

Proprietà meccaniche

Sollecitazioni meccaniche semplici

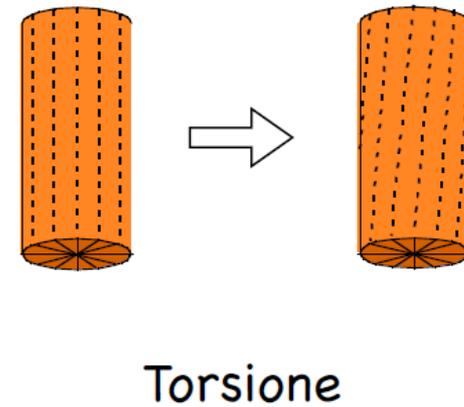
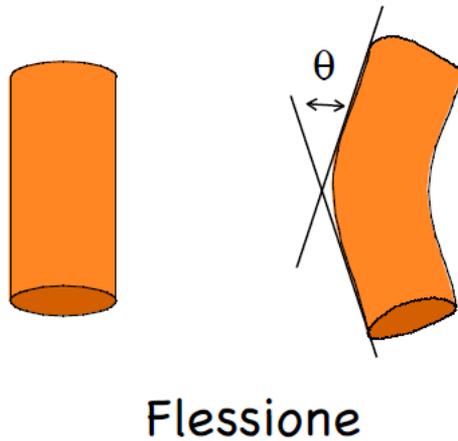
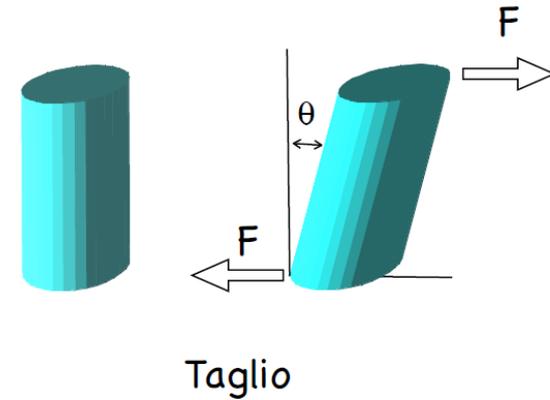
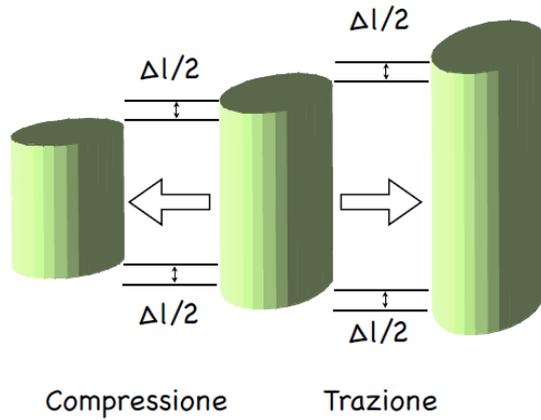
Applicazione di una forza senza modifiche di forma

Trazione
Compressione

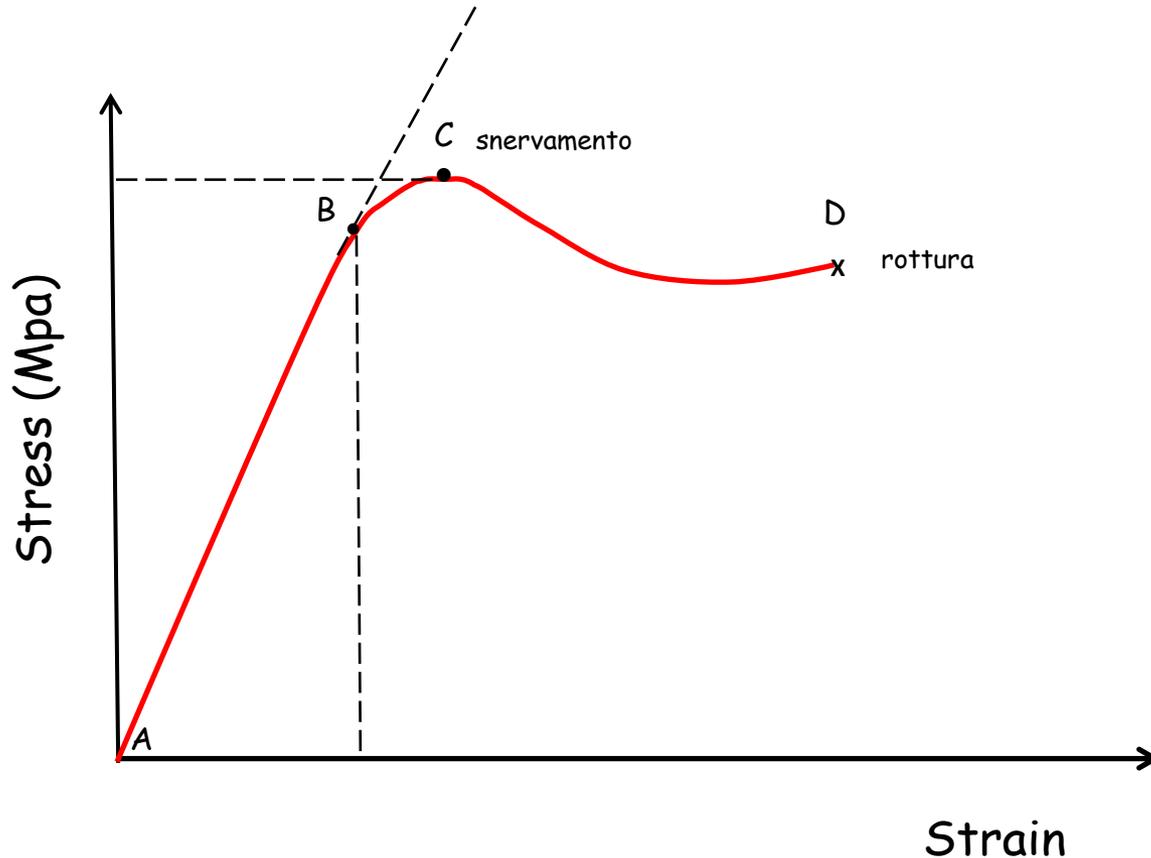
Applicazione di una forza che provoca modifiche di forma

Taglio
Flessione
Torsione

Proprietà meccaniche



Curva stress-strain



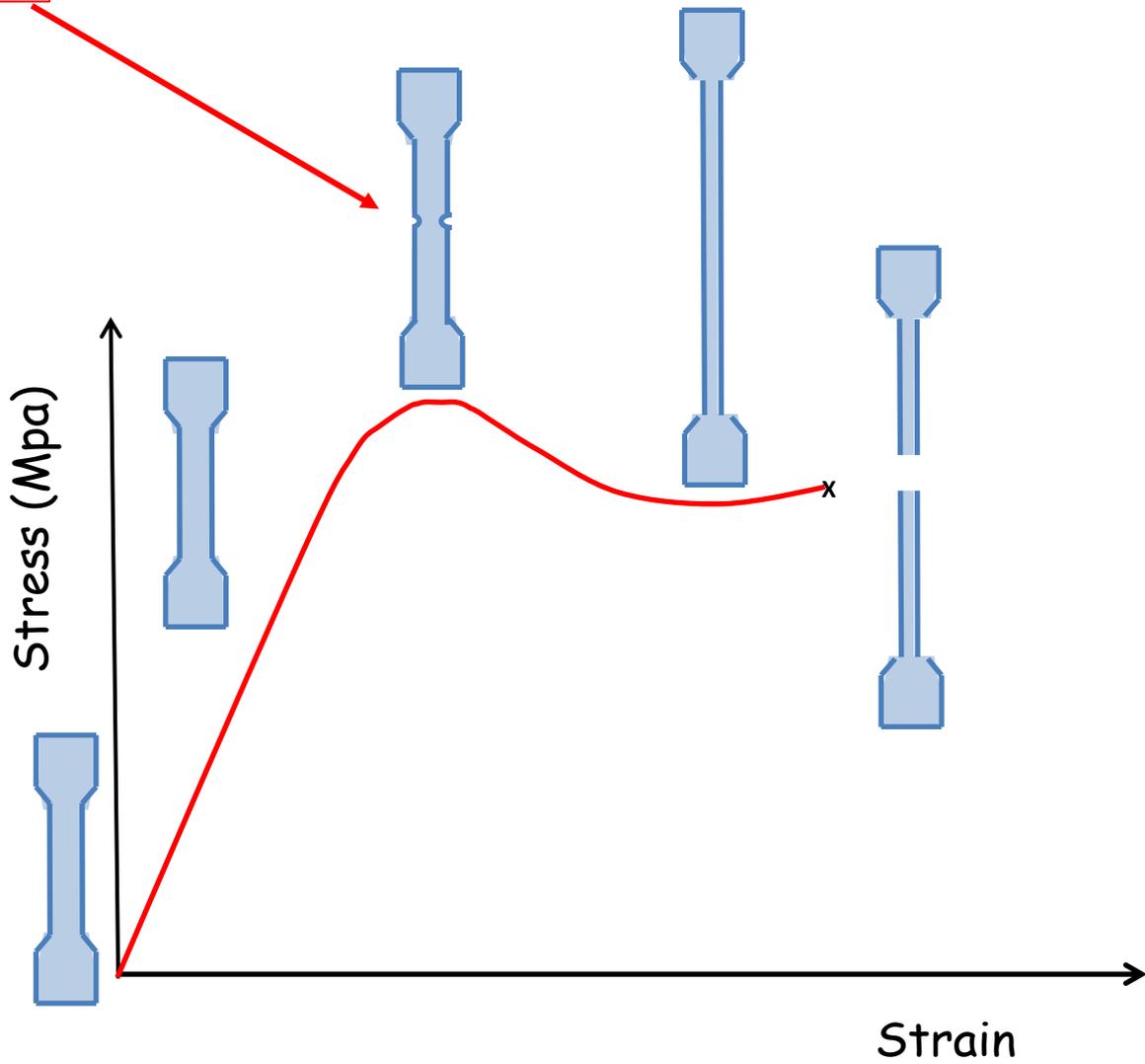
$$\text{Stress} = F/A$$
$$\text{Strain} = \Delta L/L$$

- Modulo elastico (o di Young): pendenza retta AB
- Carico di snervamento (yield strength): sforzo in C
- Resistenza a trazione (tensile strength): sforzo in D
- Tenacità: area al di sotto della curva da A a D
- Duttilità: allungamento % a rottura

Neck

Curva stress-strain

Stress = F/A
Strain $\Delta L/L$

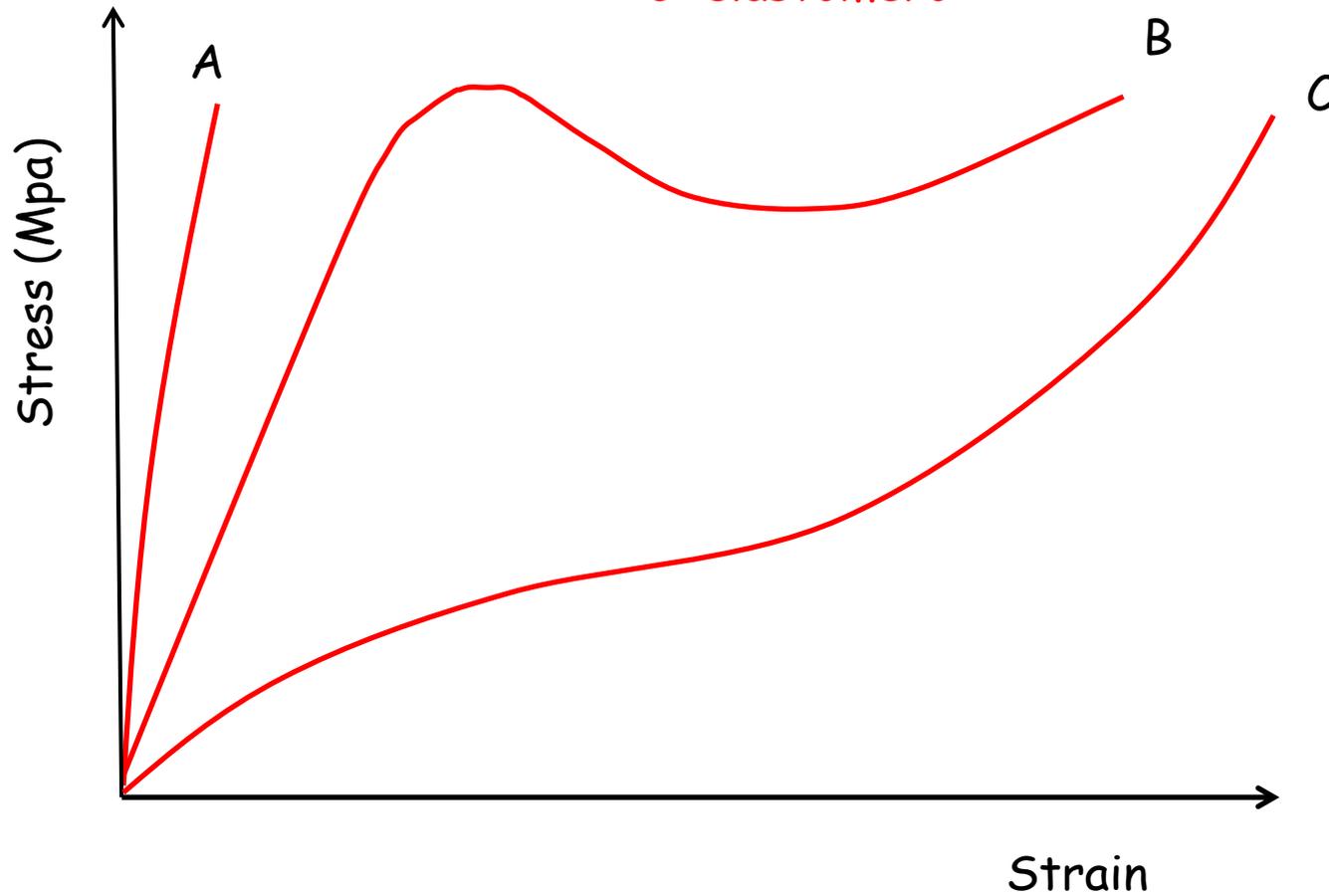


Strain

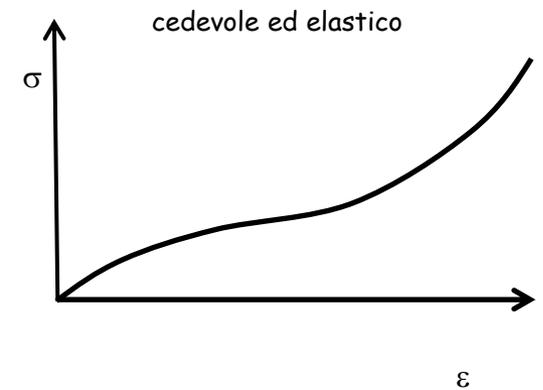
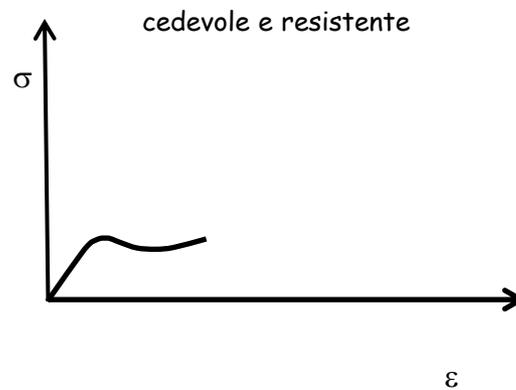
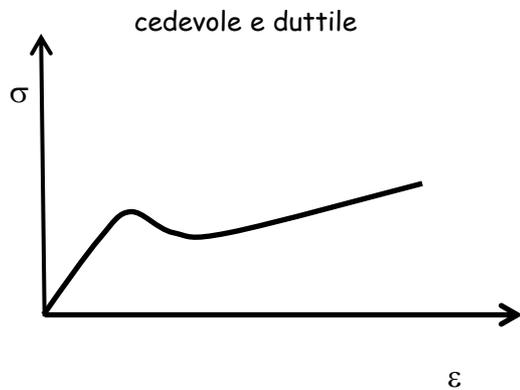
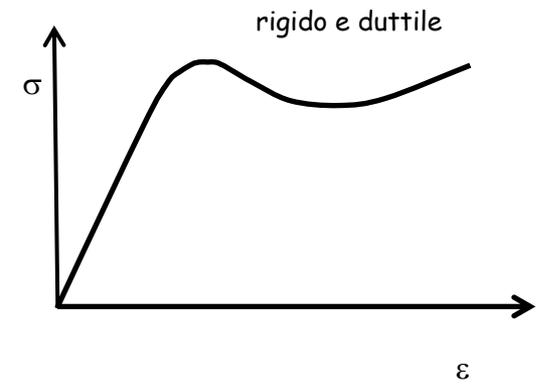
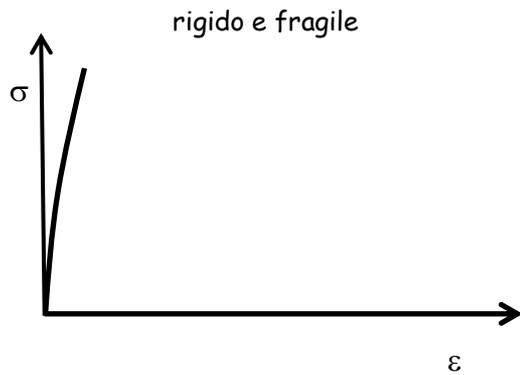
Curva stress-strain

A: polimero rigido e fragile
B: polimero "plastico"
C: elastomero

Stress = F/A
Strain $\Delta L/L$



Curva stress-strain



Curva stress-strain: termini identificativi del comportamento meccanico

Curva stress-strain

b = break

Termini identificativi		E	σ_b	ε_b	Esempi
rigido-fragile	rigid-brittle	grande	grande	-	PS
rigido- resistente	rigid-strong	grande	grande	piccolo	PMMA
rigido-duttile	rigid-ductile	grande	grande	grande	POM, PC
cedevole- duttile	soft-ductile	piccolo	piccolo	grande	LDPE
cedevole- resistente	soft-strong	piccolo	piccolo	piccolo	PTFE
cedevole- elastico	soft-elastic	piccolo	grande	grande	SBS

Curva stress-strain: termini identificativi del comportamento meccanico

La **rigidità** di un polimero è descritta dal **modulo di elasticità**.

I polimeri si definiscono **rigidi** se $E > 700$ Mpa, semi-rigidi se $700 > E > 70$ Mpa e cedevoli se $E < 70$ Mpa (ASTM)

Il comportamento della curva stress-strain tra l'allungamento a snervamento e a rottura definisce la **deformabilità** di un polimero.

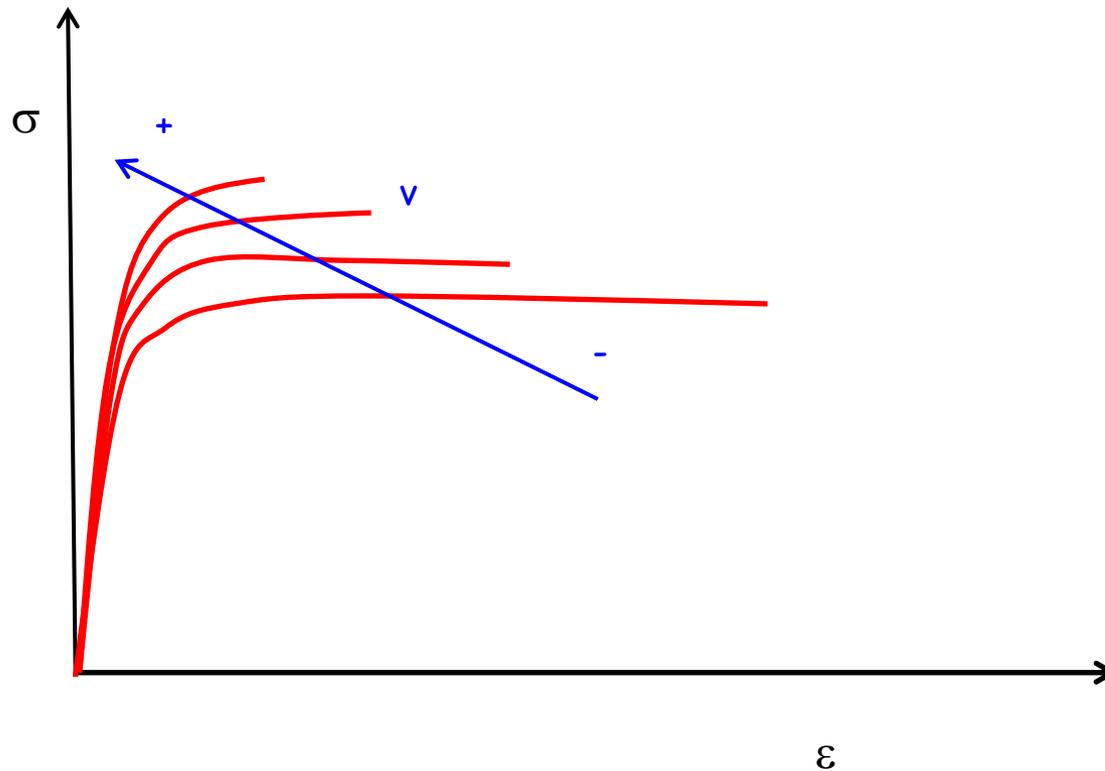
I polimeri si definiscono **fragili** se $\varepsilon_b < 10\%$ (USA) o 20% (Europa), i polimeri con grande σ allo snervamento sono **resistenti** se ε_b è piccolo e **duttili** se ε_b è grande

Curva stress-strain: termini identificativi del comportamento meccanico

Influenza della velocità di deformazione

Al diminuire della velocità

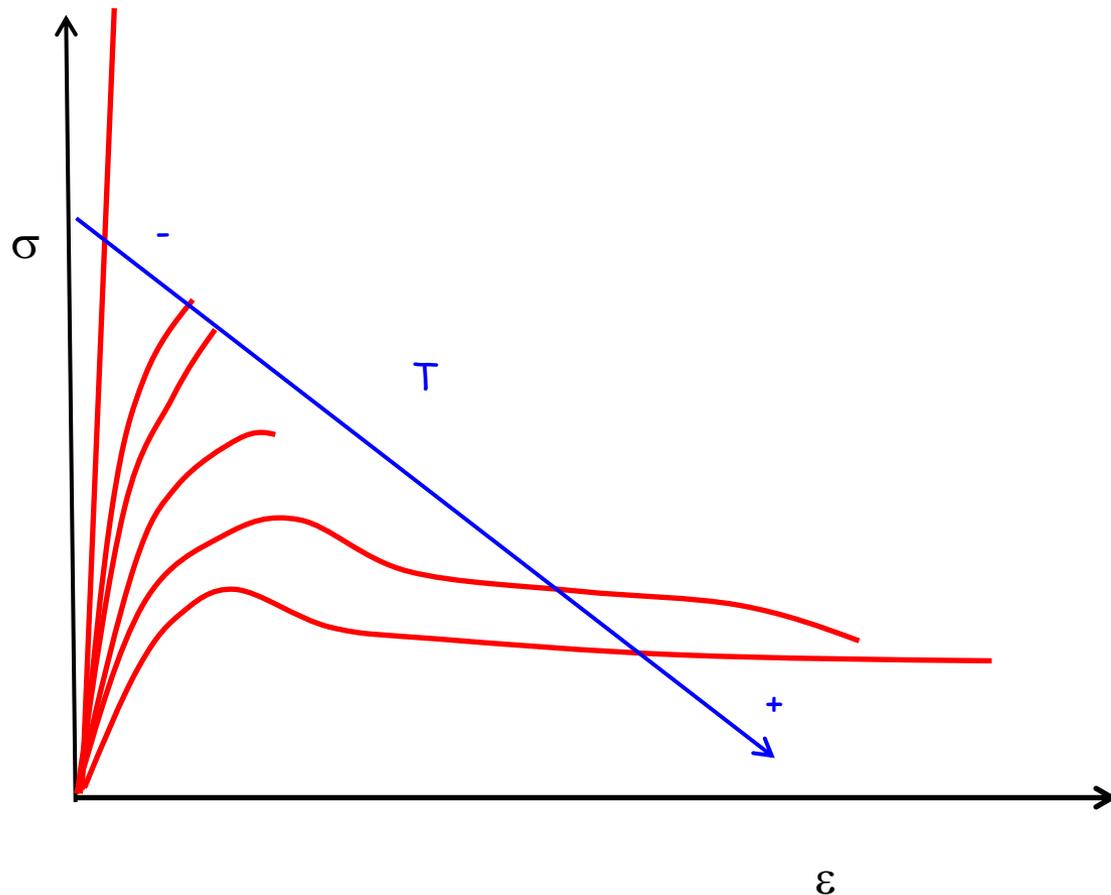
- Lieve diminuzione modulo elastico
- Riduzione dello sforzo a trazione
- Aumento della duttilità



Influenza della temperatura

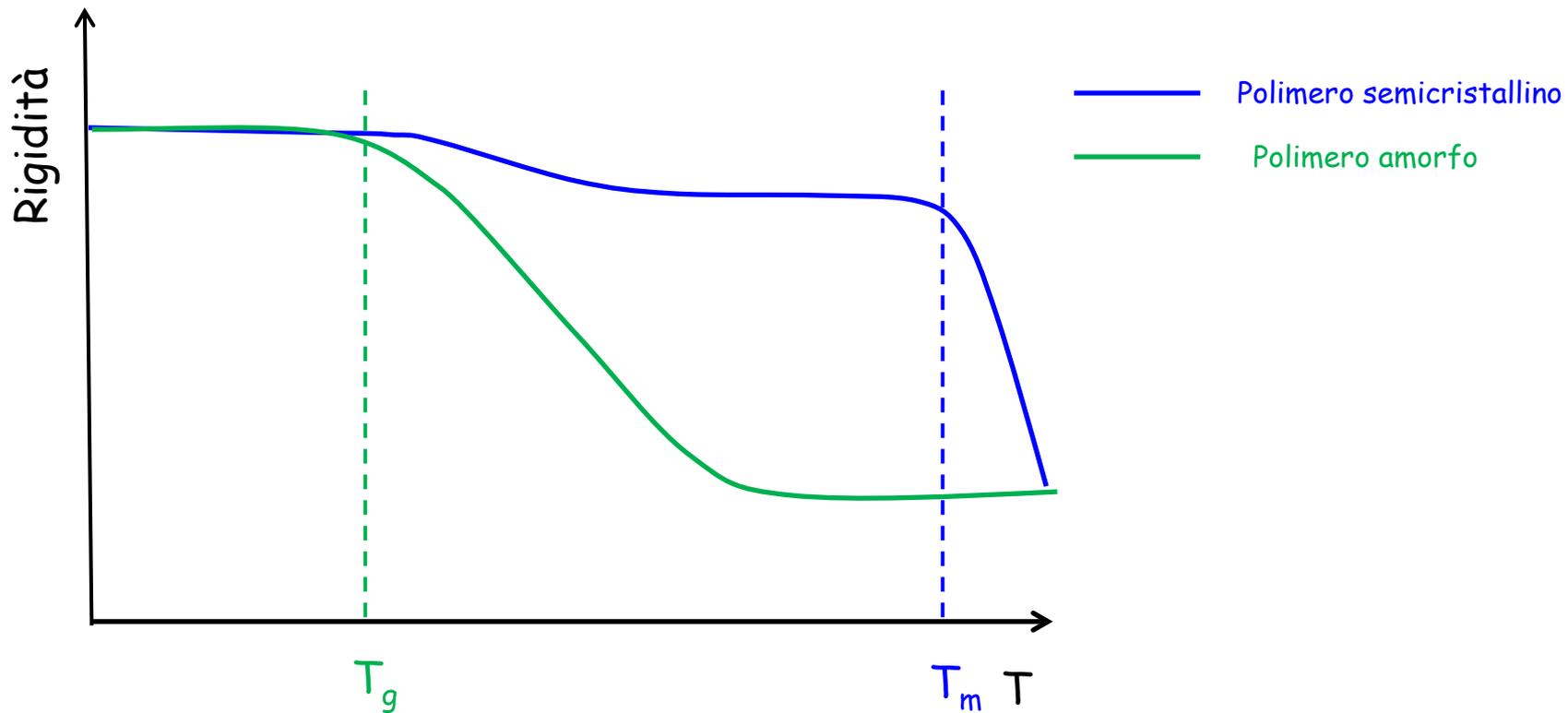
All'aumentare della temperatura

- Diminuzione modulo elastico
- Riduzione dello sforzo a trazione
- Aumento della duttilità



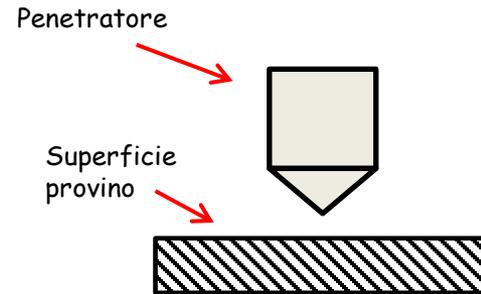
Grado di cristallinità

Polimeri amorfi e semicristallini hanno un diverso comportamento meccanico al variare della temperatura

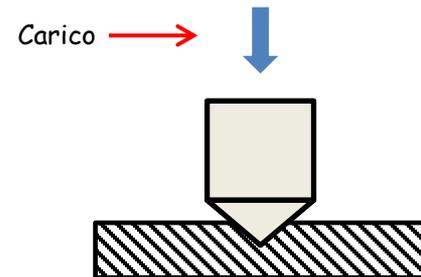


Durezza alla penetrazione (Indentation Hardness)

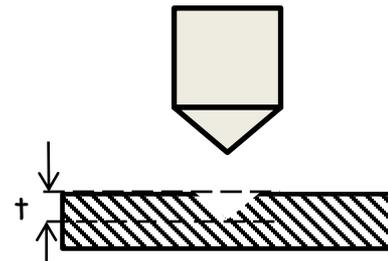
Durometro



Il penetratore è sopra la superficie del provino



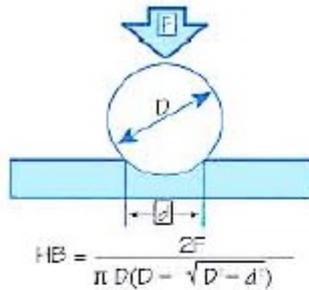
Il penetratore sotto il carico prescelto penetra la superficie del provino



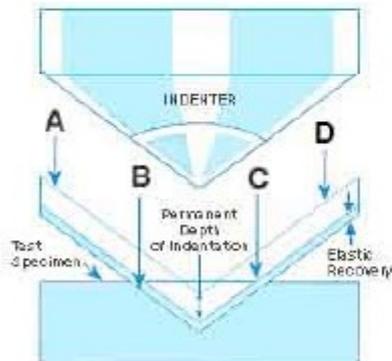
Il penetratore viene rimosso dalla superficie del provino lasciando l'impronta

Sequenza per la misura della durezza con un **penetratore conico di diamante**; la profondità t è inversamente correlata alla durezza del materiale: quanto minore è t , tanto più il materiale è duro

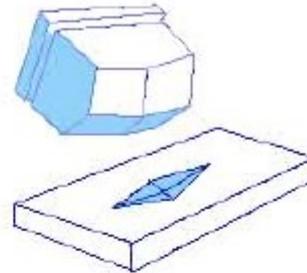
Prove di durezza: tipi di test



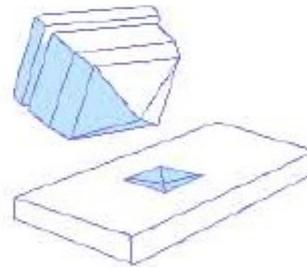
Brinell



Rockwell

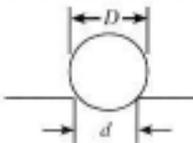
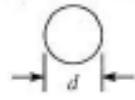
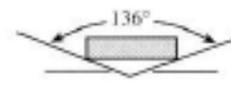
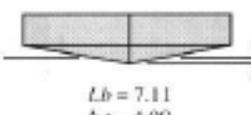
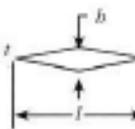
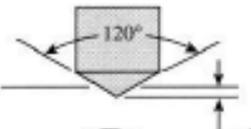
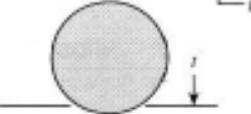


Knoop



Vickers

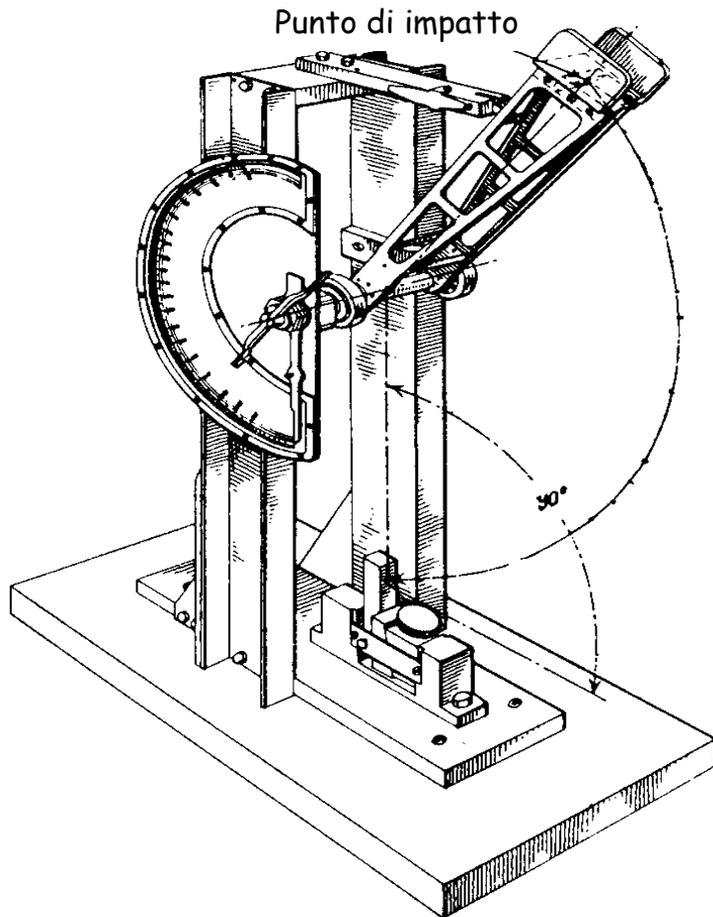
Prove di durezza: parametri

Test	Forma del penetratore		Carico	Penetratore	Formula per il calcolo della durezza	
	Vista laterale	Vista dall'alto				
Brinell			P	Sfera da 10mm di acciaio o carburo di tungsteno	$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$	
Vickers			P	Piramide di diamante	$VHN = \frac{1.72P}{d_1^2}$	
Microdurezza Knoop	 $l/b = 7.11$ $b/l = 4.00$		P	Piramide di diamante	$KHN = \frac{14.2P}{l^2}$	
Rockwell			60 kg 150 kg 100 kg	Cono di diamante	$R_A =$ $R_C =$ $R_D =$	100 - 500r
$\left. \begin{matrix} B \\ F \\ G \end{matrix} \right\}$			100 kg 60 kg 150 kg	Sfera di acciaio di diametro $\frac{1}{16}$ in	$R_B =$ $R_F =$ $R_G =$	
E			100 kg	Sfera di acciaio di diametro $\frac{1}{8}$ in	$R_E =$	

Durezza Rockwell

Simbolo:	HR <i>shore</i> (seguito dalla lettera che distingue le diverse scale da A a G)
Indentatore:	cono di diamante (scale A-C-D) con angolo 120° sfera metallo 1/16 pollice (scale BFG) sfera metallo 1/8 pollice (scala E) carico 60-100-150 kg
Misura:	profondità di penetrazione t (mm)
Unità di misura	100 (o 130) - 500t

Resistenza all'impatto: resilienza



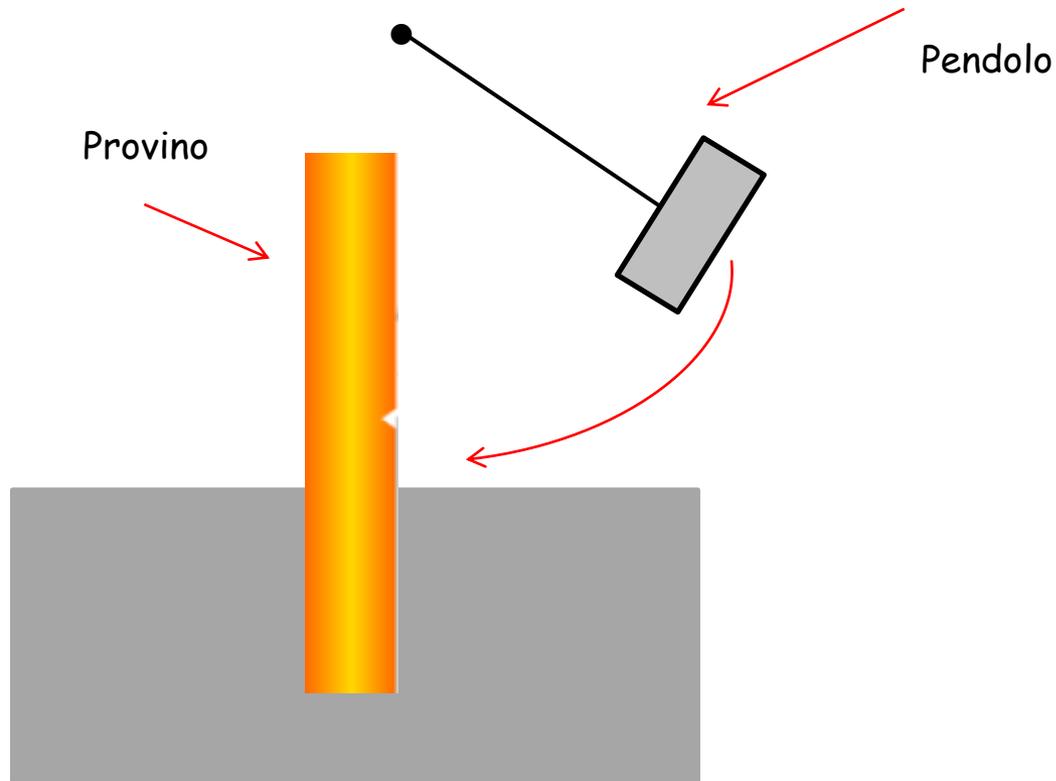
Un "pendolo" di massa nota m colpisce il provino da un'altezza h_0

Si misura l'altezza h_1 a cui arriva dopo la rottura del provino

La resilienza è data dalla differenza di energia potenziale $mg(h_0-h_1)$

Resistenza all'impatto: resilienza

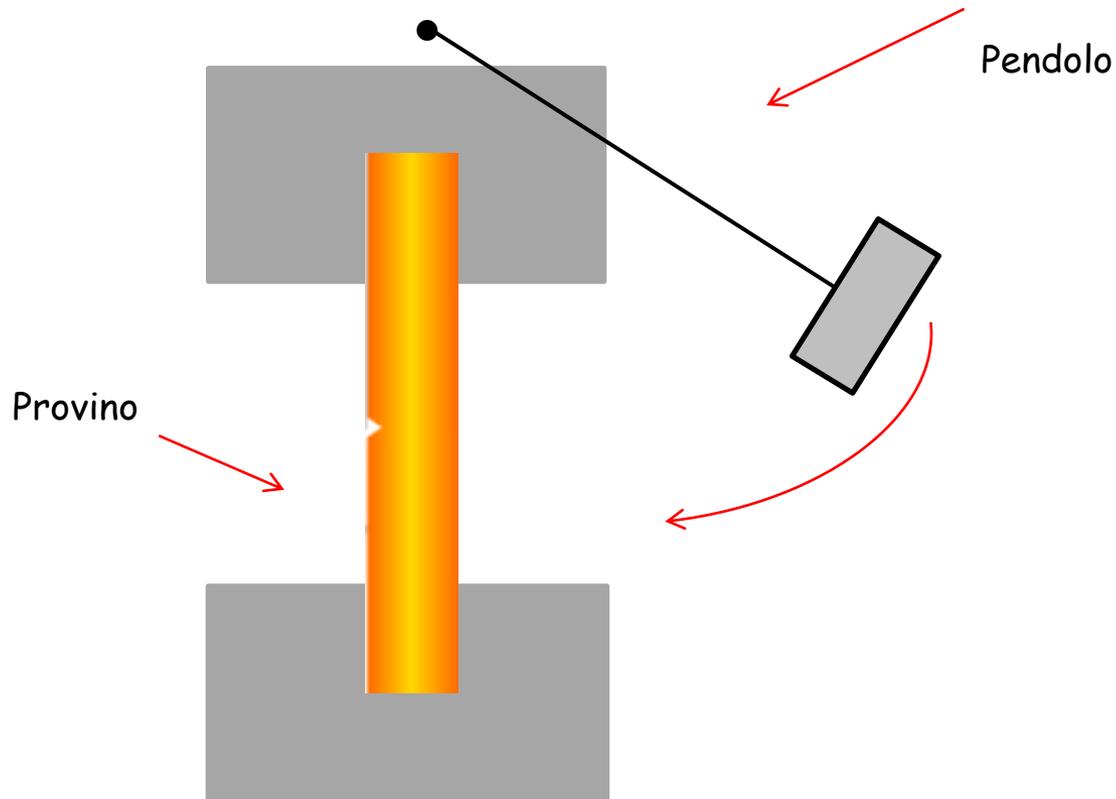
Izod test



Sistema di ammortaggio e intaglio per test Izod

Resistenza all'impatto: resilienza

Charpy test



Sistema di ammortaggio e intaglio per test Charpy