



Universitatea POLITEHNICA din Bucuresti
Facultatea de Chimie Aplicata si Stiinta Materialelor
Catedra Stiinta si Ingineria Materialelor Oxidice si Nanomateriale



Chimia și caracterizarea materialelor I

Conf.dr.ing. Anton FICAI

Sistemul de notare

Ponderea aferenta diverselor etape:

- 40% Activitatea de laborator
- 20% Referat pe tema cursului
- 40% Verificarea finala (examen)

Condiții de promovare:

- Minim 50% din punctajul de examen
- Minim 50% din punctajul total maxim (100pct)

anton.ficai@upb.ro

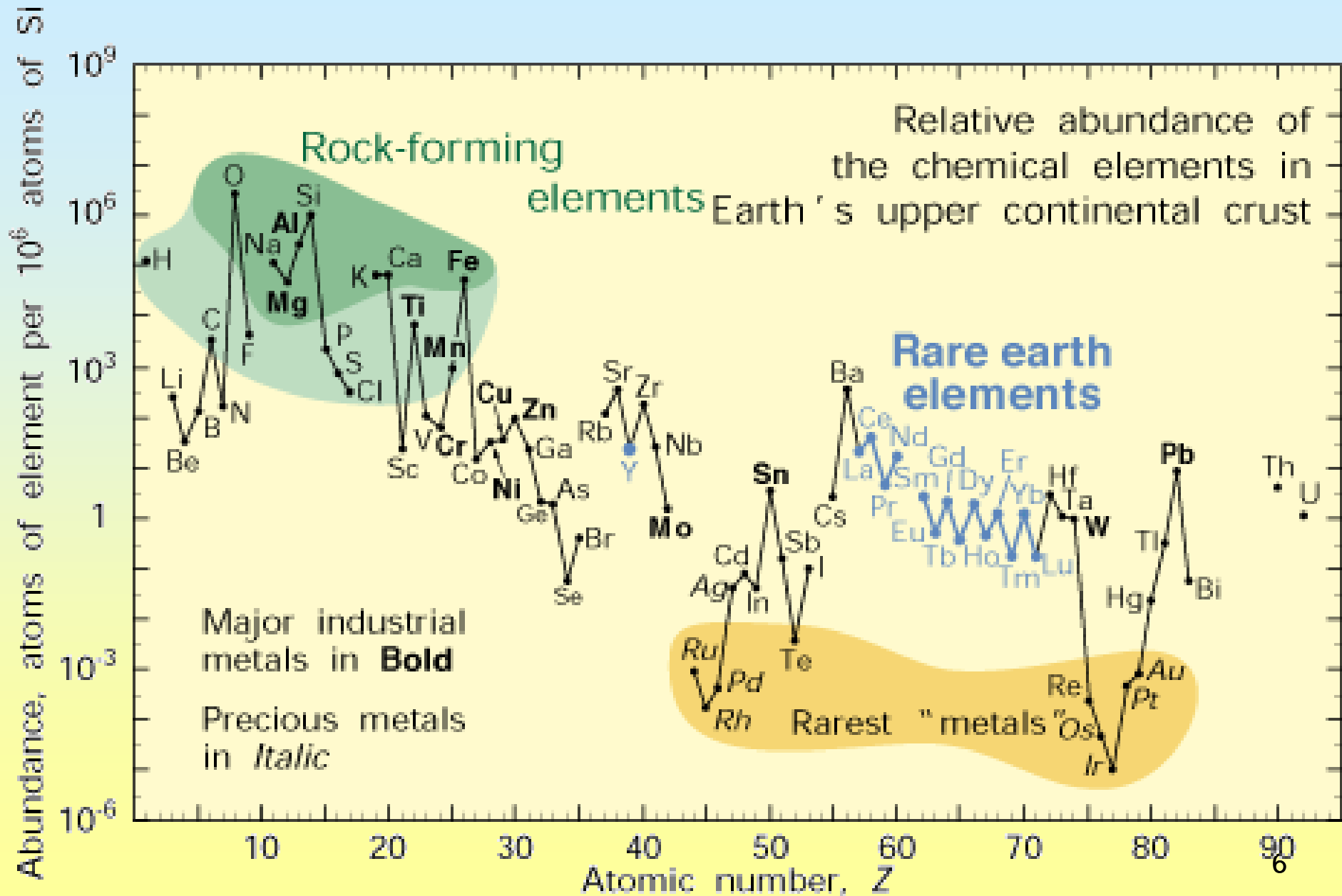
| Clase de materiale | Definiții | Exemple | Proprietăți | Aplicații |
|---------------------------|--|--|---|---|
| Metale sau aliaje | Combinății de una sau mai multe „elemente metalice”. In anumite cazuri, acestea pot conține și elemente nemetalice – otel (C) | Otel, aluminiu, titan, aur, Plumb, cupru, platina, bronz | dens, ductil, conductori electrici și termici, opac | Fire electrice, materiale structurale (clădiri, poduri), auto-aerospațiale, trenuri (motoare, șasiuri, roți, ...), magneți, ... |
| Ceramice și vitroceramici | Materiale anorganice nemetalice care uzual sunt procesate termic în etapele de sinteza/ procesare | Ceramice structurale; refractare, porțelanuri, sticle | Densități mai scăzute decât a metalelor, ductile, conductivitate termică scăzută, rezistența la coroziune | Vesela ceramică, vase, figurine, obiecte de artă, cazi, chiuvete, izolatoare electrice și termice, țevi de canalizare, gresie/faianța și placări termoizolante, plombe dentare, materiale abrazive, geamuri |
| Polimeri | Un polimer conține multe unități monomere legate chimic. | Materiale plastice (sintetice sau naturale: nailon, cristale lichide, adezivi, elastomeri (cauciuc) | Densitate scăzută, izolatori electrici și termici (în general), diferite proprietăți optice | Țesături, piese auto, materiale de ambalare, saci, elemente de fixare, lipici, containere, căști de telefon, benzi de cauciuc |
| Compozite | Compozitele conțin două sau mai multe substanțe distincte, care sunt combinate pentru a produce un material nou, cu proprietăți care nu sunt prezente în niciun material în parte, sau induc proprietăți îmbunătățite. | Compozite ranforsate cu fibră de sticlă (sticlă și un polimer), placaj (straturi de lemn și lipici), beton (ciment și pietriș) | Proprietăți depind de volumul și distribuția agentului de ranforsare/ umplutură. Proprietățile care se obțin sunt mai ușor de obținut decât cu orice material în parte. | Cluburi de golf, rachete de tenis, cadre de bicicletă, cauciucuri, auto mobile, industria aerospațială, vopseluri; materiale construcții, etc |

Proprietăți caracteristice ale materialelor ingineresti

- Proprietăți mecanice
 - Densitate
 - Rezistența la întindere/compresiune
 - Duritate
 - Ductilitate
 - Rezistență la oboseală
- Proprietăți Chimice
 - Reactivitate
 - Rezistența la foc
- Proprietăți termice
 - Conductivitate termică
 - Coeficient de expansiune
 - Punct de topire
- Proprietăți electrice
 - Conductibilitate electrică
- Proprietăți optice
 - Transmisivitate
 - Culoare

Alte probleme legate de materiale

- Disponibilitate – dimensiuni, cantități minime
- Ușurința de obținere - prelucrabilitatea, sudabilitate.
- Compatibilitate - compatibilitate electrochimică cu alte părți ale sistemului.
- Fiabilitate – cat de consistente sunt proprietățile materialului.
- Cost - acest factor este utilizat pentru prima pentru trierea inițială a unui număr mare de opțiuni posibile.
- Recuperarea/reciclabilitatea - creșterea preocupărilor de mediu (și a legislației rezultate) la nivel mondial a impus producătorilor să folosească materiale care pot fi reciclate cu dificultate minimă.



Reciclare

Reciclarea oțelurilor: ratele de reciclare pentru oțel au depășit în mod constant 50%. În fiecare an, mai mult oțel este reciclat decât aluminiul, hârtie, sticlă și plastic combinat!

Reciclarea aluminiului: reciclarea aluminiu este considerat cel mai profitabil dintre toate tipurile de materiale reciclate. Aceasta este sortata folosind magneți pentru a separa oțel și aluminiu. Aluminiu este foarte reactiv nu se găsește în pământ în forma sa pură. Extracția este un proces complex și foarte mare consumatoare de energie care prelucrează/reduce oxidul de aluminiu din bauxită și apoi elimină oxigenul într-un proces de topire/ reducere. Reciclarea de aluminiu este relativ ușor, și economisește până la 95% comparativ cu obținerea aluminiului din bauxita.

Metale prețioase: Platina, rodiu, aur, argint, chiar și metale, cum ar fi nichel și cadmiu (utilizate în echipamente electronice) pot fi recuperate în mod rezonabil datorită reactivității lor scăzute.

Reciclarea sticlei: Reciclarea sticlei este extrem de eficienta fiind un material foarte stabil, netoxic. Reciclarea sticlei depinde de eficienta de separarea pe culoare a materialului/deșeurilor.

Reciclarea hârtiei: Reciclarea hârtiei și cartonului este ușor de realizat și foarte eficienta. Cantitatea de hârtie reciclată a crescut constant. Calitatea hârtiei reciclate depinde de procesul utilizat. Hârtia nu pot fi reciclată pentru totdeauna. Fiecare proces reduce lungimea fibrei, reducând astfel capacitatea fibrelor de a se lipi împreună fără utilizarea adezivilor suplimentari.

Reciclarea materialelor plastice: Problema principală cu reciclarea materialelor plastice este contaminarea încrucișată cu rășini. Dacă un tip de plastic sunt reciclat cu altul, se poate degrada semnificativ calitatea produsului final. De aceea, este necesar un proces de sortare atentă. Există diferite metode folosite pentru a sorta materiale plastice. Odată ce materialul a fost sortat, acesta poate fi recondiționat cu ajutorul unui număr de diferite tehnici, inclusiv extrudare, turnare prin suflare, și turnare prin injecție, și refolosite în diverse aplicații.

Clasificarea materialelor

- Bazat pe compoziția chimică:
 - Proteina vs carbohidrați, etc.
 - Colagenul vs mătase
- Pe baza comportamentului mecanic:
 - Izotrope * vs anizotrope
 - Simplu vs compozit
 - Rigid vs elastice vs maleabil
- * Omogenitate compozițională și de proprietate
 - oțelul este izotrop, lemnul este anizotrop

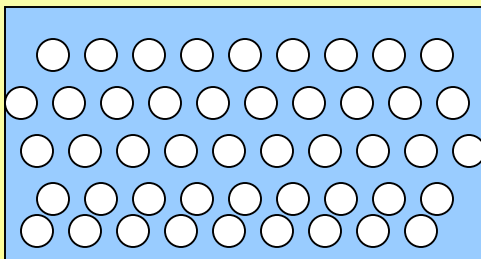
Diferentele dintre materialele unare – binare – ternare (compozite)?



Materialele unare au
structura omogena



Materialele compozite sunt
compuse din doua sau mai
multe faze, pot include si pori




Materiale compozite

- Anizotropia compozițională a materialelor este extrem de utilă în prevenirea și propagarea fracturilor
- Compozite veritabile: lemn, os, beton (armat), compozite rășină – fibre de sticlă
- De asemenea structuri compozite sunt reprezentate de ușile de lemn alcătuite din foi de lemn (exterior) cu umplutura de hârtie structurată tip fagure (interior) => rezistență și ușoare.

Materiale rigide reprezentative

- Materiale ingineresti:
 - Otel
 - Beton, cărămizi
- Materiale biologice:
 - Os
 - Lemn
 - Cuticle de artropode
 - Carapace de moluste



Materiale compozite
veritabile

Proprietăți fizice ale materialelor

| Material | Densitate, kg/m ³ |
|------------------------------|------------------------------|
| Materiale ingineresti | |
| Otel | 7800 |
| Beton | 2300 |
| Cauciuc | 1100 |
| Materiale biologice | |
| Os | 2000 |
| Cartilaj | 1100 |
| Tendon | 1300 |

Densitatea apei este 1000 kg/m³

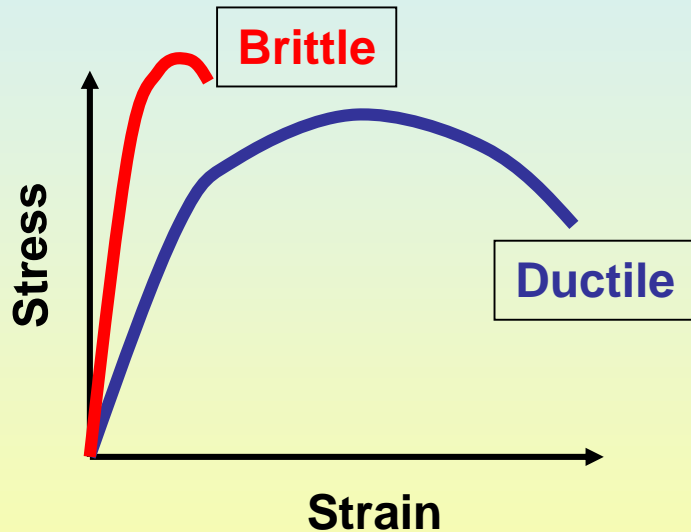
Rezistența mecanică

- Este o măsură a abilității unui material de a rezista la deformări mecanice cu menținerea formei
- Este cuantificată în termeni de sollicitare și rezistență la rupere.
- Oțelurile carbon și aliajele metalice au rezistență mai mare decât metalele pure.
- Ceramica prezintă, de asemenea, rezistențe foarte mari.

Duritatea

- Arata capacitatea materialului de a rezista la indentare, abraziune și uzură.
- Acesta este cuantificată pe o scală de duritate, cum ar fi Rockwell și Brinell.
- Duritatea și rezistența se corelează foarte bine, pentru că ambele proprietăți sunt legate de legăturile moleculare.

Ductilitate



- Arata capacitatea materialului de a se deforma înainte de eșec.
- Acesta este cuantificat prin citirea valorii de deformare la momentul fracturii pe curba deformare - solicitare.
- Exemple de material ductile includ:
 - oțel carbon (cu conținut mic de C)
 - aluminiu
 - guma de mestecat

Tenacitatea

Este o măsura a abilității unui material de a absorbi energia. Există două modalități de măsurare a tenacității:

a) Integrarea curbei de deformare – solicitare

- Absorbție lentă de energie
- Energia absorbită pe unitatea de volum:
- $(\text{kg/cm}^2) \cdot (\text{cm/cm}) = \text{kg} \cdot \text{cm/cm}^3$

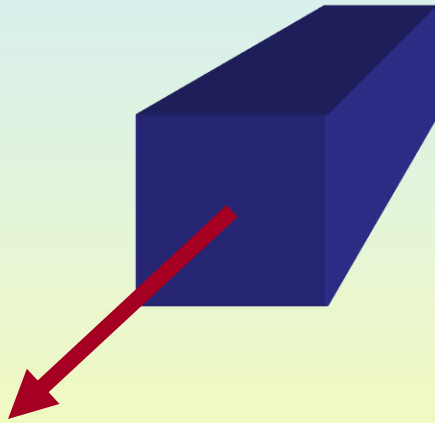
b) Testul Charpy

- măsoară tenacitatea la impact

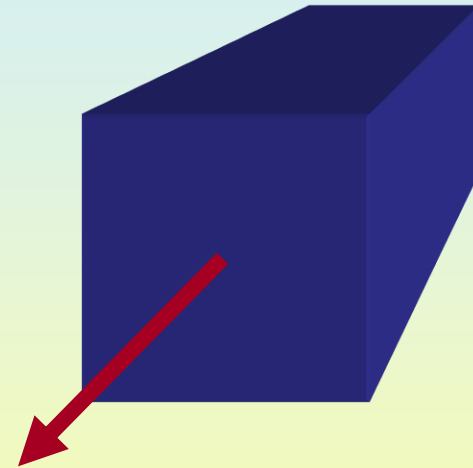
Normalizarea fortei

Suprafața= 5 cm²

Suprafața= 10 cm²



F = 10 N



F = 20 N

$$\text{Solicitarea } (\sigma) = \frac{\text{Forța}}{\text{Suprafața}} = 2 \text{ N / cm}^2$$

Tipuri de sollicitări



Tensiune



Compresiune

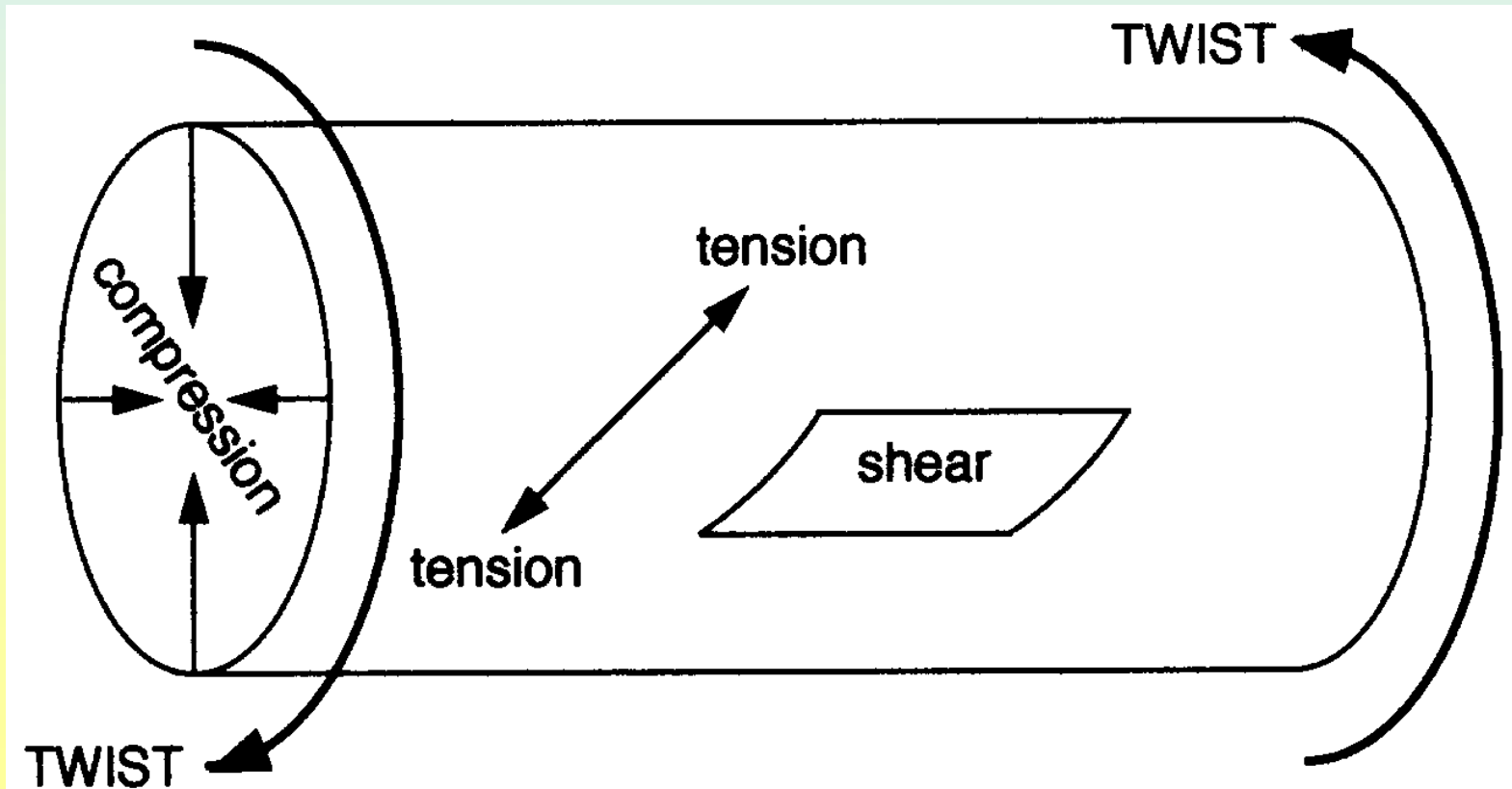


Forfecare



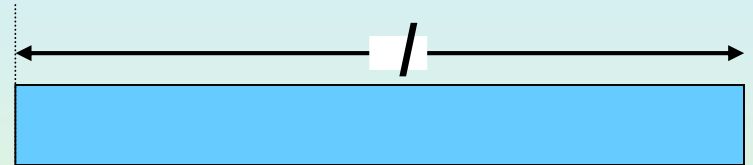
Torsiune

Torsiunea este o combinație complexă de tensiune, compresiune și forfecare

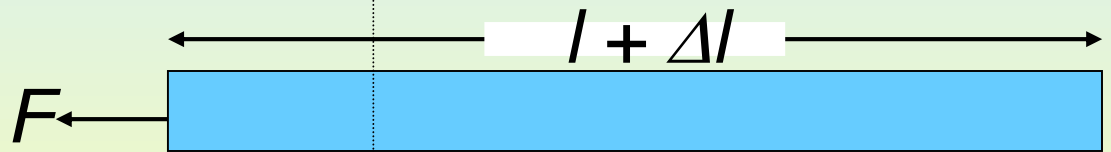


Normalizarea deformării

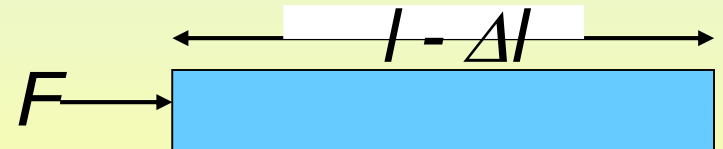
In repaus



La solicitare
la tensiune

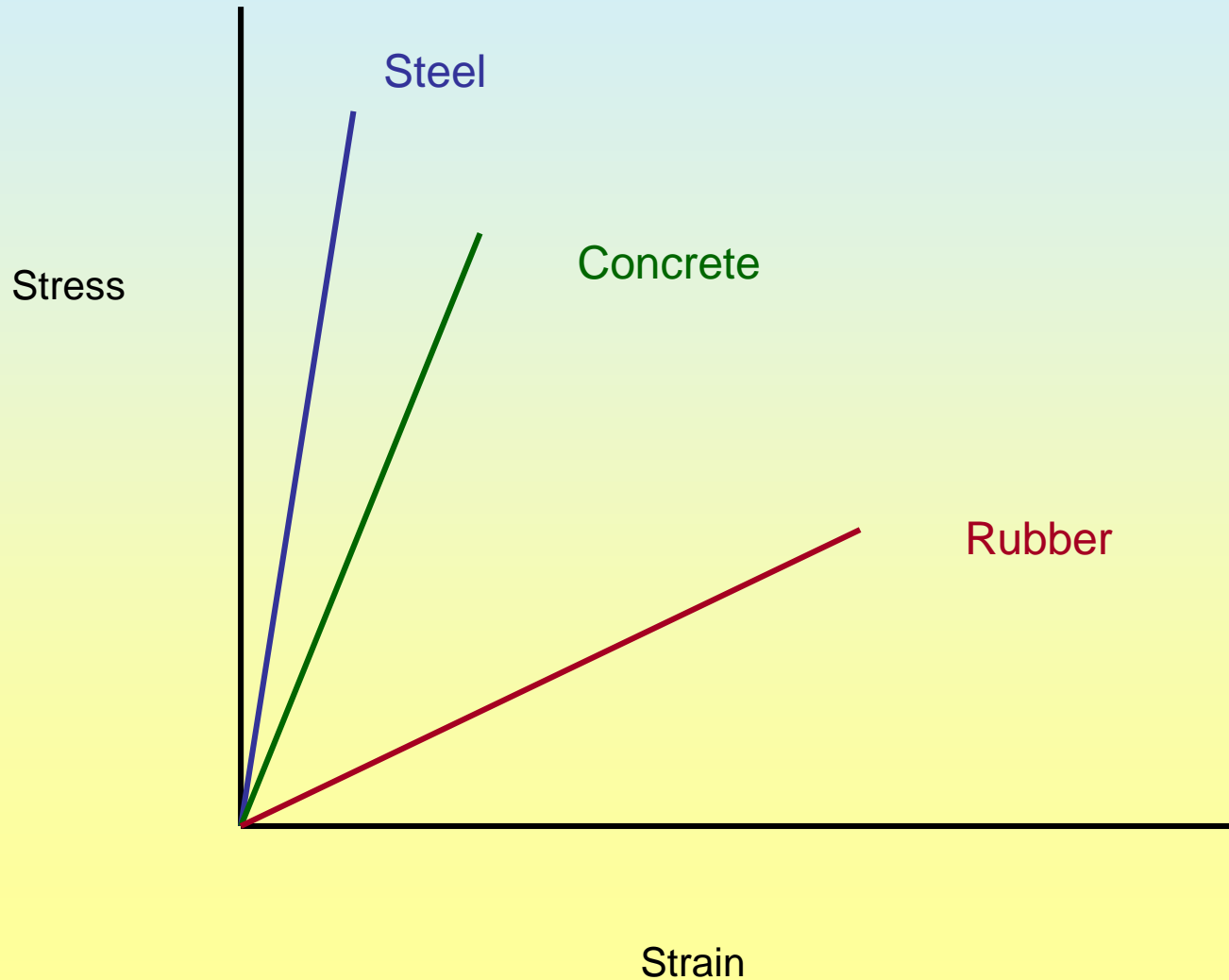


La solicitare
la compresiune

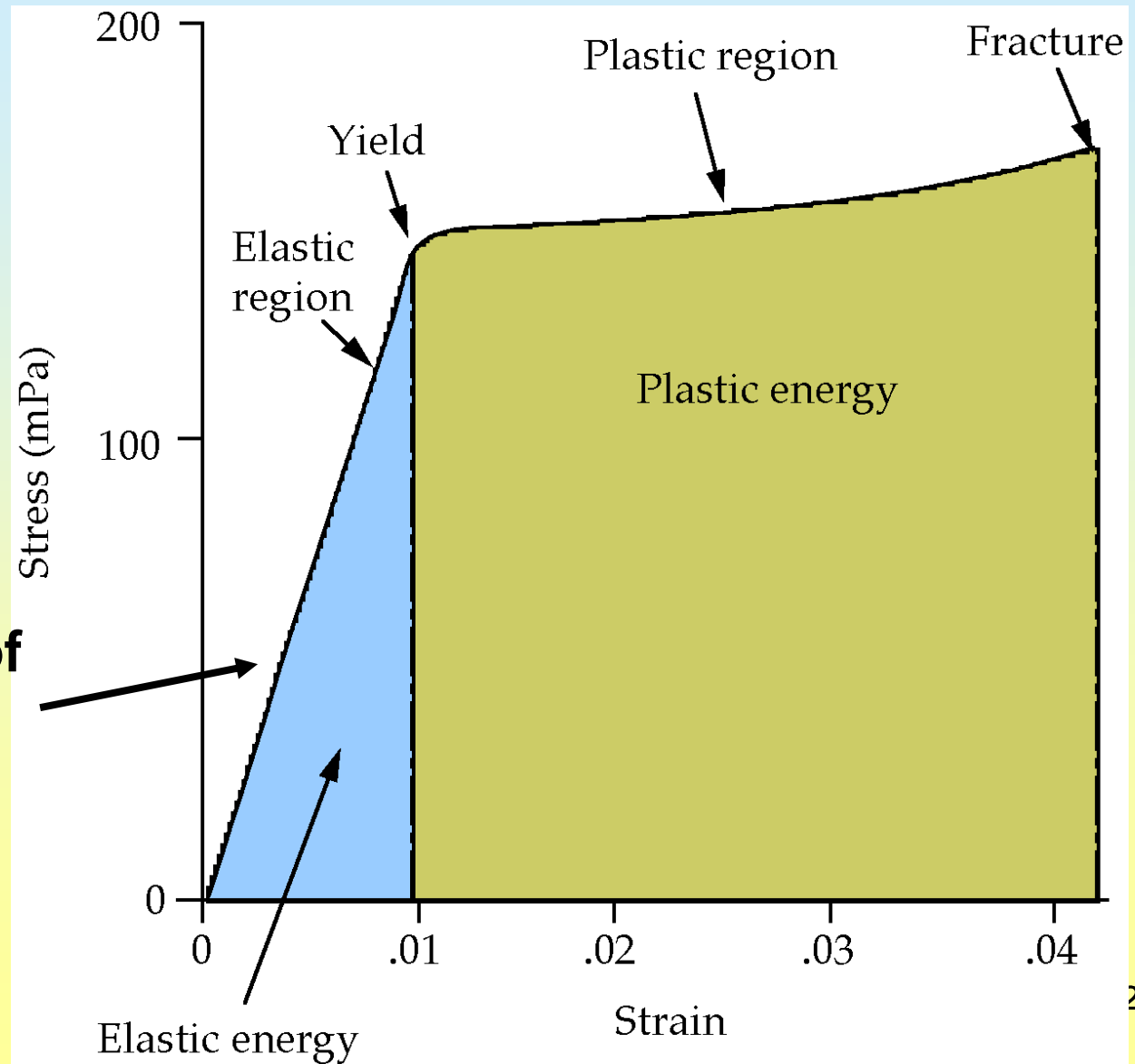


$$deformarea = \frac{\Delta l}{l}$$

Tipuri de curbe deformare - sollicitare?

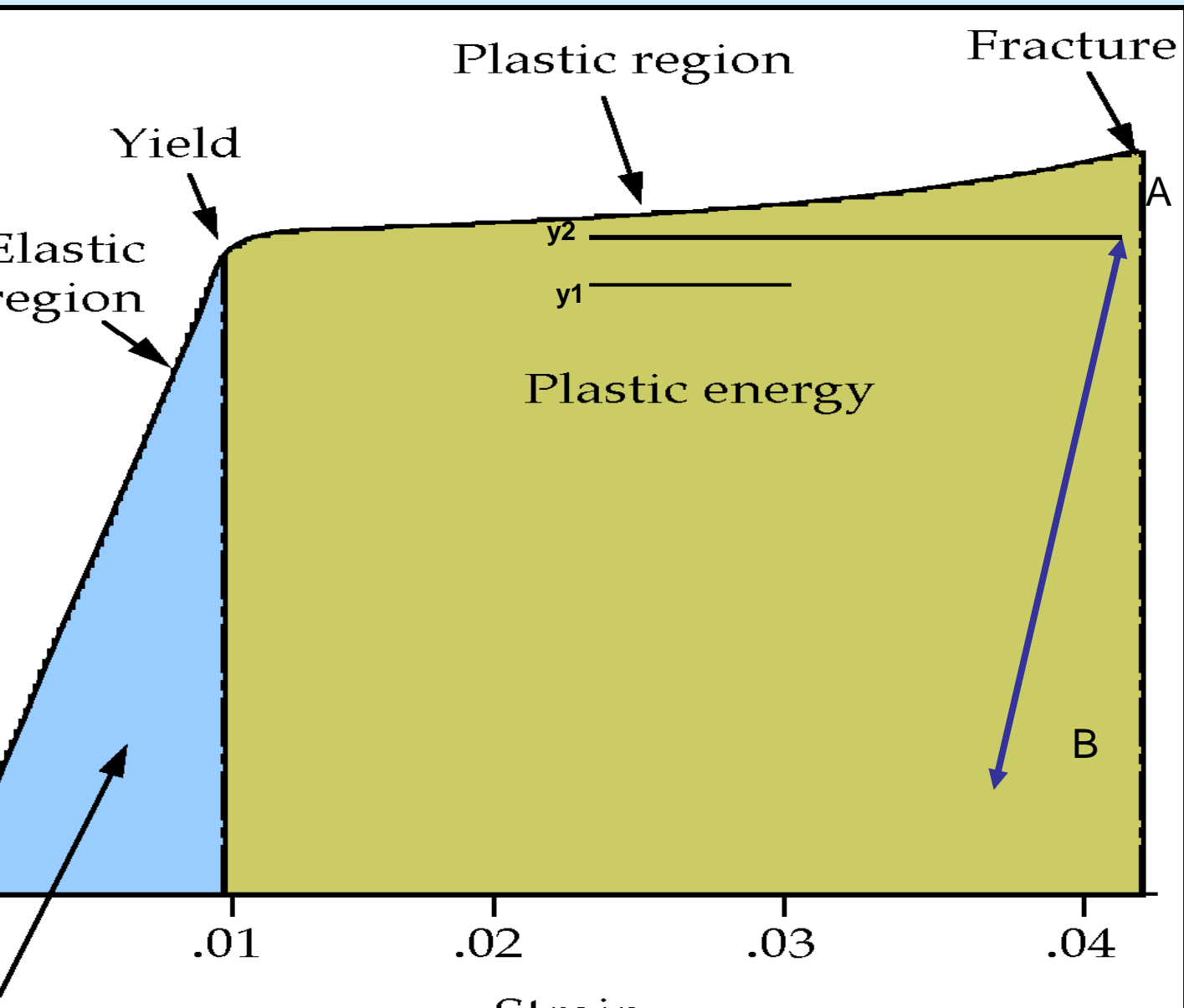


Interpretarea curbei deformare – solicitare



E is the slope of the plot in the elastic region

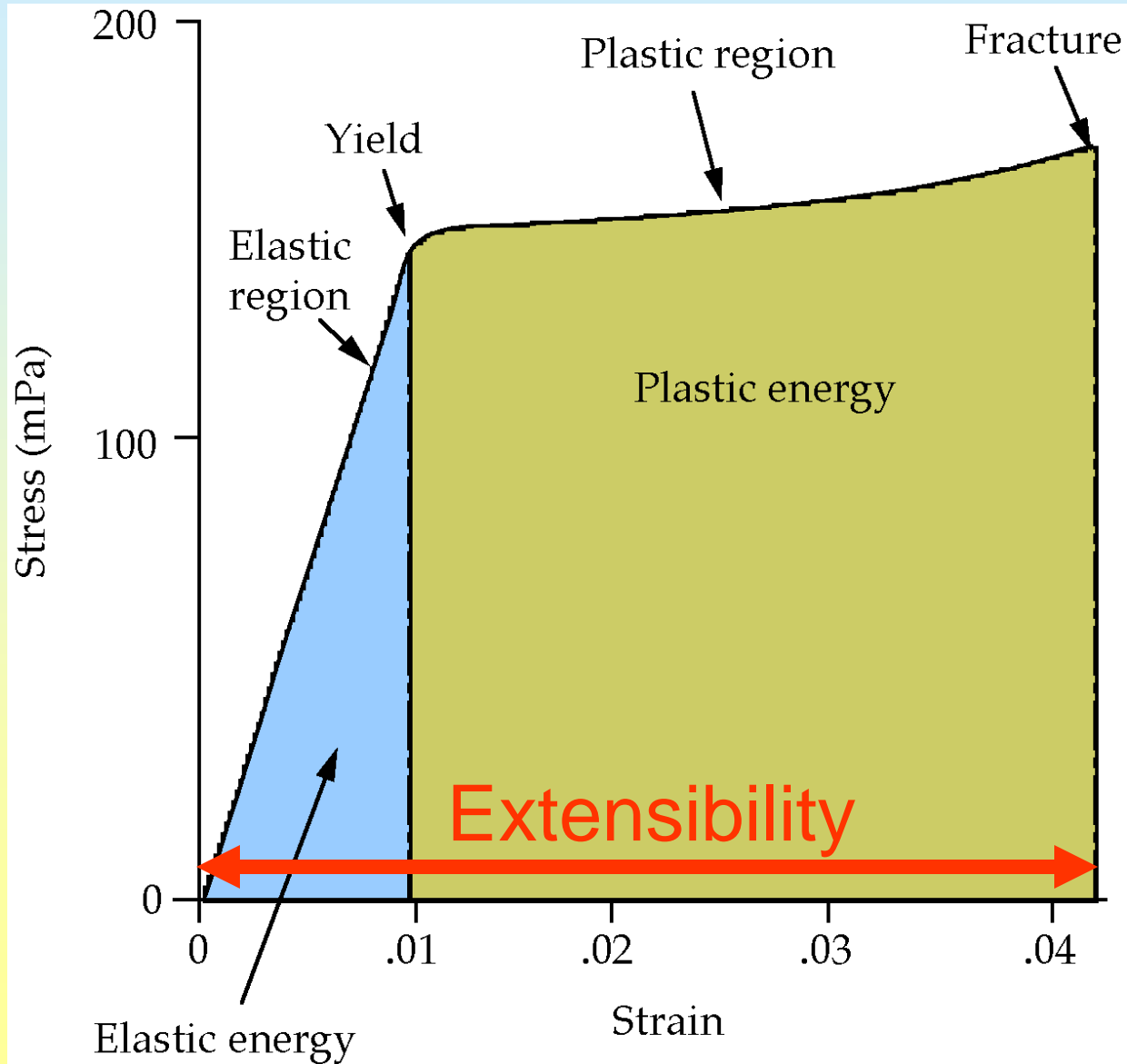
Deformare



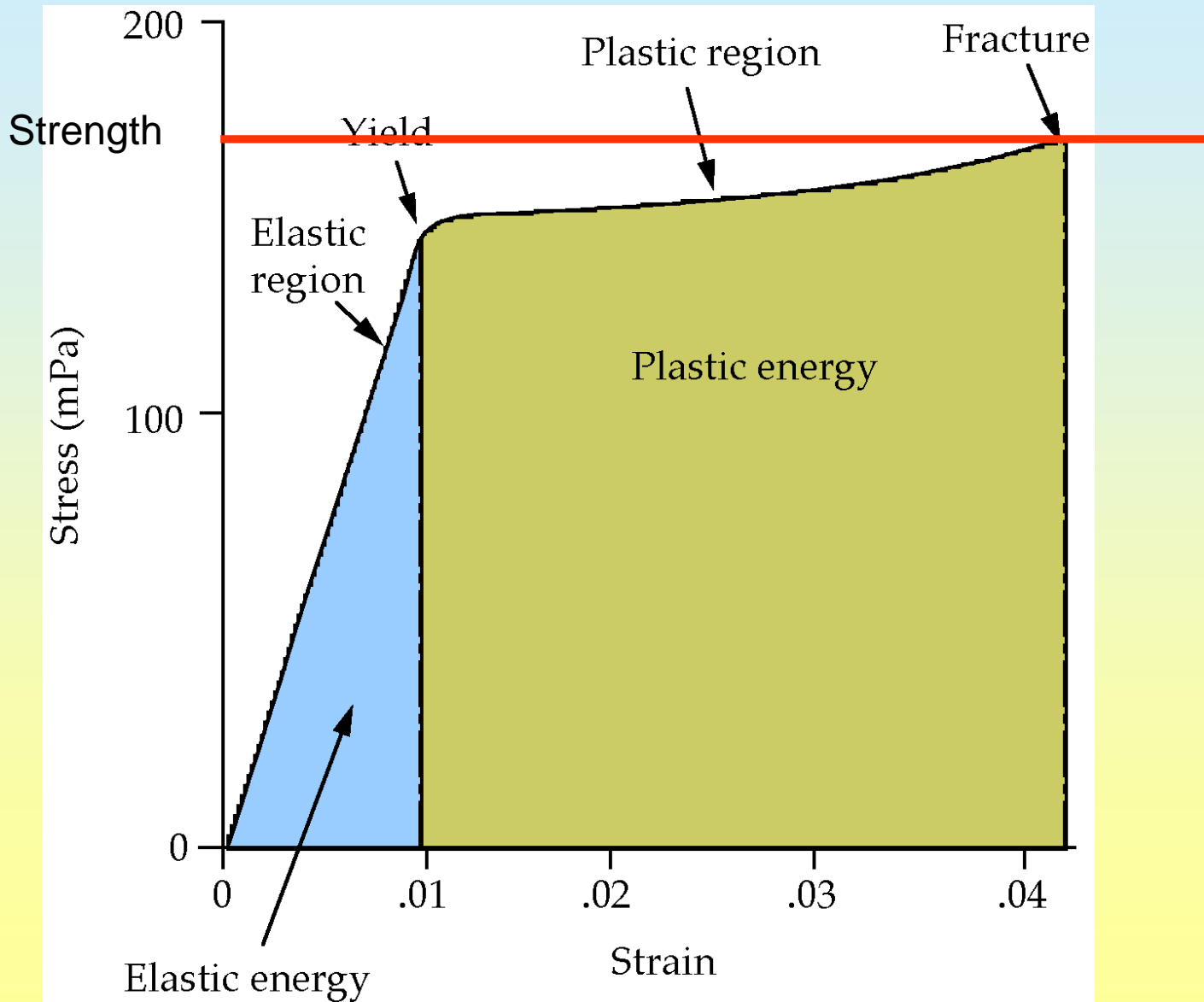
Modulul Young

| Material | Modulul Young, N/m ² |
|------------------------------|------------------------------------|
| Materiale ingineresti | |
| Otel | 2.1×10^{11} |
| Beton | 1.7×10^{10} |
| Cauciuc | 7×10^6 |
| Materiale biologice | |
| Os | 1.7×10^{10} |
| Cartilaj | 1.3×10^{17} |
| Tendon | 1.9×10^8 |

Extensibilitate



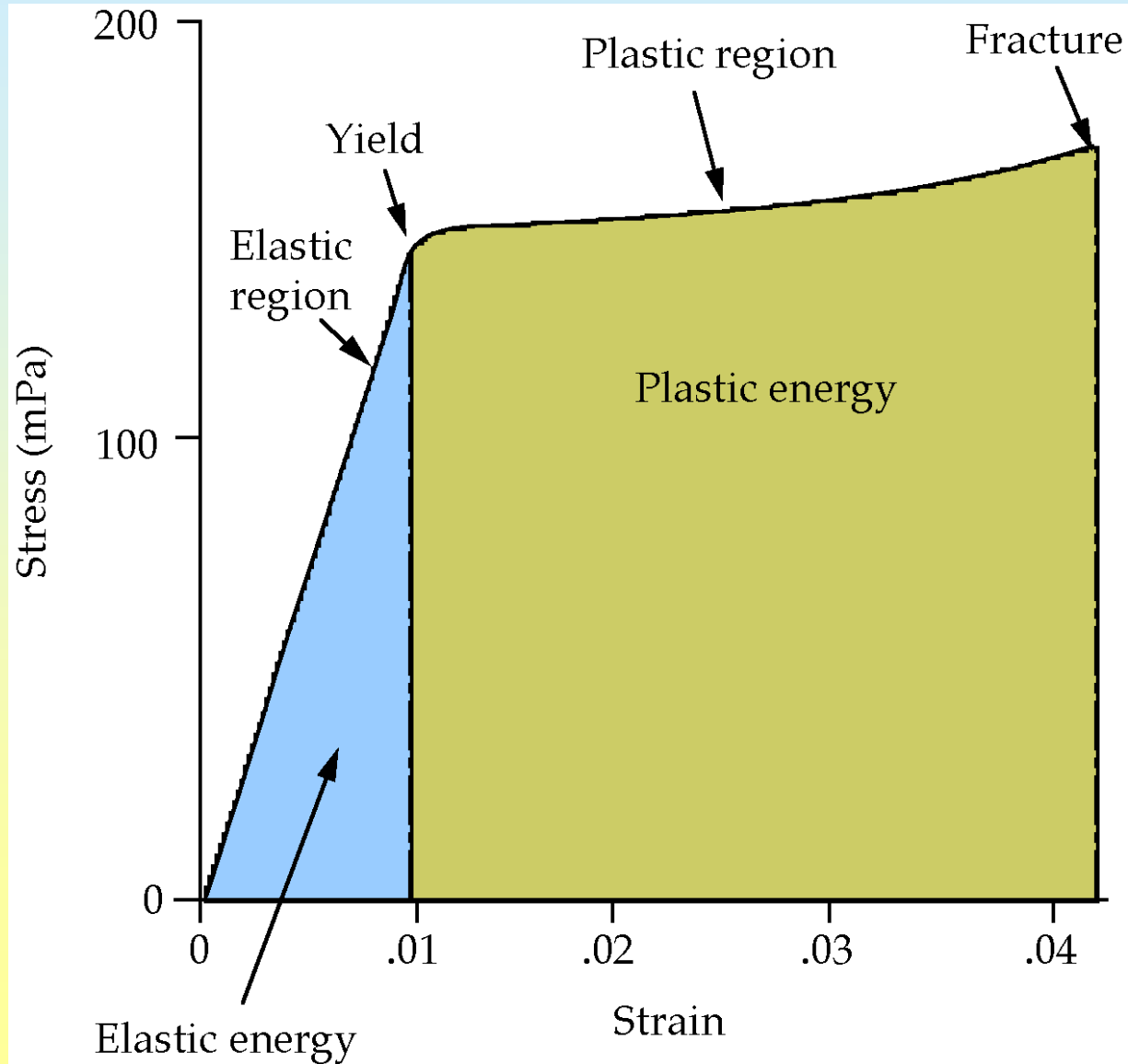
Rezistența la rupere



Rezistența la rupere a materialelor

| Material | Rezistența la rupere, N/m ² |
|------------------------------|--|
| Materiale ingineresti | |
| Otel | 1.5×10^9 |
| Beton | 4×10^6 |
| Cauciuc | 7×10^6 |
| Materiale biologice | |
| Os | 1.2×10^8 |
| Cartilaj | 5.9×10^5 |
| Tendon | 9.8×10^7 |

Tenacitatea la rupere



Factorii care modifică proprietățile materialelor

- Temperatura:
 - Creșterea temperaturii va conduce la scăderea:
 - modulului de elasticitate
 - limita de curgere
 - rezistenței la tracțiune
 - Scăderea temperaturii conduce la:
 - creșterea ductilitate
 - reducerea fragilitate
- Mediu:
 - Sulfiți, clor, oxigen în apă, radiații

Proprietățile materialelor: Metale

| Metal | Densitate Mg/m ³ | Modulul Young, GPa | Modulul de forfecare | Coeficientul lui Poisson | Limita de curgere | Ultimate Stress | Elongarea |
|-----------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|-----------|
| Aluminiu | 2.7 | 70 | 26 | 0.33 | 20 | 70 | 60 |
| Aliaj Al | 2.7 | 80 | 28 | 0.33 | 35 - 500 | 100-550 | 1 - 45 |
| Alama | 8.6 | 100 | 39 | 0.33 | 70 - 550 | 200-600 | 4 - 60 |
| Bronz | 8.2 | 110 | 40 | 0.33 | 80 - 690 | 200-830 | 5 - 50 |
| fonta | 7.2 | 80 - 170 | 60 | 0.2 – 0.3 | 120 -290 | 70-480 | 0 - 1 |
| Mag Alloy | 1.7 | 45 | 17 | 0.35 | 80 - 280 | 140-340 | 2 - 20 |
| Sudura | 9 | 20 - 30 | | | | 12 - 54 | 5 - 30 |
| otel | 7.8 | 200 | 80 | 0.3 | 280-1600 | 340-1900 | 3 - 40 |
| Aliaj Ti | 4.5 | 110 | 40 | 0.33 | | 960 | 10 |

Proprietățile materialelor

| Material | Densitate Mg/m ³ | Modulul Young, GPa | Coeficientul lui Poisson | Rezistența la curgere, MPa | Rezistența la rupere MPa |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Caramizi (compresiune) | 1.8 – 2.4 | 10 - 24 | | | 7 - 70 |
| beton | 2.4 | 18 - 30 | 0.1 – 0.2 | | 230 - 380 |
| sticla | 2.6 | 48 - 83 | 0.2 – 0.27 | | |
| Nylon | 1.1 | 2.1 – 2.8 | 0.4 | | 40 - 70 |
| Piatra: Granit (compresiune) | 2.6 | 40 - 70 | 0.2 – 0.3 | 70 – 280 | |
| Stone: marmura (compresiune) | 2.8 | 50 - 100 | 0.2 – 0.3 | 50 - 180 | |
| Lemn: Cenușa (Flexiune) | 0.6 | 10 - 11 | | 40 - 70 | 50 - 100 |
| Lemn: Stejar (Flexiune) | 0.7 | 11 - 12 | | 40 - 60 | 50 - 100 |
| Lemn: Pin (Flexiune) | 0.6 | 11 - 14 | | 40 - 60 | 50 - 100 |

Va multumesc pentru atentie