

# Tecnologia Industrial 1r Batxillerat

Artur Arroyo

# Tecnologia Industrial 1r Batxillerat

## 1 Propietats i assaigs

- Els materials i els processos industrials
- Propietats mecàniques
- Propietats tèrmiques

# Criteris de selecció de materials

- **Les propietats.** Per exemple, per un pot de cuina, ha de ser bon conductor de la calor.
- **Les qualitats estètiques.** Per exemple, en objectes de seguretat que han de ser localitzats ràpidament.
- **El procés de fabricació.** Per exemple, es disposa de la maquinaria necessària per treballar el material?
- **El cost.** S'ha de tenir en compte la rendibilitat del producte final.
- **La disponibilitat.** S'ha de tenir en compte la *vida prevista* al mercat.
- **L'impacte ambiental.** En operacions d'extracció i transformació de les matèries primeres i reciclatge quan ha finalitzat la vida útil del producte.

# Resistència mecànica i assaig de tracció I

La **resistència mecànica** és la capacitat que té un material per suportar esforços sense deformar-se o trencar-se.

Distingim els següents tipus d'esforç:

- **De tracció:** quan intenten estirar.
- **De compressió:** quan intenten aixafar.
- **De flexió:** quan intenten doblegar.
- **De torsió:** quan intenten retorçar.
- **De cisallament:** quan intenten tallar.

## Resistència mecànica i assaig de tracció II

- 1 **Models de deformació i comportament mecànic.** Parlem de *deformacions elàstiques* quan es retira l'esforç i aquestes no són permanents. Si la deformació roman, es parla de *deformació plàstica*. Els materials *fràgils* són aquells que apenes s'han començat a deformar ja es trenquen. Els materials *dúctils* es poden estirar en fils molt llargs sense trencar-se. Els *maleables* es poden estirar en làmines de gruix molt petit. El *vinclament* és la deformació (corbament) d'un objecte sotmés a un esforç de compressió.
- 2 **Assaig de tracció** L'assaig de tracció és una de les proves de laboratori més utilitzades i que més informació proporciona sobre les propietats mecàniques dels materials.

# Resistència mecànica i assaig de tracció III

## 3 Esforç unitari

L'**esforç unitari** ( $\sigma$ ) o simplement *esforç*, és la relació entre la força  $F$  aplicada a un material i la secció  $A$  sobre la qual s'aplica.

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ N/mm}^2 (\text{MPa})$$

### Exemple

Calculem l'esforç que pateix una barra d'acer de diàmetre  $D = 10 \text{ mm}$  al aplicar-li una força de tracció  $F = 2000 \text{ N}$ .

$$\sigma = \frac{2000 \text{ N}}{\pi \cdot (5 \text{ mm})^2} = 25,46 \text{ MPa}$$

## Resistència mecànica i assaig de tracció IV

### 4 Allargament unitari

Quan s'aplica un esforç de tracció prou intens a un material, aquest s'allarga.

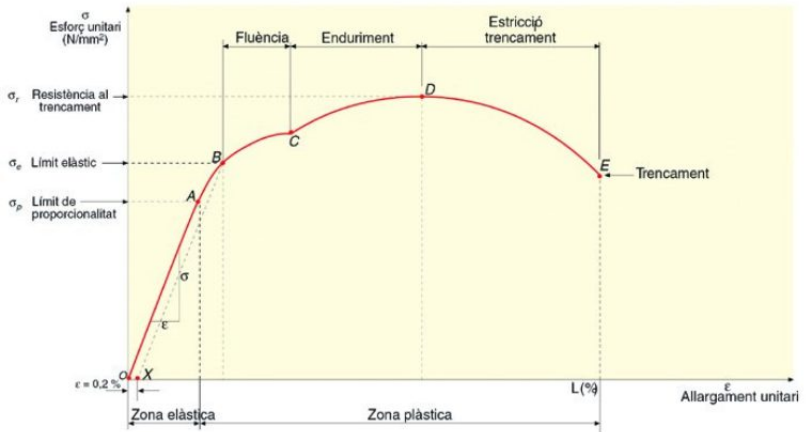
L'**allargament unitari** ( $\varepsilon$ ) és la relació entre l'allargament  $\Delta L$  d'una peça i la llargària inicial  $L_0$  que tenia abans d'aplicar l'esforç de tracció.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_f - L_0}{L_0}$$

### 5 Diagrama de tracció

En aquests assaigs es fan servir provetes normalitzades, de secció circular que són sotmeses a esforços de tracció fins a trencar-les.

# Resistència mecànica i assaig de tracció V





## Resistència mecànica i assaig de tracció VI

### 6 Zona elàstica (O-A)

en aquesta zona, les deformacions produïdes són elàstiques. També s'anomena *zona proporcional* (es compleix la llei de Hooke)

$$\sigma_p = E \cdot \varepsilon$$

on  $E$  és el mòdul elàstic o de Young del material i  $\sigma_p$  és l'esforç dins el límit de proporcionalitat. El valor del mòdul de Young es pot interpretar com la *rigidesa* del material, com més gran és, més rígid és el material i, per tant, menor és la deformació elàstica produïda quan hi apliquem un esforç.

## Resistència mecànica i assaig de tracció VII

### 7 Zona plàstica (A-E)

**Límit elàstic (A-B)** A partir del punt *A* comencen les deformacions permanents. Al punt *B* se situa el límit elàstic. Els elements de màquines i estructures es dissenyen amb unes dimensions que els permetin treballar per sota del seu límit elàstic, per tal d'evitar deformacions perilloses. Es defineix el *coeficient de seguretat* com

$$n = \frac{\sigma_e}{\sigma_t}$$

on  $\sigma_t$  és l'anomenada tensió de treball que és l'esforç unitari màxim al qual s'ha de veure sotmesa la peça.

**Zona de fluència (B-C) i enduriment (C-D)** En la zona de *fluència* el material s'allarga sense gairebé incrementar l'esforç. En el tram C-D l'enduriment del material, provocat per

## Resistència mecànica i assaig de tracció VIII

la deformació, fa que calgui augmentar l'esforç per continuar deformant el material.

**Estricció i trencament (D-E)** Quan s'arriba al punt D, comença el trencament de la proveta. L'esforç al punt D es coneix com a *esforç de trencament* ( $\sigma_r$ ). L'esticció és la disminució de la secció en un punt de la proveta.

## Característiques mecàniques d'alguns materials

Al fer un assaig de tracció s'obtenen unes quantitats i per cada material podem dir que el valor de  $E$  (mòdul elàstic) ens indica la rigidesa, el de  $\sigma_e$  (límit elàstic) l'elasticitat, el de  $\sigma_t$  (esforç de trencament) la resistència mecànica i el de  $\varepsilon$  (allargament unitari) la plasticitat del material.

Recordem que la densitat  $\rho$  és una característica intrínseca dels materials i relaciona la massa amb el volum.

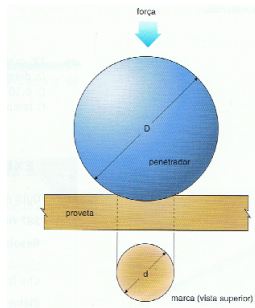
$$\rho = \frac{m}{V}$$

i amb la definició de pes d'un cos  $P = m \cdot g$ , tenim  $P = \rho \cdot g \cdot V$ , expressió que permet trobar el pes d'un cos sabent la seva densitat i volum.

# La duresa I

La **duresa** és la resistència o oposició que presenta un material a ser **ratllat** o **penetrat** per un altre material.

## 1 Assaig de duresa Brinell



## La duresa II

S'aplica una càrrega damunt l'esfera durant un temps. Després es retiren la càrrega i l'esfera i es mesura el diàmetre de la marca que s'ha produït sobre la mostra. El grau de duresa s'obté a partir de l'expressió

$$HBW = 0,102 \cdot \frac{F}{A}$$

on

- $HBW$ : grau de duresa Brinell (sense unitats).
- 0,102: constant (igual a  $\frac{1}{g}$  amb  $g$  acceleració de la gravetat).
- $F$ : càrrega aplicada (N).

## La duresa III

- $A$ : superfície de la marca deixada sobre la proveta ( $\text{mm}^2$ ). Per obtenir el valor de la superfície de la marca es mesura el seu diàmetre i es fa l'operació

$$A = \frac{\pi \cdot D[D - \sqrt{D^2 - d^2}]}{2}$$

Les característiques de l'assaig s'indiquen de la manera següent:

$$XX \text{ HBW } (D/C/t)$$

on

- $XX$ : grau de duresa Brinell.
- $D$ : diàmetre del penetrador (mm).
- $C$ :  $0,102 \cdot F$  ( $F$  és la càrrega aplicada en N).
- $t$ : temps que ha durat l'aplicació de la càrrega (s).

## La duresa IV

### Exemple

Quin és el significat de 187 *HBW* 5/750/20?

El material assajat té una duresa Brinell de 187. L'assaig s'ha fet amb un penetrador de diàmetre  $D = 5 \text{ mm}$  amb una càrrega

$$F = \frac{C}{0,102} = \frac{750}{0,102} = 7353 \text{ N aplicada durant } 20 \text{ s.}$$

- ② **Relació entre la duresa i la resistència a la tracció.** Hi ha una relació de proporcionalitat entre la duresa i la resistència al trencament  $\sigma_r$  donada, en el cas dels acers per

$$\sigma_r = 3,25 \cdot HBW$$

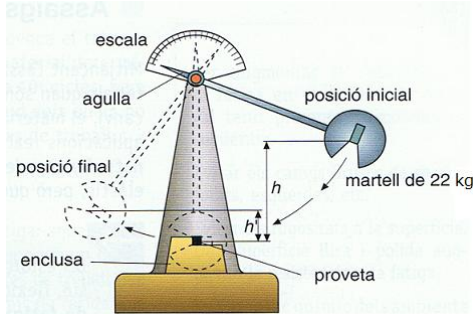


# Tenacitat

La **tenacitat** es defineix com la capacitat de resistència al xoc.

Es coneix amb el nom de **Resiliència** l'energia necessària per trencar un material amb un sol cop.

## Assaig Charpy



# Assaigs de fatiga I

Anomenem **esforços de fatiga** als esforços que alternen el seu sentit d'aplicació de manera repetitiva o cíclica en el temps.

L'assaig de fatiga intenta reproduir les condicions de treball reals dels materials. Els resultats de l'assaig es representen en un gràfic que es coneix per **corba S-N** o **diagrama de Wöhler**. A l'eix vertical es representa l'amplitud de l'esforç aplicat i a l'eix horitzontal el nombre de cicles  $N$  a què ha estat sotmesa la proveta fins al seu trencament. A partir de la corba S-N es defineixen dos valors importants:

- **resistència a la fatiga**: valor de l'amplitud de l'esforç que provoca el trencament del material després d'un nombre determinat de cicles.

## Assaigs de fatiga II

- **vida a la fatiga**: nombre de cicles de treball que pot suportar un material per a una determinada amplitud de l'esforç aplicat.

Anomenem **límit de fatiga** al màxim valor de l'amplitud de l'esforç a aplicar perquè no es trenqui en un nombre infinit de cicles. No tots els materials tenen límit de fatiga.

# Assaigs no destructius o de defectes I

Els assaigs no destructius s'apliquen a peces elaborades per determinar la presència (o absència) de defectes interns. Aquests poden ser, entre d'altres, esquerdes, porus, inclusions, etc. Els assaigs no destructius més importants són els *magnètics*, *per raigs X i raigs gamma* i els assaigs per *ultrasons*.

- 1 **Assaigs magnètics** Reservat a materials ferromagnètics, es basen en l'anàlisi del comportament del camp magnètic dins un material.
- 2 **Assaigs per raigs X i raigs gamma** Es fa passar radiació a través de la peça a examinar i s'analitza la imatge obtinguda en una placa fotogràfica. Si no hi ha defectes, la placa ha de quedar impressionada de forma uniforme.

## Assaigs no destructius o de defectes II

- ③ **Assaigs per ultrasons** Els ultrasons són ones mecàniques de freqüència superior a la màxima audible per l'oïda humana. Una de les modalitats d'assaig consisteix a situar l'emissor i el receptor sobre la mateixa cara de la peça que s'assaja. Si hi ha algun defecte, l'eco que detecta el receptor no serà l'esperat.

# Conductivitat tèrmica I

Hi ha dues propietats tèrmiques que tenen importants aplicacions tecnològiques: la conductivitat tèrmica i la dilatació tèrmica.

La **conductivitat tèrmica** és la facilitat que ofereix un material per permetre el flux d'energia tèrmica a través seu.

El següent resultat pot ser útil:

$$Q = \lambda \frac{A \cdot t \cdot \Delta T}{L}$$

on

- $Q$  : Quantitat de calor transmesa ( $J$ )
- $\lambda$  : conductivitat tèrmica del material ( $W/m \cdot ^\circ C$ ) o ( $W/m \cdot K$ )

## Conductivitat tèrmica II

- $A$  : superfície de contacte entre les dues masses tèrmiques o entre les dues zones que es troben a diferent temperatura ( $m^2$ )
- $t$  : temps transcorregut (s)
- $\Delta T$  : diferència de temperatures ( $^{\circ}C$ ) o ( $K$ )
- $L$  : gruix del material o distància entre les dues zones a diferent temperatura si es tracta d'un mateix cos ( $m$ )

El quocient  $\frac{Q}{t}$  s'anomena **potència tèrmica**  $P_t$ . Així doncs, podem determinar la potència tèrmica transmesa com:

$$P_t = \lambda \frac{A \cdot \Delta T}{L}$$

# Dilatació tèrmica

La **dilatació tèrmica** és el fenomen que provoca l'augment de les dimensions d'un material, especialment els metalls, quan augmenta la temperatura.

La dilatació lineal es calcula amb:

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T$$

on

- $\Delta L = L_f - L_0$  : diferència entre la llargària final i la inicial.
- $L_0$  : llargària inicial.
- $\alpha$  : coeficient de dilatació lineal propi del material (en  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
- $\Delta T = T_f - T_0$  : diferència entre la temperatura final i la inicial  $^{\circ}\text{C}$