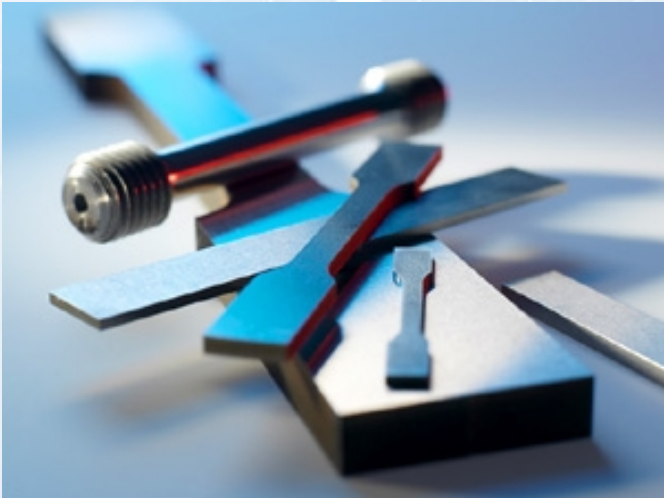
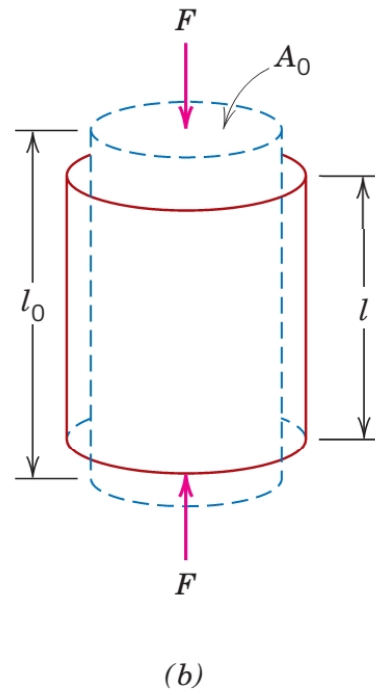
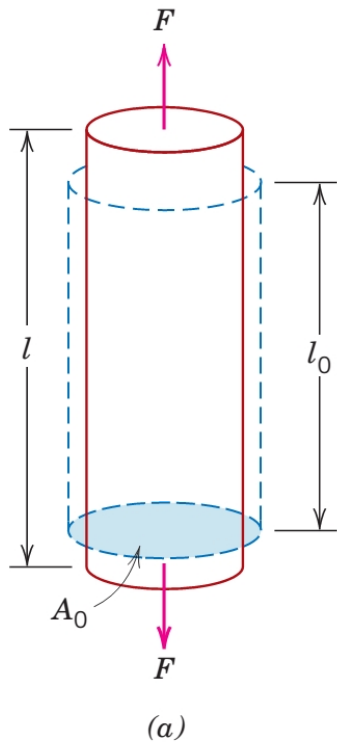


CHƯƠNG 8: TÍNH CHẤT CƠ CỦA VẬT LIỆU

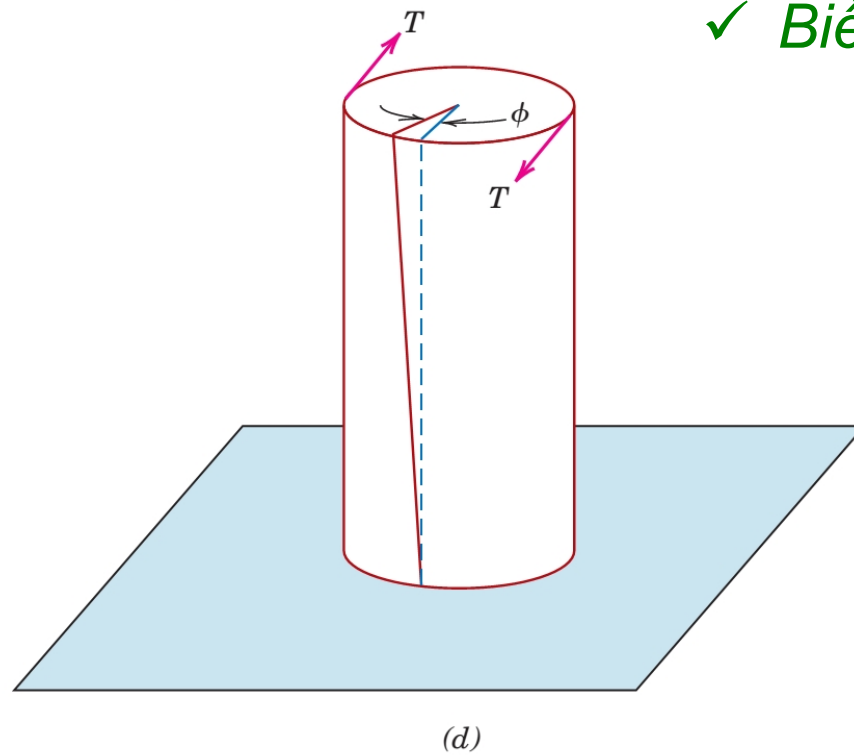
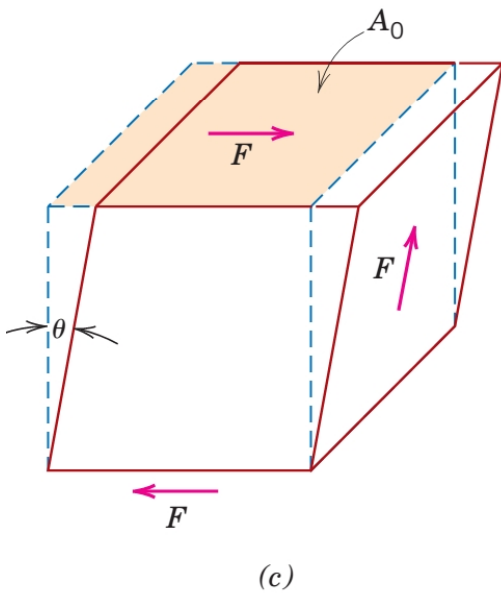
GV: NGUYỄN VĂN DŨNG



CÁC LOẠI BIẾN DẠNG



- ✓ Biến dạng kéo
- ✓ Biến dạng nén
- ✓ Biến dạng trượt (cắt)
- ✓ Biến dạng xoắn

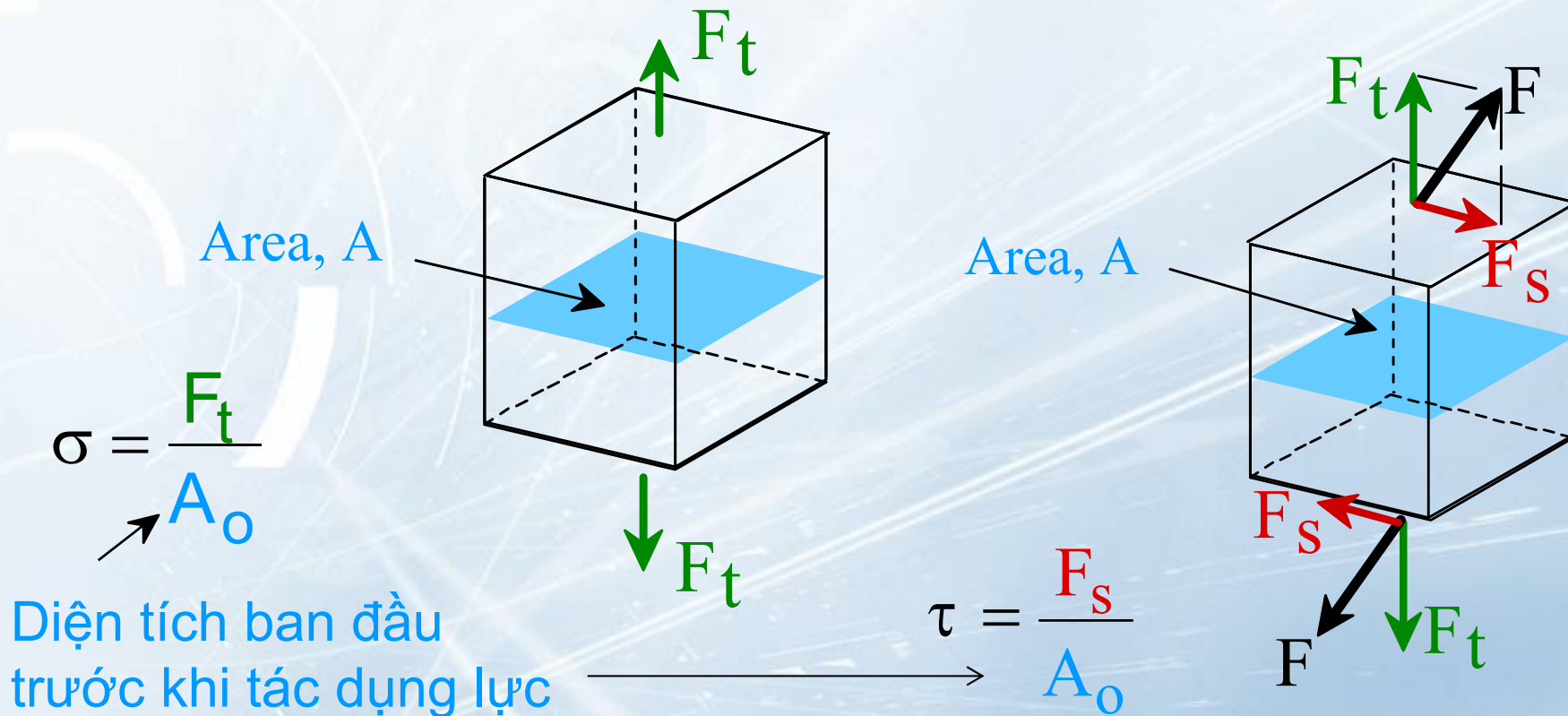


ỨNG SUẤT

➤ **Ứng suất (stress)** là lực tác dụng lên một đơn vị diện tích vật liệu (ví dụ lực kéo hoặc nén).

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

σ có đơn vị Pascal (Pa) hay N/m^2

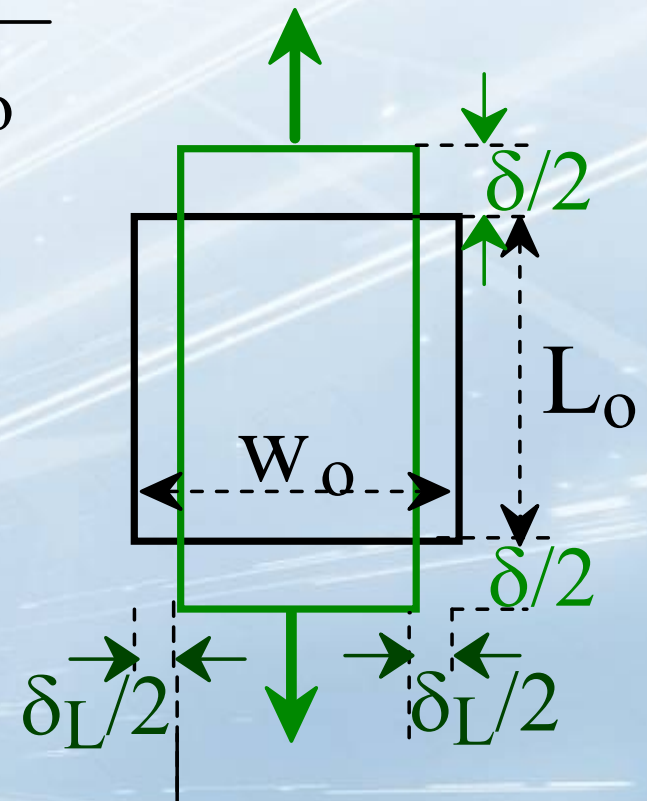
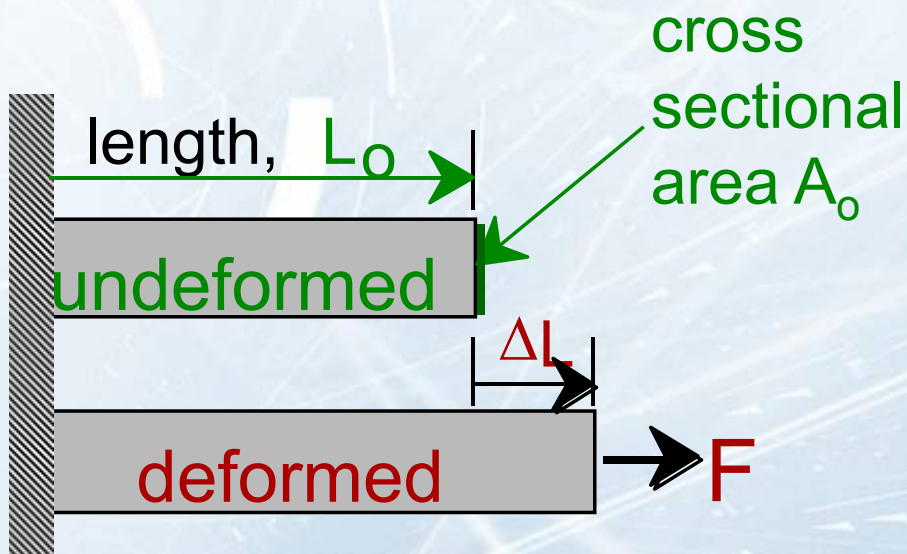


ĐỘ BIẾN DẠNG

Độ biến dạng (strain) là sự thay đổi kích thước vật liệu theo phương tác dụng lực.

$$\epsilon = \frac{l_i - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

hoặc $\epsilon = \frac{\delta}{L_0}$

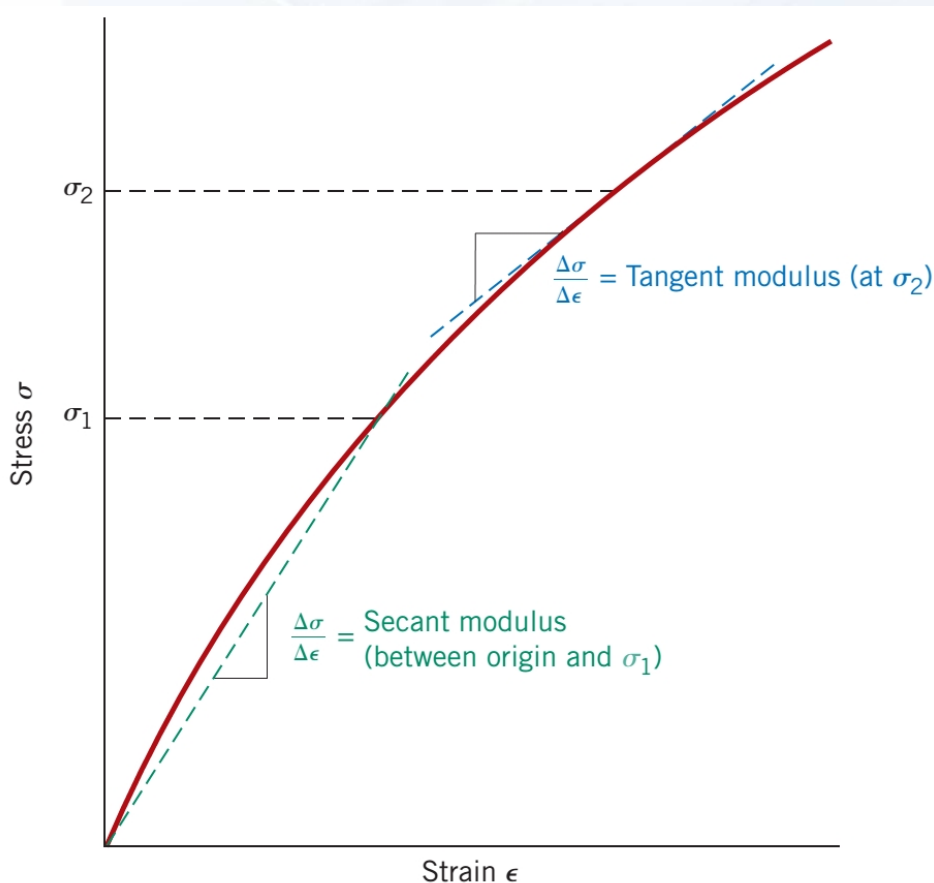


MODULE ĐÀN HỒI

Modul đàn hồi E (modul Young): trong một giới hạn nhỏ, độ biến dạng ϵ tỉ lệ thuận với ứng suất tác động σ .

E có đơn vị Pa ($1 \text{ GPa} = 10^9 \text{ N/m}^2$)

$$\frac{F}{A_0} = E \frac{\Delta L}{L_0} \rightarrow \sigma = E\epsilon$$



Material **GPa**

Metal Alloys

Tungsten	407
Steel	207
Nickel	207
Titanium	107
Copper	110
Brass	97
Aluminum	69
Magnesium	45

MODULE ĐÀN HỒI

Material

GPa

Material

GPa

Ceramic Materials

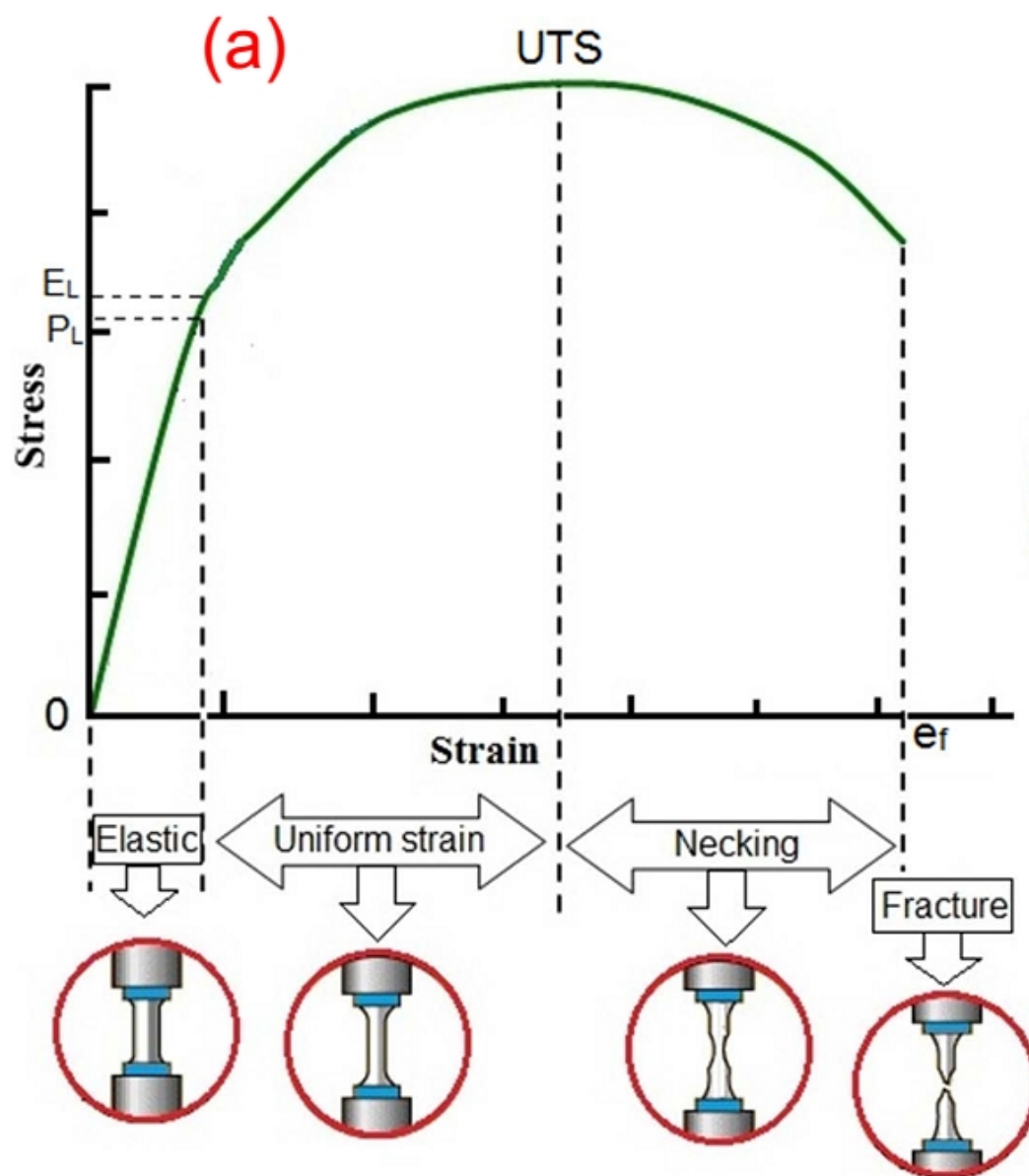
Polymers

Aluminum oxide (Al_2O_3)	393	Phenol-formaldehyde	2.76–4.83
Silicon carbide (SiC)	345	Polyvinyl chloride (PVC)	2.41–4.14
Silicon nitride (Si_3N_4)	304	Polyester (PET)	2.76–4.14
Spinel (MgAl_2O_4)	260	Polystyrene (PS)	2.28–3.28
Magnesium oxide (MgO)	225	Polymethyl methacrylate (PMMA)	2.24–3.24
Zirconia ^a	205	Polycarbonate (PC)	2.38
Mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$)	145	Nylon 6,6	1.58–3.80
Glass–ceramic (Pyroceram)	120	Polypropylene (PP)	1.14–1.55
Fused silica (SiO_2)	73	Polyethylene—high density (HDPE)	1.08
Soda–lime glass	69	Polytetrafluoroethylene (PTFE)	0.40–0.55
		Polyethylene—low density (LDPE)	0.17–0.28

Vật liệu càng cứng thì E càng lớn

Kim cương có E ≈ 1200-1500

ĐỒ THỊ ỨNG SUẤT - BIẾN DẠNG

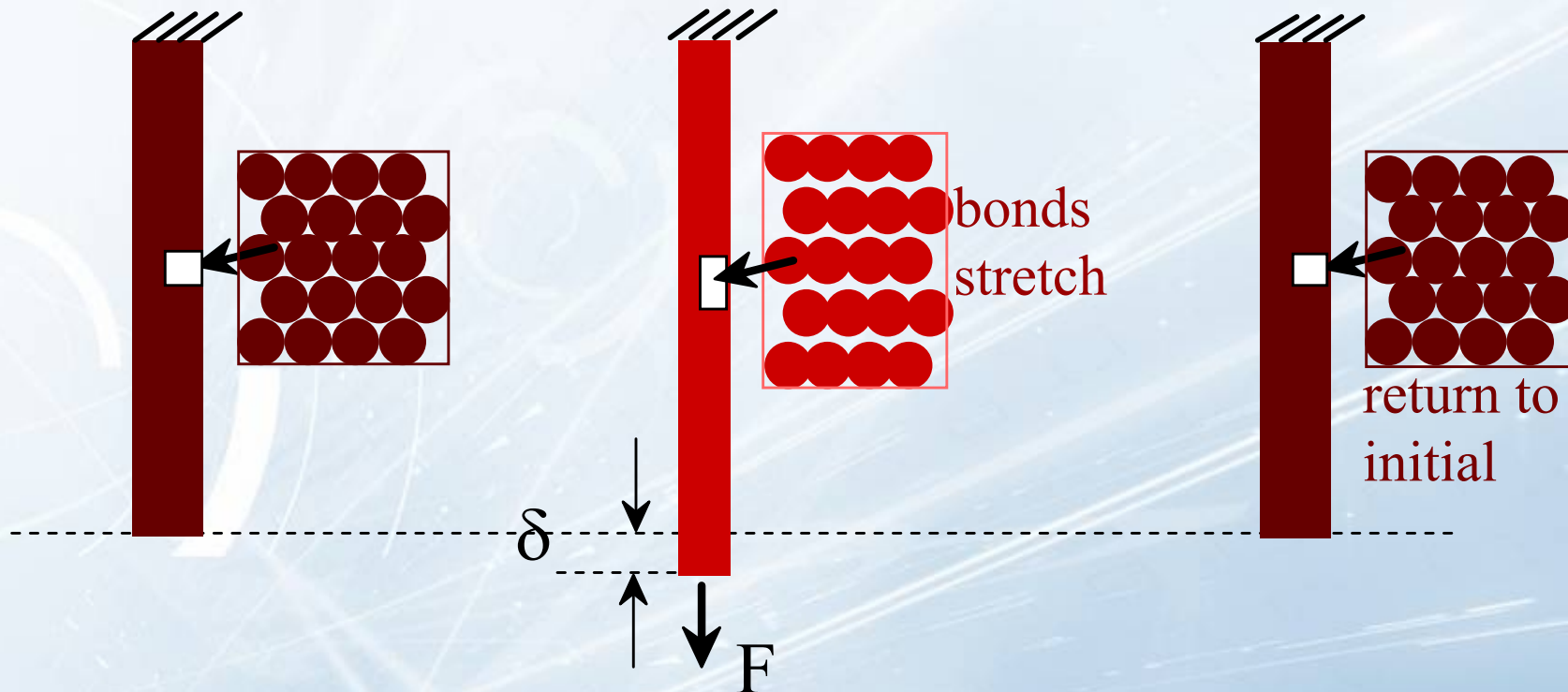


➤ Khi tăng dần ứng suất (kéo) lên một số vật liệu thì độ biến dạng thay đổi qua các giai đoạn:

1. Biến dạng đàn hồi
2. Biến dạng dẻo
3. Xuất hiện chỗ thắt
4. Đứt gãy

BIẾN DẠNG ĐÀN HỒI

- **Biến dạng đàn hồi (elastics deformation)** là biến dạng bị mất đi sau khi bỏ tải trọng. Modul biến dạng đàn hồi $E = \sigma/\epsilon$

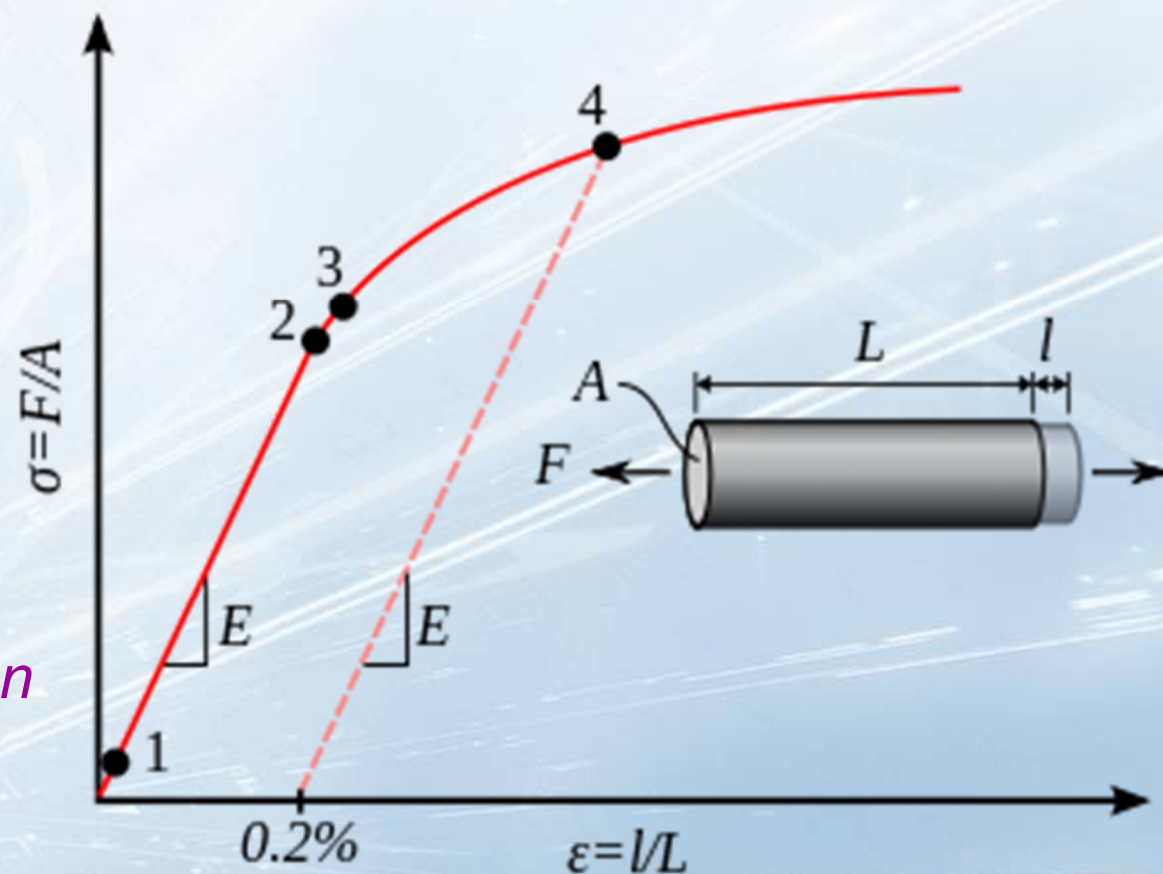


Liên kết bị kéo căng ra và trở lại như ban đầu khi bỏ tải trọng.

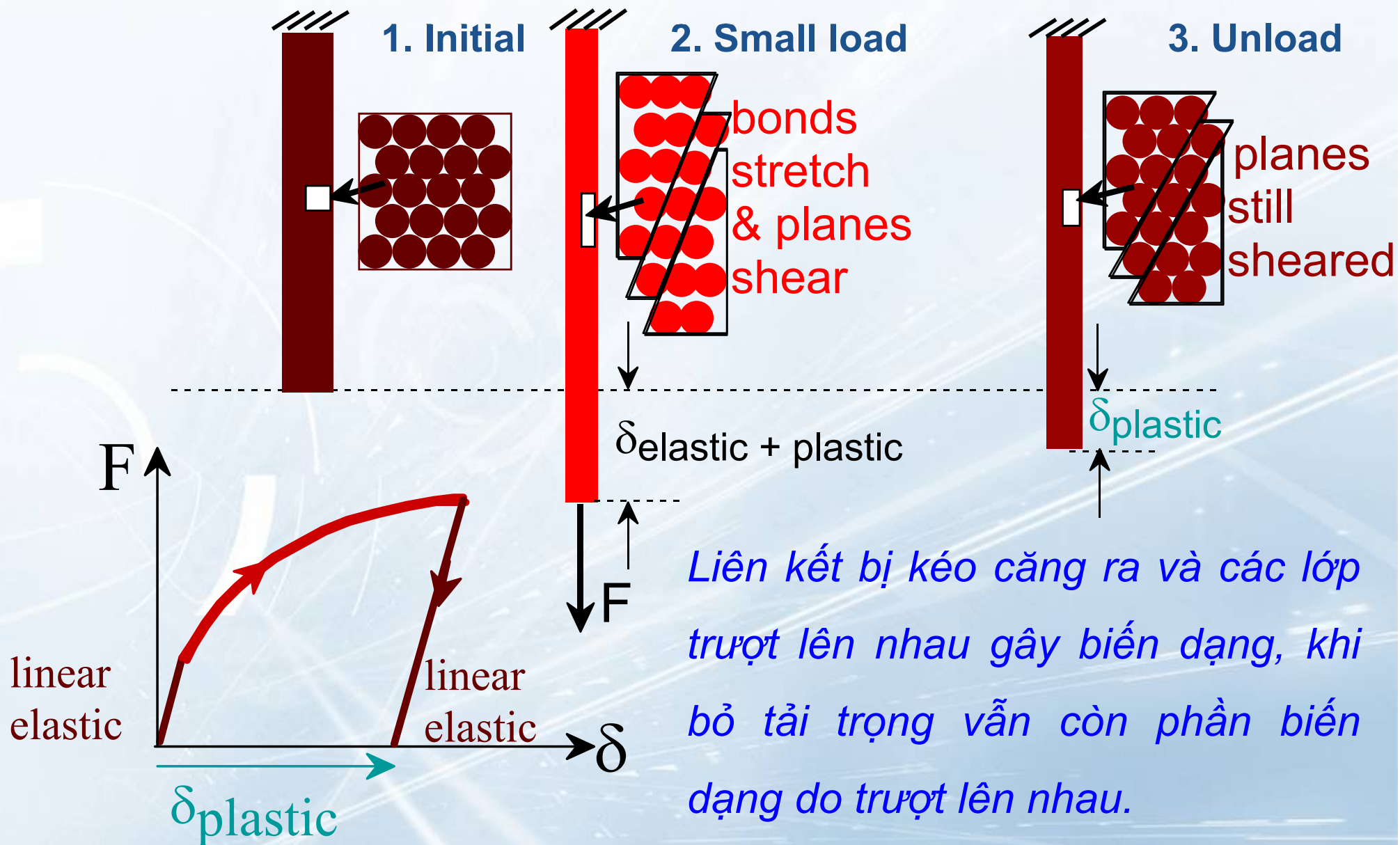
BIẾN DẠNG DẸO

➤ **Biến dạng dẻo** (plastic deformation) là biến dạng của một vật liệu chịu sự thay đổi hình dạng **không thể đảo ngược** dưới tác dụng của một lực bên ngoài.

- 1: Giới hạn đàn hồi thực
- 2: Giới hạn tuyến tính
- 3: Giới hạn đàn hồi
- 4: Độ bền chảy dẻo tịnh tiến

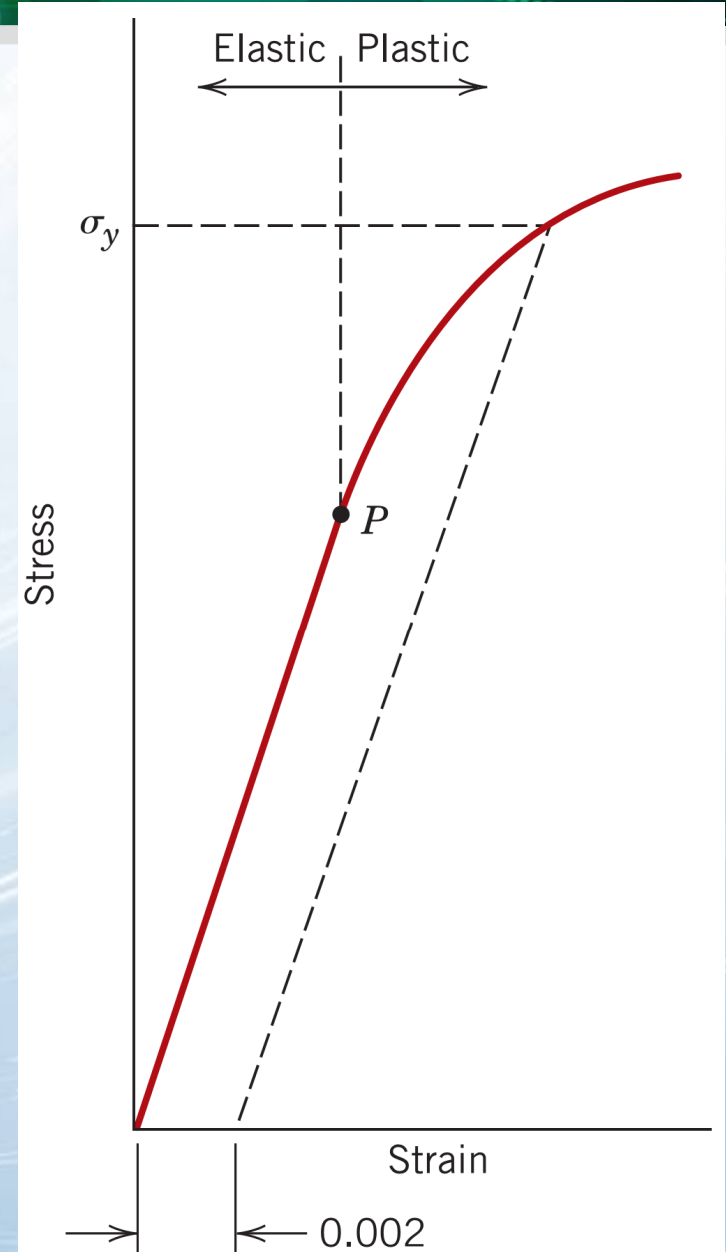


BIẾN DẠNG DẸO



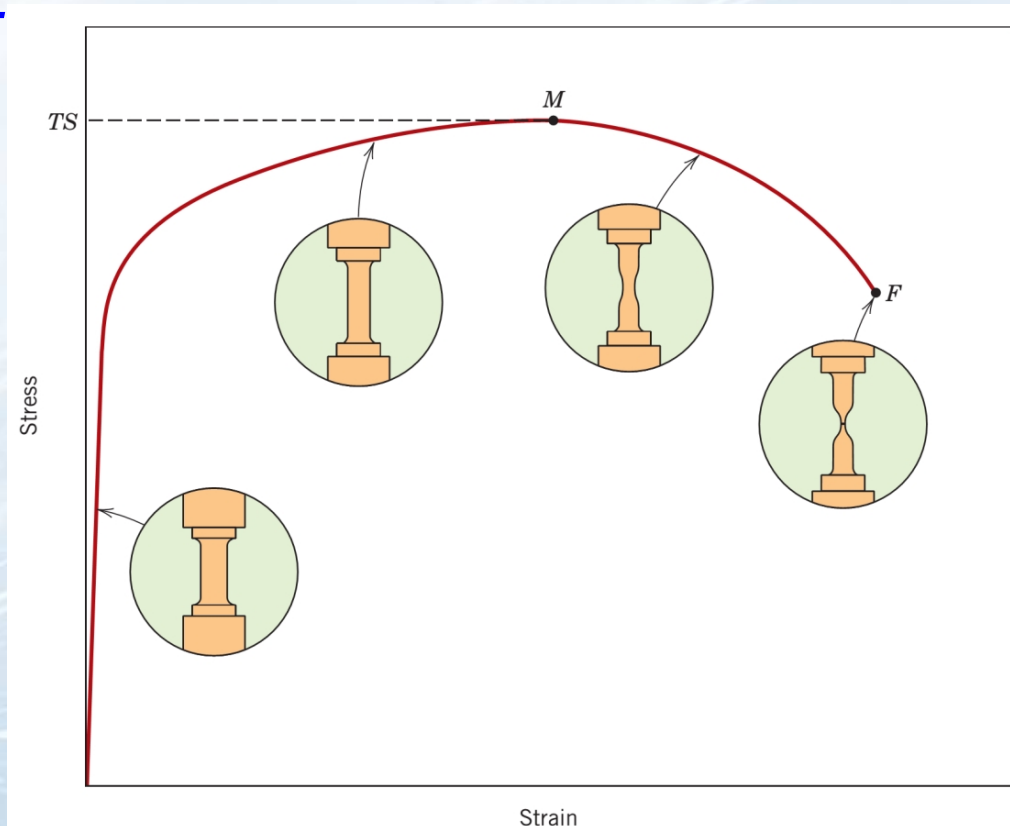
ĐỘ BỀN DẼO

- ✓ Đồ thị quan hệ ứng suất và độ biến dạng của kim loại cho thấy biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo có một điểm giới hạn dẻo P .
- ✓ **Độ bền dẻo (yield strength) σ_y** được xác định ứng với **độ biến dạng $\epsilon_p = 0,002$** .
- ✓ Độ bền dẻo σ_y của **phần lớn** vật liệu gồm > kim loại > polymer.



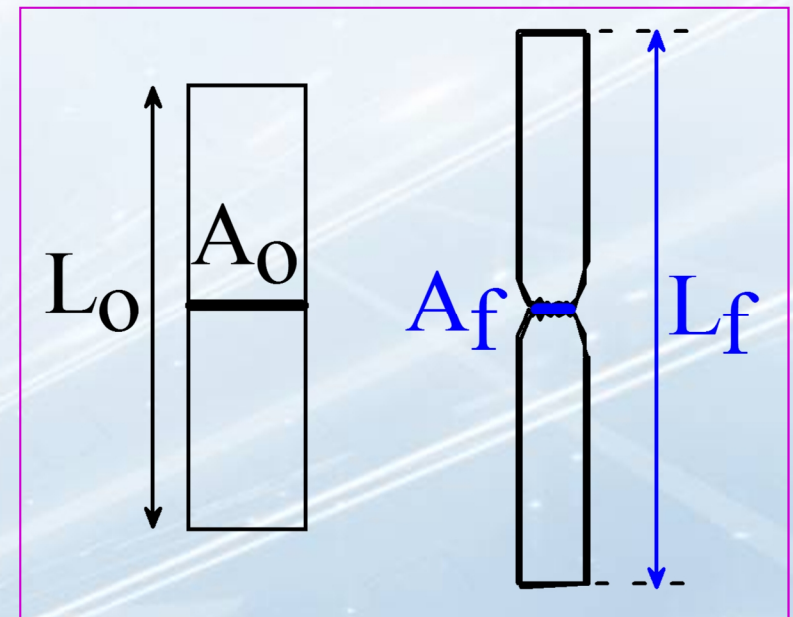
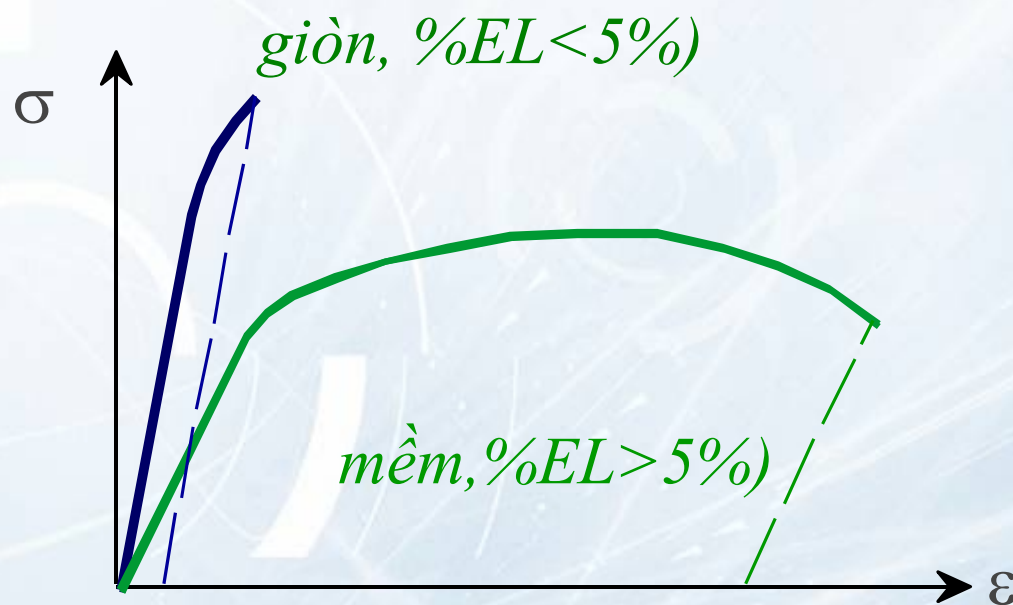
ĐỘ BỀN KÉO

- **Độ bền kéo (tensile strength) TS** là ứng suất **σ lớn nhất** mà vật liệu có thể chịu được (điểm M). Giá trị độ bền kéo có thể từ 50 MPa (nhôm) đến 3000 Mpa (thép).
- Quan sát thấy tùy theo vật liệu:
 - ✓ Kim loại xuất hiện chỗ thắt
 - ✓ Gốm sứ các vết nứt lan rộng
 - ✓ Polymer mạch chính bị duỗi thẳng
- Trong tính toán thiết kế thường chọn độ bền dẻo thay vì độ bền kéo.

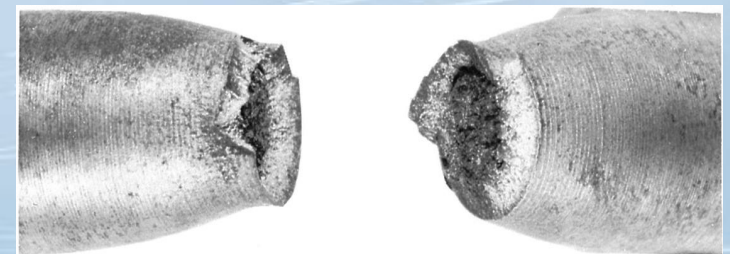


ĐỘ BỀN CHẢY

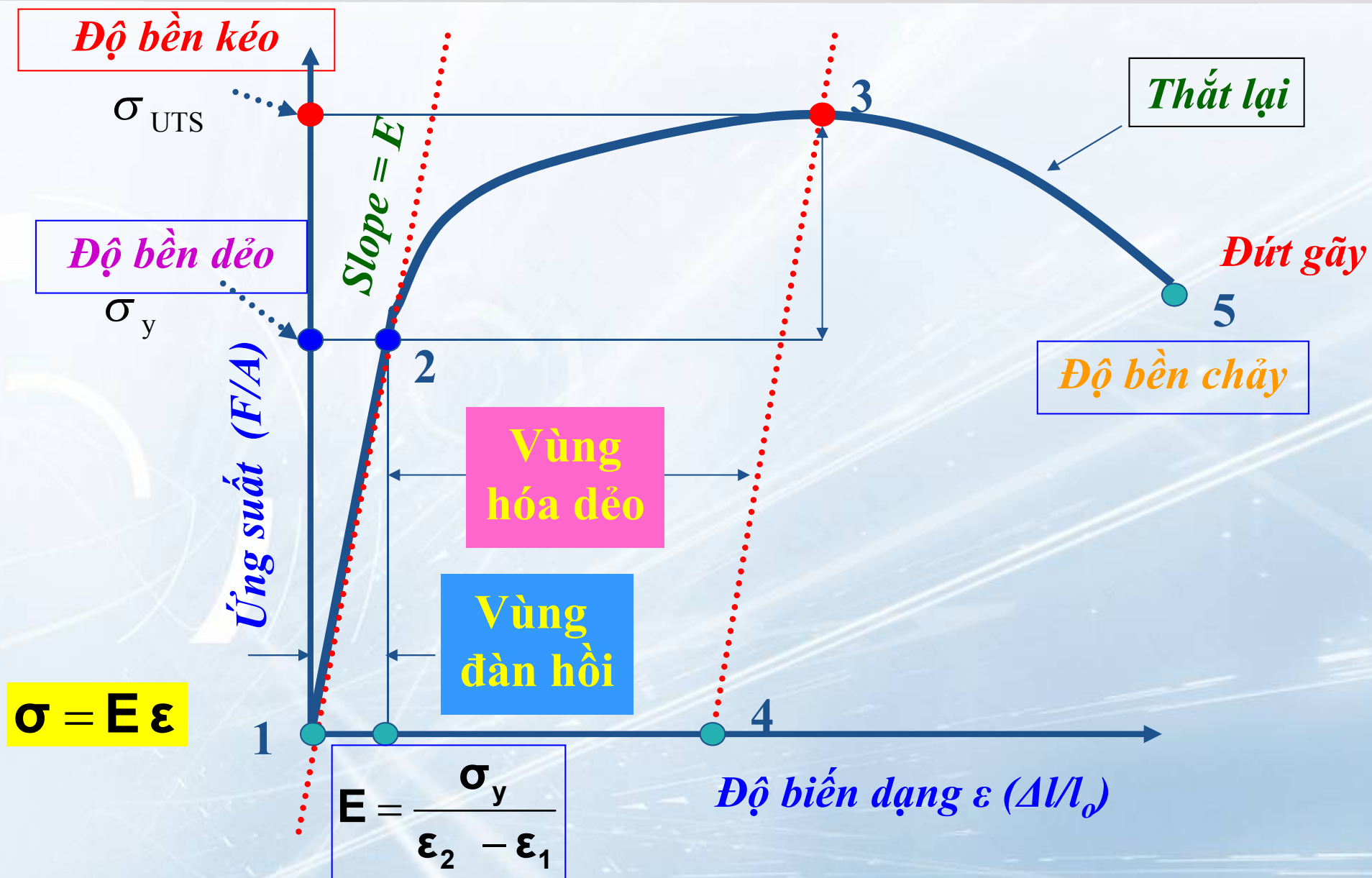
- **Độ bền chảy (ductility)** là ứng suất kéo tại đó bắt đầu gây **hư hỏng (đứt gãy)** vật liệu. Vật liệu được coi là giòn khi $\%EL < 5\%$ và là mềm khi $\%EL > 5\%$.



$$\%EL = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100 \quad \%AR = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100$$



ĐỒ THỊ ỨNG SUẤT - BIẾN DẠNG



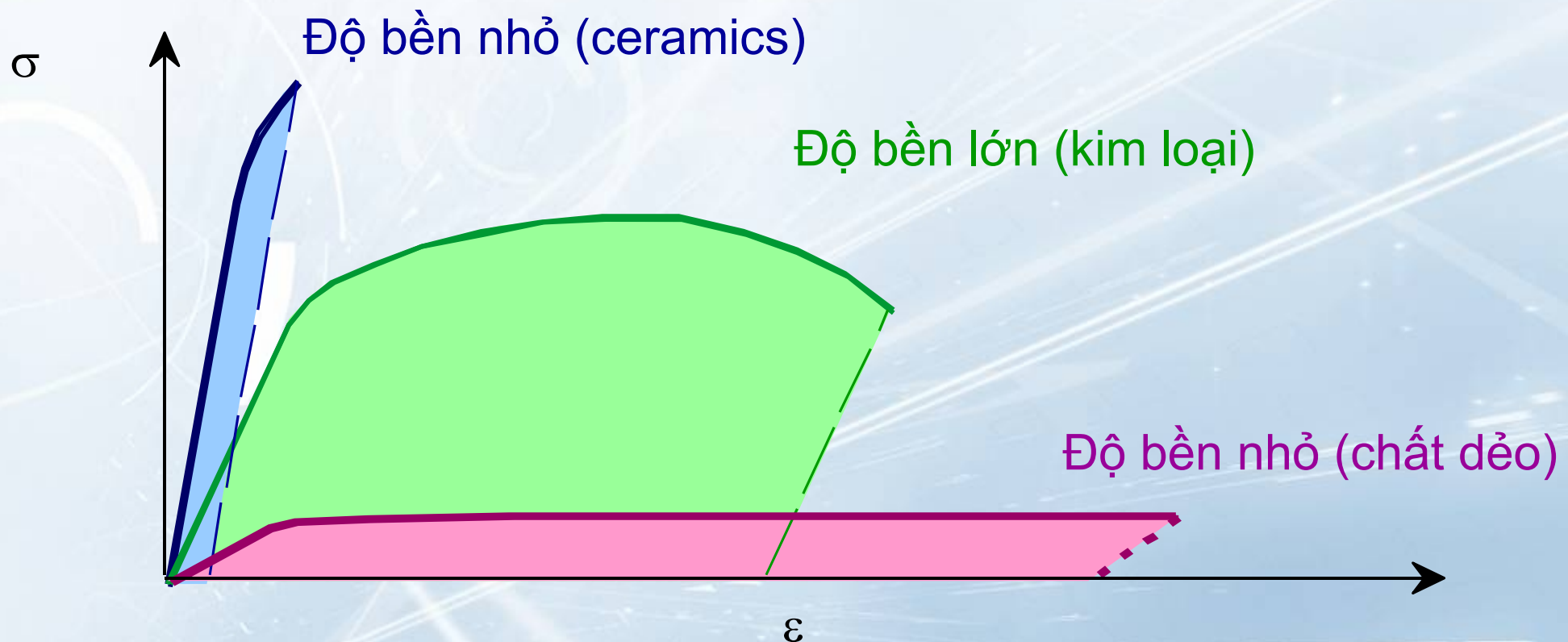
SO SÁNH CÁC LOẠI ĐỘ BỀN

Material	σ_y (MPa)	TS(MPa)	%EL
Diamond (ceramic)	50,000	50,000	0
Pure ductile metals	20 to 80	200 to 400	50 to 150
High density polyethylene	19 to 36	33 to 36	100 to 600

- *Vật liệu kim cương và gốm sứ có %EL=0 cho thấy độ bền dẻo và độ bền kéo cao nhưng lại rất giòn.*
- *Kim loại và polymer có độ bền dẻo và độ bền kéo tương đối và có tính mềm dẻo.*
- *Độ bền dẻo và độ bền kéo luôn đồng biến*

ĐỘ BỀN

- **Độ bền (toughness)** được xem là **năng lượng cần thiết để phá vỡ một đơn vị thể tích** của vật liệu, được đặc trưng bởi phần diện tích bên dưới đường cong ứng suất và độ biến dạng.



ĐỘ CỨNG

➤ **Độ cứng (hardness)** là thước đo mức độ chống lại sự biến dạng dẻo trên bề mặt vật liệu (một vết lõm hay trầy xước nhỏ).

Các thang độ cứng:

Mohs

Brinell

Vickers

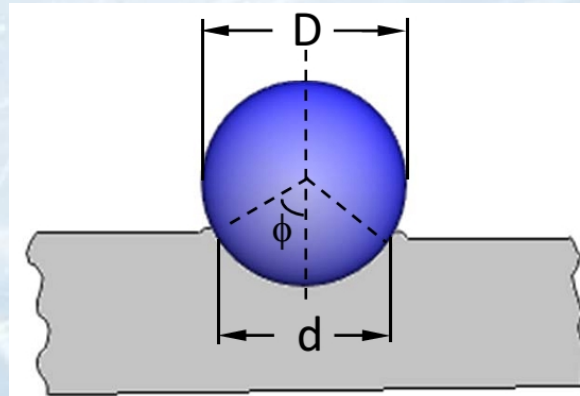
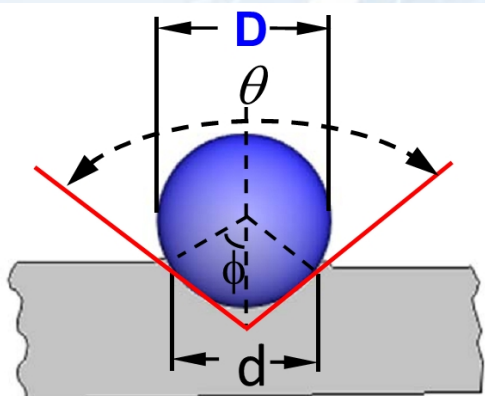
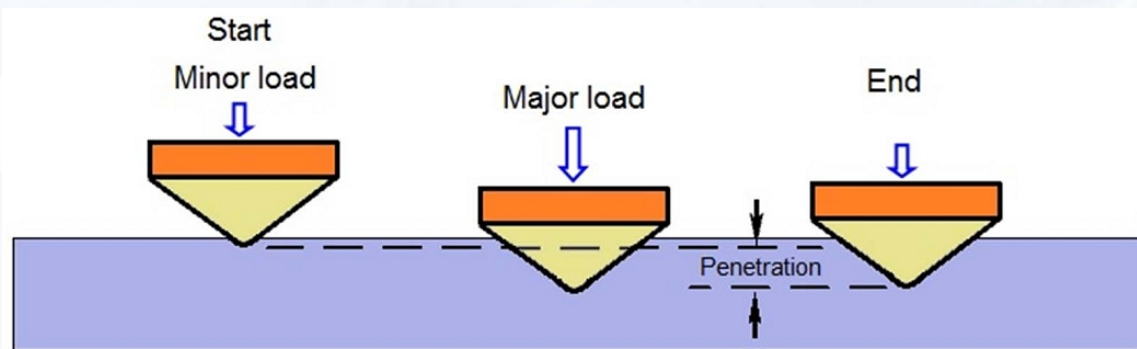
Knoop

Rockwell

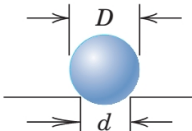
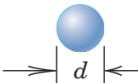
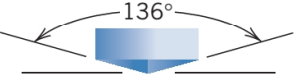


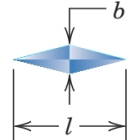
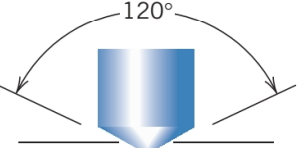

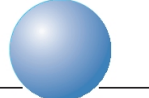

Thang Mohs	Khoáng vật
1	Tan ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$)
2	Thạch cao ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
3	Đá canxit (CaCO_3)
4	Đá fluorit (CaF_2)
5	Apatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}^-, \text{Cl}^-, \text{F}^-)$)
6	Octoclas felspat (KAlSi_3O_8)
7	Thạch anh (SiO_2)
8	Topaz ($\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{OH}^-, \text{F}^-)_2$)
9	Corundum (Al_2O_3)
10	Kim cương (C)

ĐỘ CỨNG

Một số thiết bị đo độ cứng



ĐỘ CỨNG

Test	Indenter	Shape of Indentation		Load	Formula for Hardness Number ^a
		Side View	Top View		
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	<ul style="list-style-type: none"> { Diamond cone; { $\frac{1}{16}$-, $\frac{1}{8}$-, $\frac{1}{4}$-, $\frac{1}{2}$- in.-diameter steel spheres 			<ul style="list-style-type: none"> { 60 kg { 100 kg { 150 kg Rockwell	
				<ul style="list-style-type: none"> { 15 kg { 30 kg { 45 kg Superficial Rockwell	

Một số phương pháp đo độ cứng

Quy đổi các thang đo độ cứng

