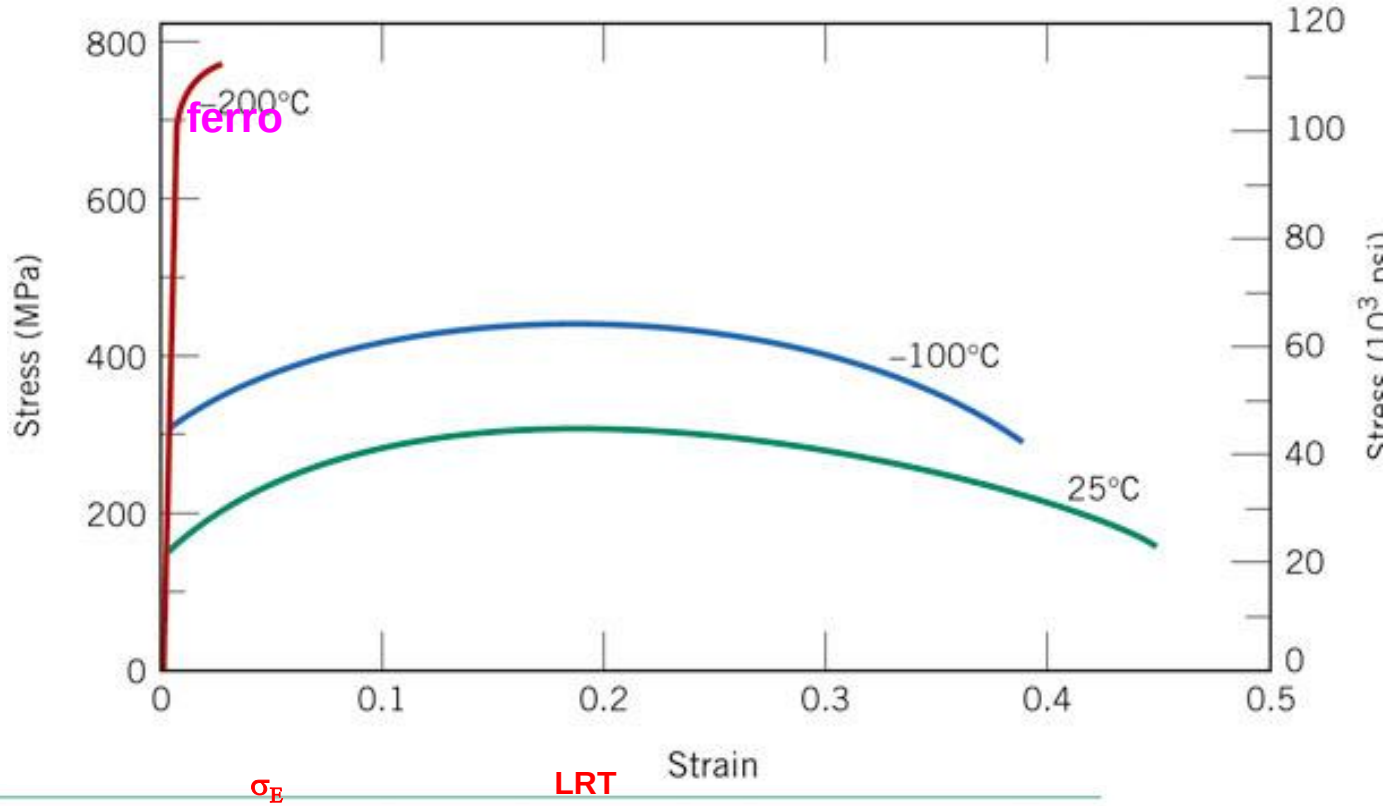
A dutilidade pode ser definida como o alongamento percentual na fratura (AL%)

$$AL\% = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) \times 100$$

A redução porcentual da área é definida como:

$$\%RA = \left(\frac{A_0 - A_f}{A_0} \right) \times 100$$

Limite de escoamento

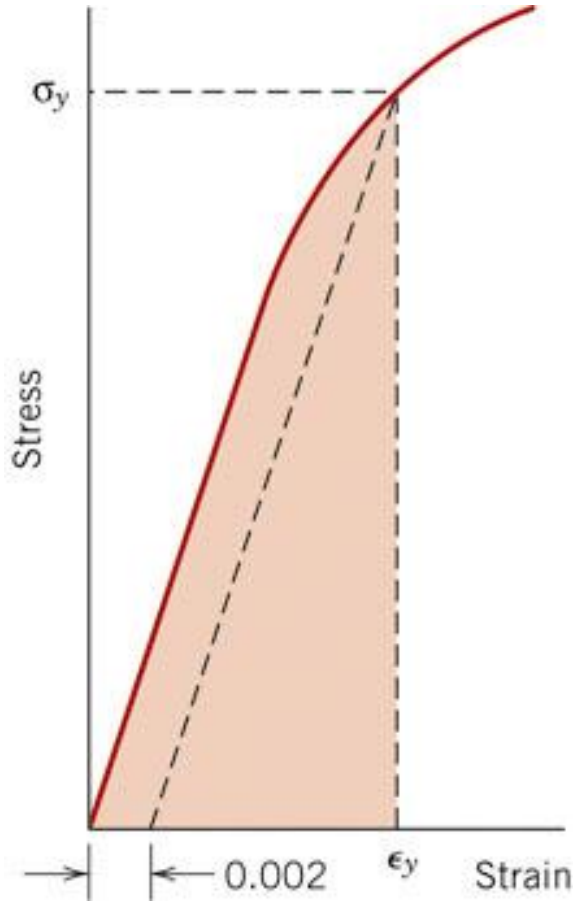


Metal Alloy	*Yield Strength MPa (ksi)*	*Tensile Strength MPa (ksi)*	*Ductility, %EL [in 50 mm (2 in.)]*
Aluminum	35 (5)	90 (13)	40
Copper	69 (10)	200 (29)	45
Brass (70Cu–30Zn)	75 (11)	300 (44)	68
Iron	130 (19)	262 (38)	45
Nickel	138 (20)	480 (70)	40
Steel (1020)	180 (26)	380 (55)	25
Titanium	450 (65)	520 (75)	25
Molybdenum	565 (82)	655 (95)	35

σ_E LRT

Propriedades Mecânicas dos Metais

Resiliência



A resiliência é a capacidade do material absorver energia quando deformado.

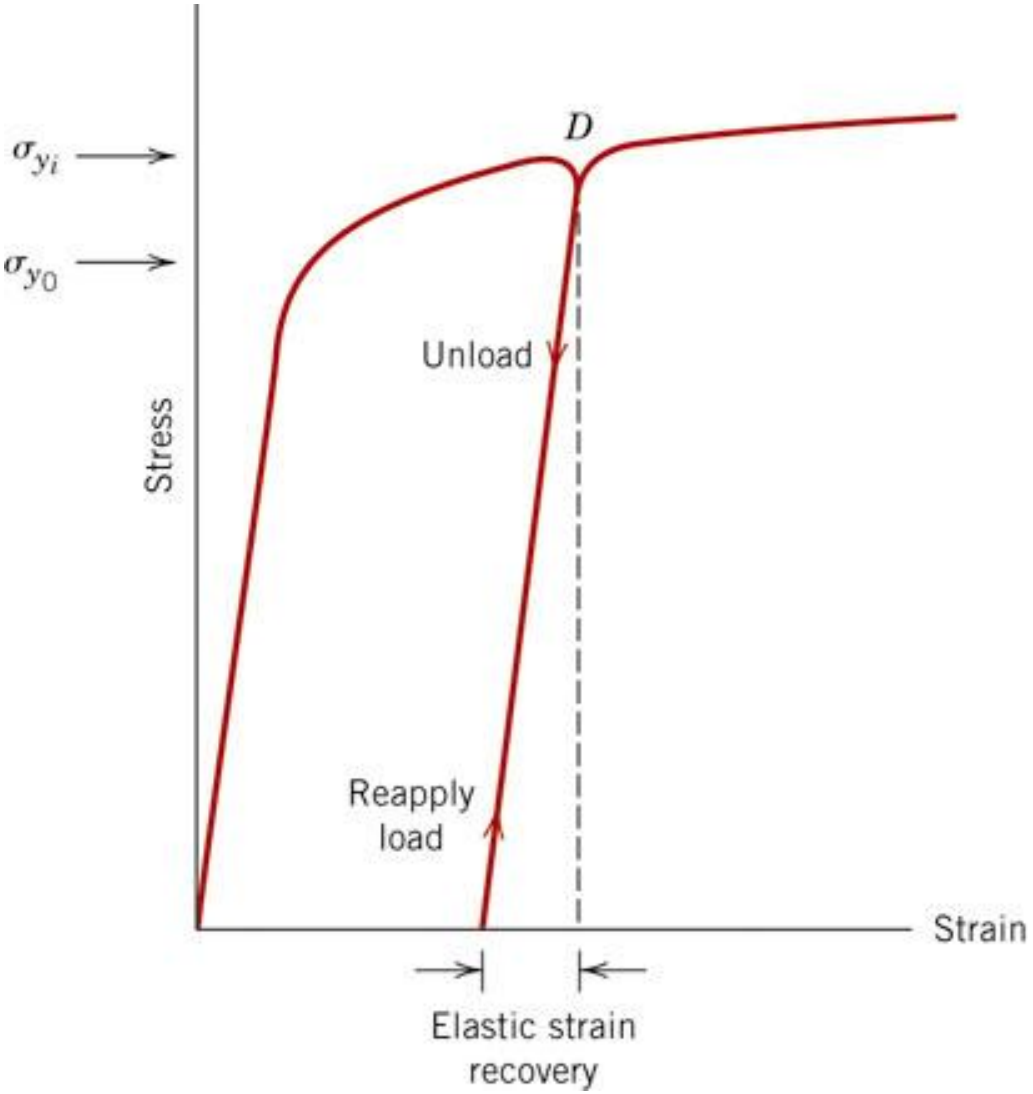
$$U_r = \int_0^{\varepsilon_e} \sigma d\varepsilon$$

Para uma região elástica linear

$$U_r = \frac{1}{2}\sigma_e \varepsilon_e = \frac{\sigma_e^{\,2}}{2E}$$

Propriedades Mecânicas dos Metais

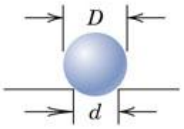
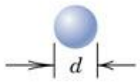
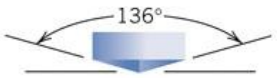
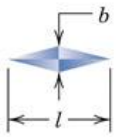
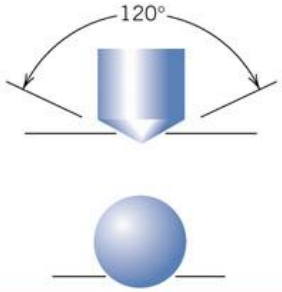
Recuperação elástica durante deformação plástica



Propriedades Mecânicas dos Metais

Dureza

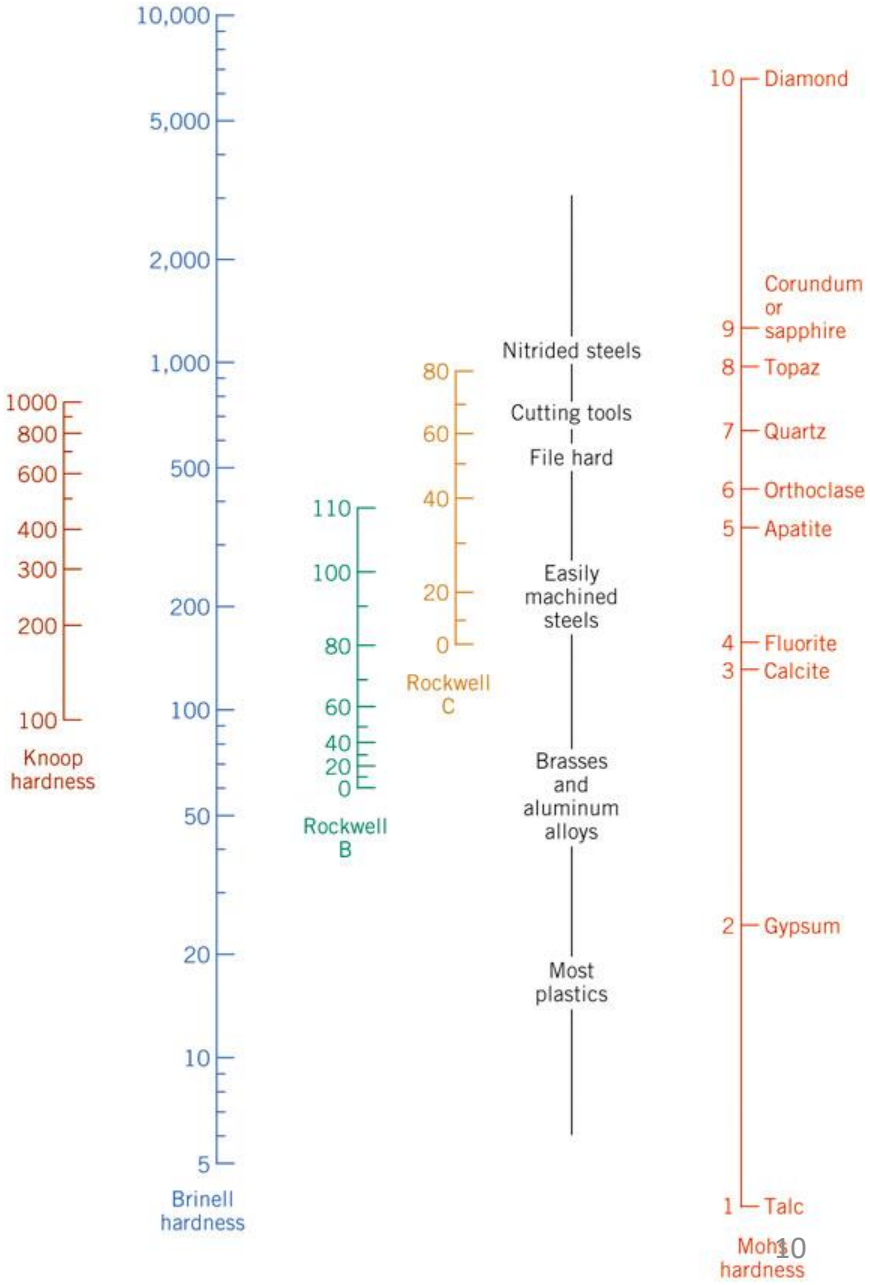
A dureza é a medida da resistência de um material a uma deformação plástica localizada.

Test	Indenter	Shape of Indentation: Side View	Shape of Indentation: Top View	Load	Formula for Hardness Number[a]
Brinell	10-mm sphere of steel or tungsten carbide			P	$HB = \frac{2P}{\pi D[D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$
Vickers microhardness	Diamond pyramid			P	$HV = 1.854P/d_1^2$
Knoop microhardness	Diamond pyramid			P	$HK = 14.2P/l^2$
Rockwell and Superficial Rockwell	Diamond cone; $\frac{1}{16}, \frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}$ in. diameter steel spheres			60 kg, 100 kg, 150 kg: Rockwell 15 kg, 30 kg, 45 kg: Superficial Rockwell	

[a] For the hardness formulas given, P (the applied load) is in kg, while D, d, d_1, and l are all in mm.

Source: Adapted from H. W. Hayden, W. G. Moffatt, and J. Wulff, *The Structure and Properties of Materials*, Vol. III, *Mechanical Behavior*. Copyright © 1965 by John Wiley & Sons, New York. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc.

Propriedades Mecânicas dos Metais

Dureza

A dureza é a medida da resistência de um material a uma deformação plástica localizada.