



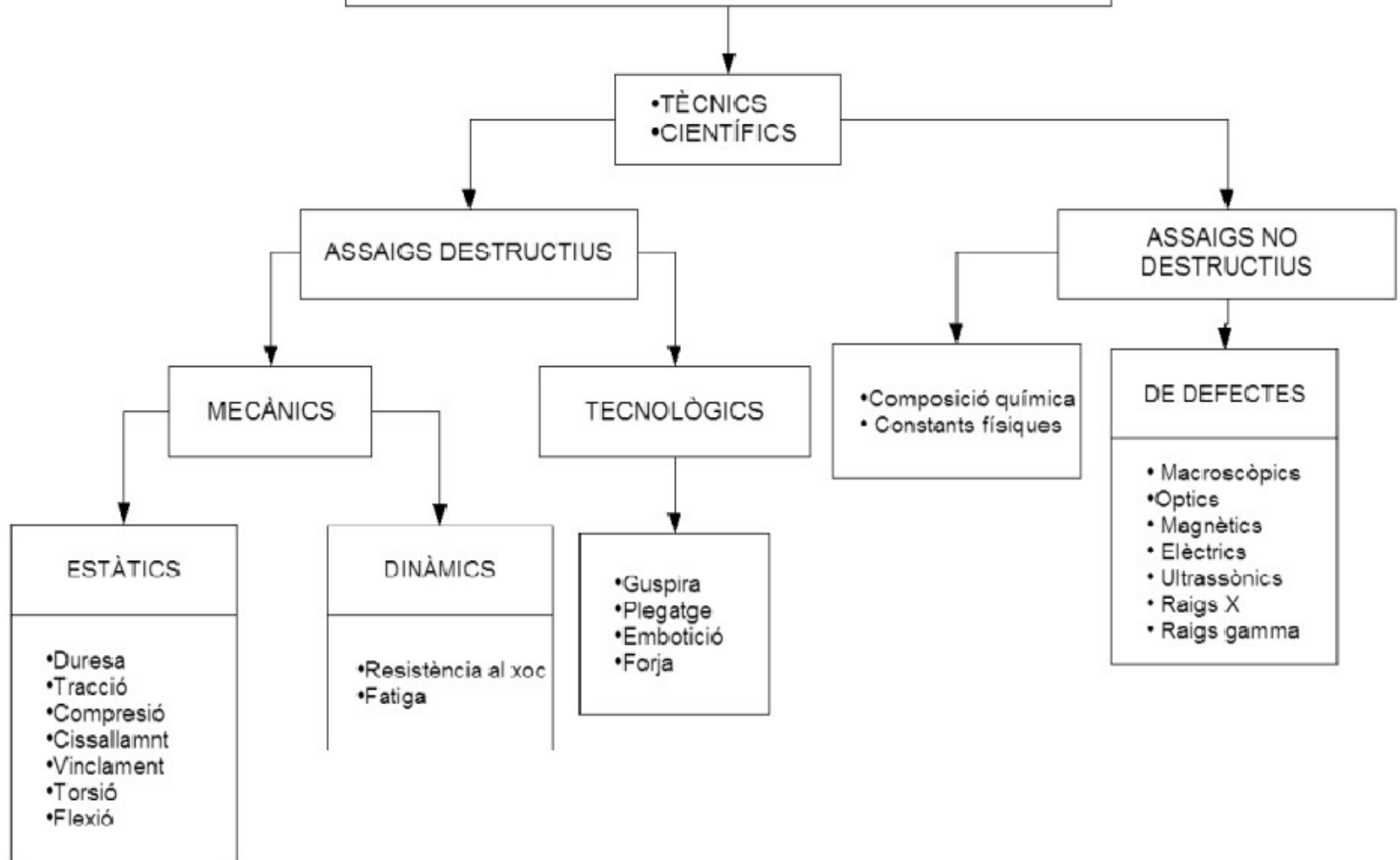
Assaig de materials



Assaig de materials

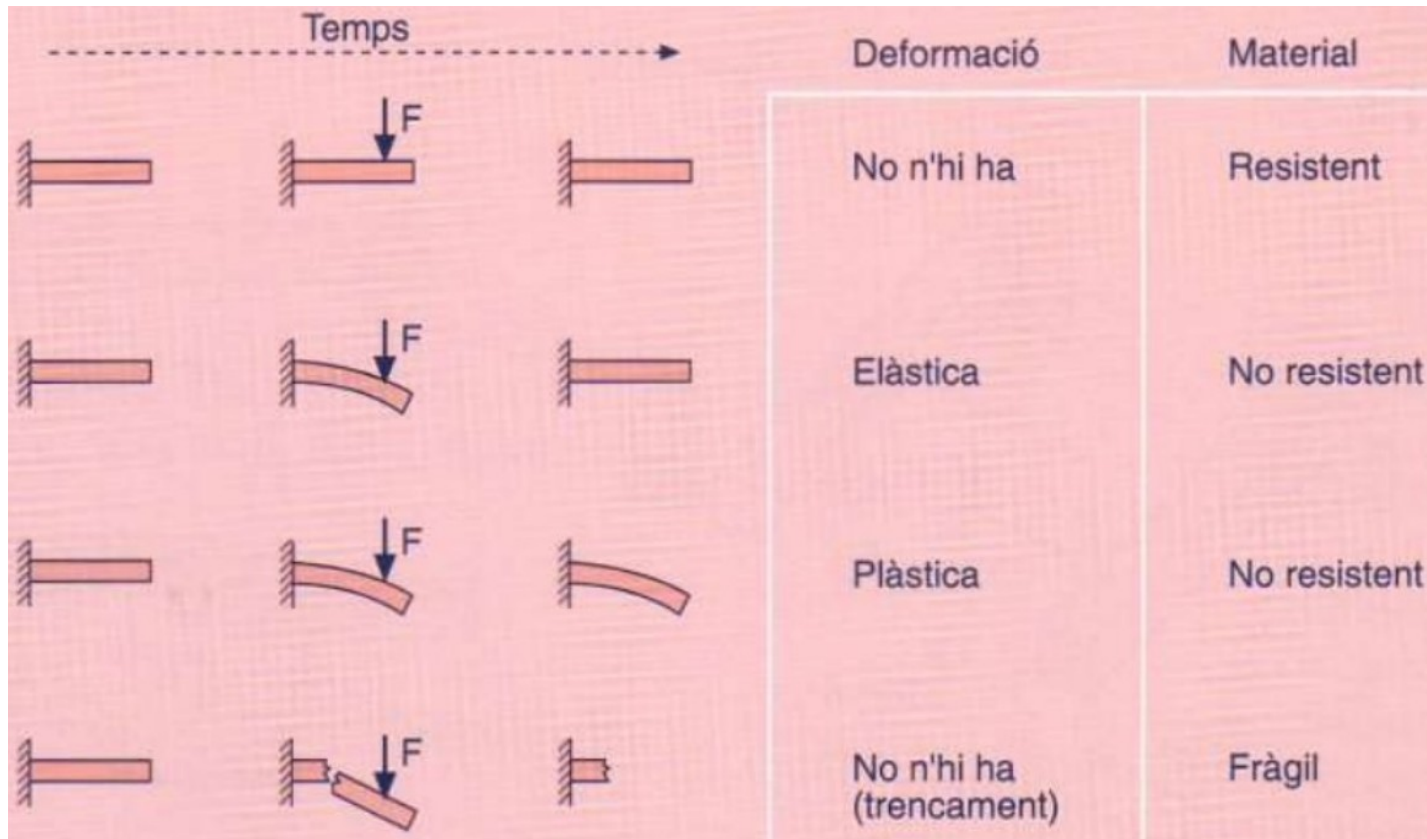
- Els assajos de materials serviran per mesurar les propietats de cada material : duresa, elasticitat, ...
- És molt important fer aquests assajos ja que, de les propietats del material en dependrà el que sigui útil per una funció determinada o no.
- Per exemple, per fer un pont, necessitarem un tipus de material que aguanti molt de pes, que sigui dur, que accepti algunes vibracions, ...

CLASSIFICACIÓ DELS ASSAIGS DELS MATERIALS



Assaig de propietats mecàniques

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



ASSAJOS DE TRACCIÓ

L'ASSAIG DE TRACCIÓ consisteix a sotmetre una proveta (el material que volem analitzar amb una forma determinada) a un esforç de tracció (estirar pels dos costats, cap enfora) fins que es produeixi una deformació en forma d'allargament.

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

- σ és l'**ESFORÇ UNITARI** que estem fent. Es mesura en N/mm².
(no és una unitat del S.I.)
- F és la força que està fent la màquina. Es mesura en N.
- A és la secció inicial de la proveta. Es mesura en mm².

ASSAJOS DE TRACCIÓ

- L'esforç s'hauria de mesurar en PASCALS (Pa), que és la unitat del sistema internacional (S.I.) i que equival a 1 N/m^2 .
- A banda, es poden utilitzar altres unitats, que no són del SI. Per exemple, una altra unitat per mesurar la força és el KILOPOND (kp), que equival a 9,8 N.

● EXERCICI.

A una proveta de 20 mm de diàmetre li apliquem la força equivalent a 300 kp. Quin és l'esforç unitari expressat en N/mm^2 , en kp/mm^2 i en MPa ?

ASSAJOS DE TRACCIÓ

- També podem calcular el valor de l'**ALLARGAMENT UNITARI** (ϵ), que és l'increment de llargada que sofreix la proveta a mesura que anem aplicant l'esforç.

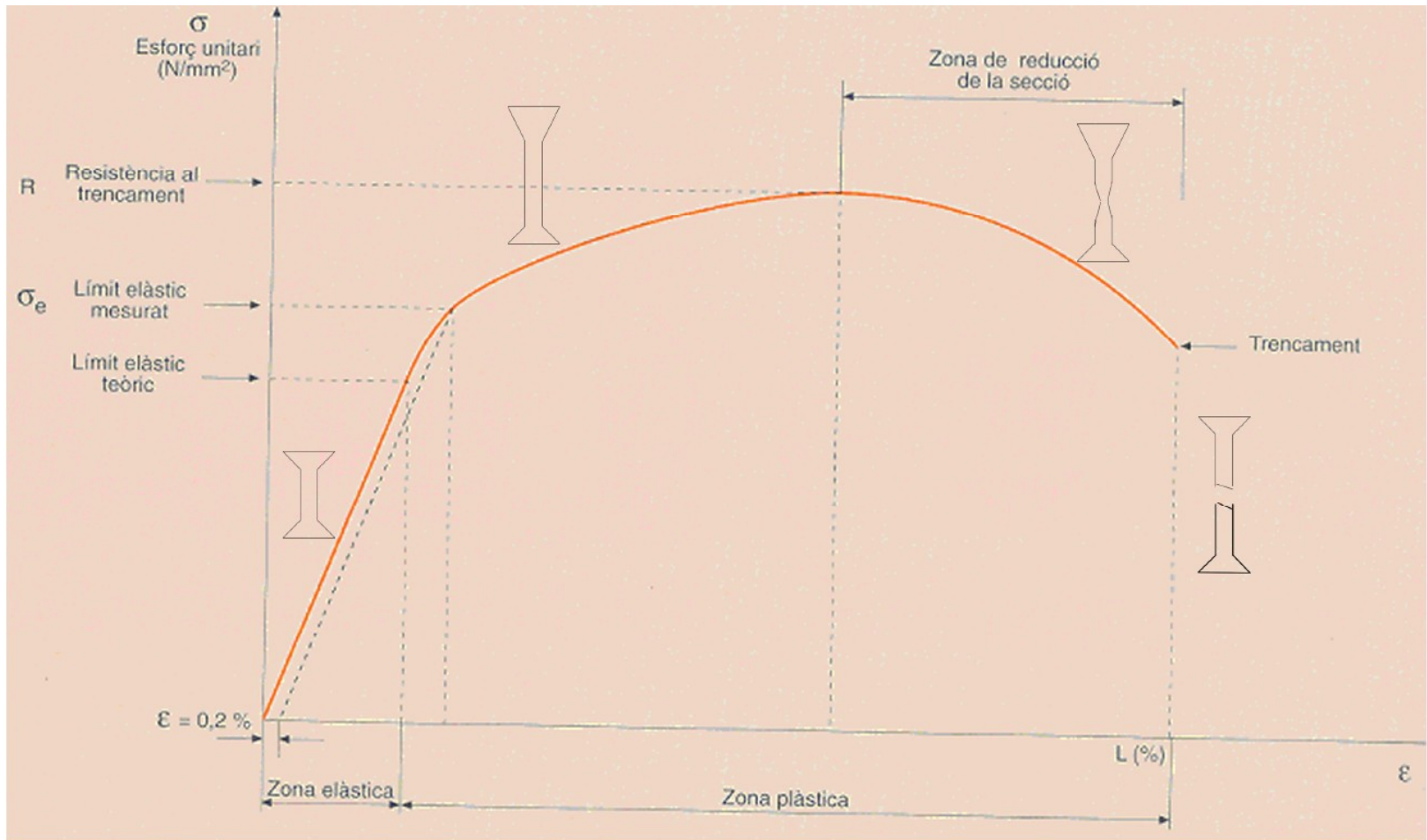
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

- ϵ és l'**ALLARGAMENT UNITARI**, que no té unitats.
- ΔL és l'allargament que ha experimentat la proveta. Es mesura en mm.
- L és la llargada inicial de la proveta. Es mesura en mm.

ASSAJOS DE TRACCIÓ

- El **diagrama de tracció** és el dibuix o gràfic que va fent la màquina a mesura que es practica l'assaig de tracció.
- A partir d'aquest diagrama, podrem determinar les característiques mecàniques del material que estem estudiant.

ASSAJOS DE TRACCIÓ



ASSAJOS DE TRACCIÓ

- **ZONA ELÀSTICA:** En aquesta zona, la gràfica és una línia recta. Les deformacions que fa la màquina a la proveta són elàstiques, és a dir, si desapareix l'esforç, la proveta torna a adquirir la seva forma inicial.
- El fet que sigui una recta vol dir que hi ha una proporció fixa entre l'esforç aplicat i l'allargament del material.
- Aquesta relació es coneix amb el nom de **Lei de Hooke**, i el valor de la constant de proporcionalitat és característic de cada material i es coneix amb el nom de **mòdul elàstic** o **mòdul de Young**.

ASSAJOS DE TRACCIÓ

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta L}{L_0}$$

- σ és l'**ESFORÇ UNITARI UNITARI**. Es mesura en N/mm².
- E és el **MÒDUL ELÀSTIC** o **MÒDUL DE YOUNG**. Es mesura en N/mm².
- ε és l'**ALLARGAMENT UNITARI**, que no té unitats.
- ΔL és l'allargament que ha experimentat la proveta. Es mesura en mm.
- L és la llargada inicial de la proveta. Es mesura en mm.

ASSAJOS DE TRACCIÓ

- Com més gran sigui el valor del mòdul elàstic, més rígid serà el material i més esforç haurem de fer perquè s'allargui. Exemples:

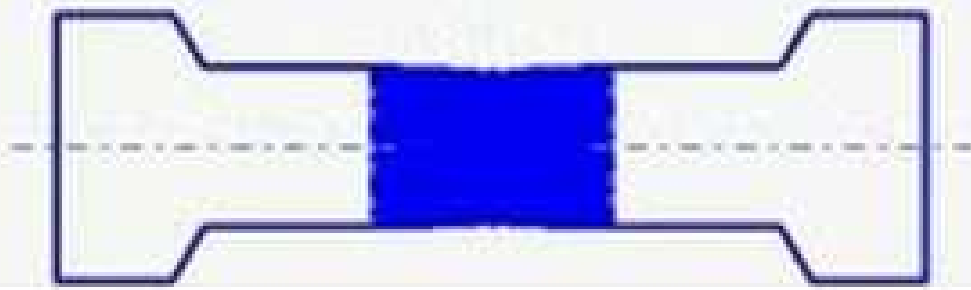
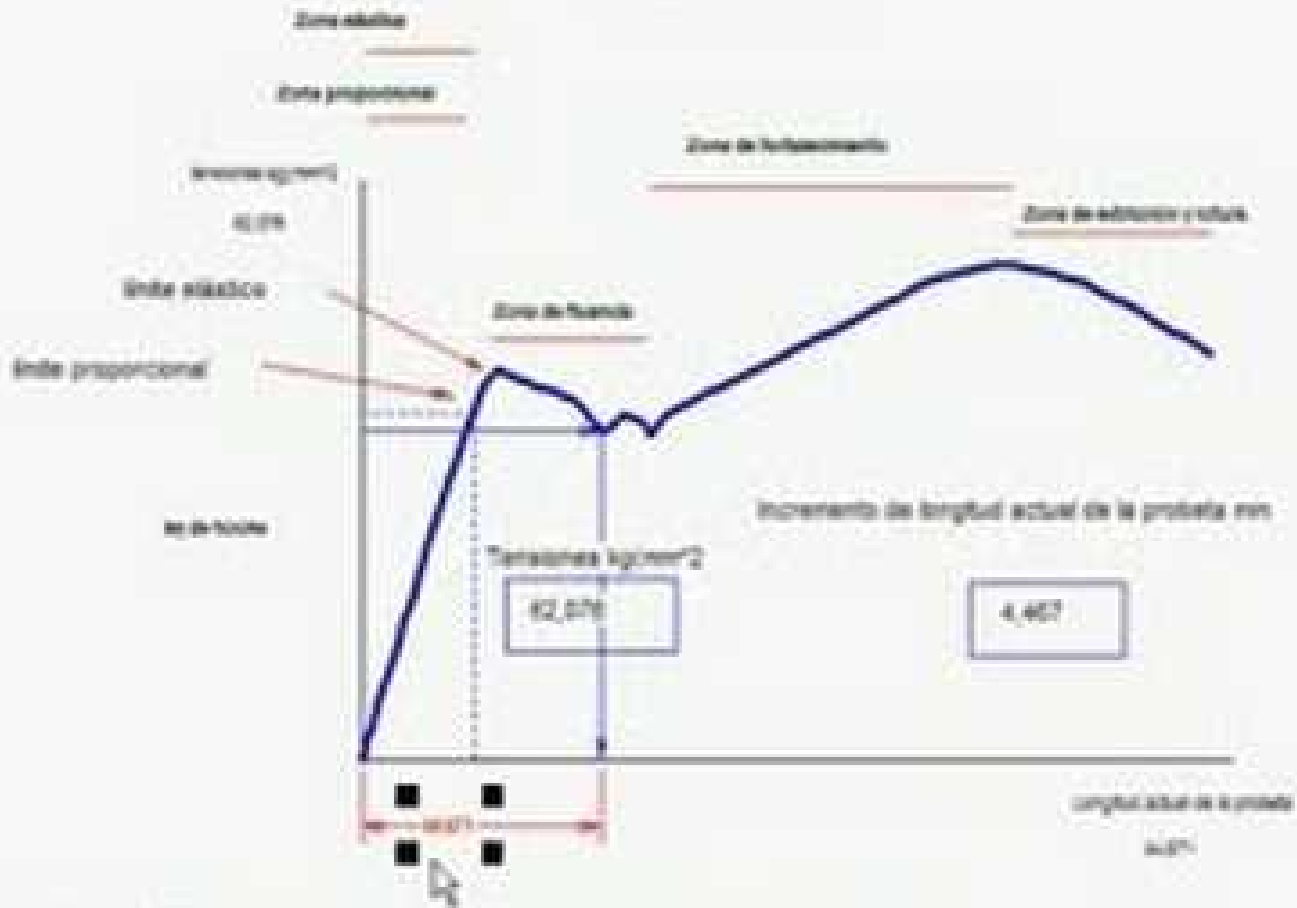
Material	E en N/mm ²
Diamant	1 200 000
Hacer	207 000
Alumini	69 000
Cautxú	4,6

ASSAJOS DE TRACCIÓ

- **LÍMIT ELÀSTIC:** És l'esforç màxim que es pot fer al material sense que aquest experimenti una deformació permanent.
- Totes les màquines i estructures es dissenyen de manera que quan treballin, les condicions a les quals estiguin sotmeses no superin el límit elàstic, per tal d'evitar deformacions perilloses.
- Però de fet, tampoc s'arriba a valors molt propers al límit elàstic, sinó que s'intenta treballar amb un mínim de seguretat. Per això, la tensió a la que haurà de treballar realment la màquina serà la **tensió màxima de treball**, que ha de ser un valor bastant inferior al límit

$$\sigma_e = \sigma_t \cdot n$$

- σ_e és el LÍMIT ELÀSTIC DEL MATERIAL.
- σ_t és la TENSÍO MÀXIMA DE TREBALL.
- n és el COEFICIENT DE SEGURETAT.



Exercí: ASSAJOS DE TRACCIÓ

12. Has de seleccionar un material per a una aplicació determinada i disposes de 3 catàlegs de productes de diferents fabricants, però et trobes que cadascun utilitza unes unitats diferents:

Material	Mòdul elàstic E	Límit elàstic σ_e	Resistència al trencament R
A	69 000 MPa	17 MPa	55 MPa
B	110 000 N/mm ²	152 N/mm ²	380 N/mm ²
C	21 122 kp/mm ²	35,7 kp/mm ²	53 kp/mm ²

- Quin és el material més rígid?
- Si ha de suportar una càrrega màxima de 4 000 N en una peça de 20 mm² de secció, quins materials resistiran sense trencar-se?
- Tenint en compte les dades de l'apartat anterior, quin material seleccionaries per assegurar-te que no es produirà una deformació permanent encara que apliquem la càrrega màxima? Quin serà el coeficient de seguretat N en aquest cas?

Assajos de duresa a la ratllada

Duresa: resistència que ofereix un material a ser penetrat per un altre.

Existeixen dos tipus de assajos de duresa:

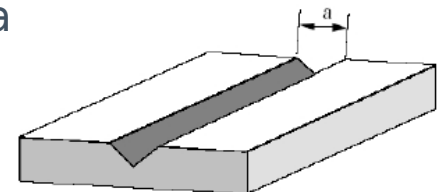
1. El mètode Mohs, que emprava l'escala Mohs.

L'escala Mohs estableix un ordre de minerals en els quals el que té un grau major ratlla al que té un grau menor de l'escala. Utilitzat a mineralogia,

2. El mètode Martens.

Es basa en l'*amplada del solc* que provoca una punta de diamant de forma piramidal quan es desplaça sobre el metall objecte d'assaig, essent la càrrega d'aplicació constant. Per a materials metàl·lics.

1. Talc
2. Guix
3. Calcita
4. Fluorita
5. Apatita
6. Feldspat
7. Quars
8. Topazi
9. Corindó
10. Diamant



Assajos de duresa per penetració estàtica

Es calcula la duresa d'un material a partir de l'emprenta que hi marca un penetrador, que és sotmès a una pressió determinada durant un temps determinat. Tres mètodes més emprats:

1. Brinell
2. Vickers
3. Rockwell

Mètode Brinell

Utilitza com a penetrador una bola d'acer extradur. En sotmetre la bola a una càrrega determinada, es produeix en el material una empremta en forma de casquet esfèric, de la qual en podem determinar el diàmetre i la profunditat

El valor de la duresa (HB en kg/mm^2) és el quocient entre la càrrega P aplicada (en kg) i la superfície S de l'empremta (en mm^2).

Brinell

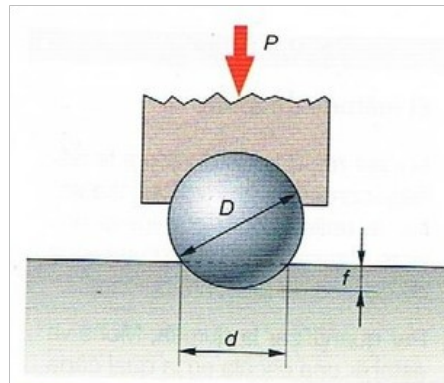


Fig. 9 Assaig de penetració pel mètode Brinell.

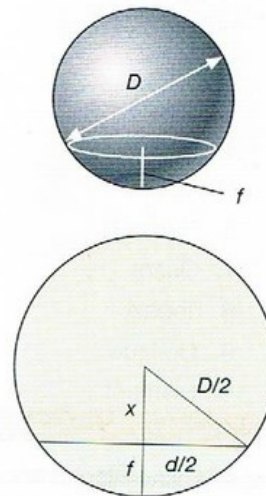


Fig. 10

$$HB = \frac{P}{S}$$

$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

HB=duresa de Brinell (N/
m²)

P=



a 15 segundos para materia

Mètode Brinell

La càrrega que se li aplica depèn del material i del quadrat del diàmetre del penetrador.

$$F = K \cdot D^2$$

on:

F ve donat en kg

D en mm

K constant que depèn del material, té unitats kg/mm². El valor de K per a alguns materials

Material	K
Ferro i acers	30
Aliatges lleugers	10
Bronze i llautó	5
Metalls tous	2'5
Metalls molt tous	1'25

La nomenclatura que segueix l'assaig Brinell és XX HB D/P/T. Per exemple, HB 5/750/20, indica una bolla de 5mm, càrrega de 750Kg i 20 segons de temps.

Mètode Brinell

Exercici: Un assaig de duresa Brinell en un acer usa una bolla de $D=8\text{mm}$, s'obte una empremta de 3mm . Si la constant de l'assaig és $K=30$. Determinau:

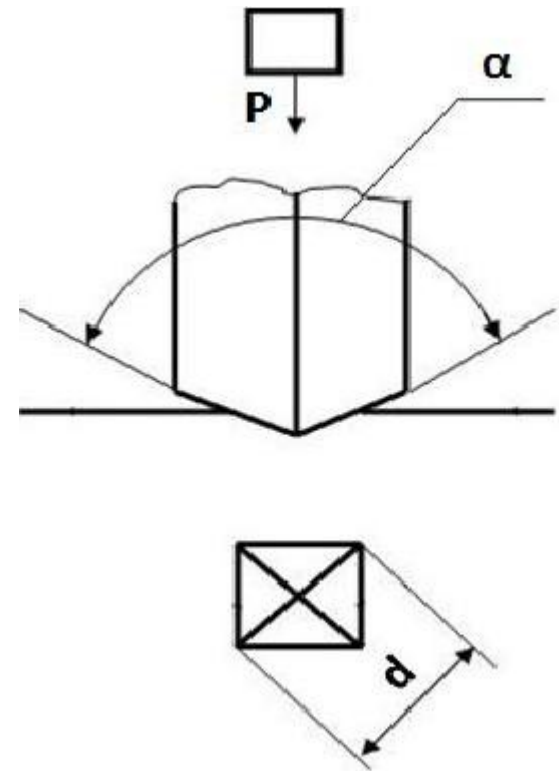
1. La càrrega usada
2. La duresa obtinguda
3. Expressió de la duresa brinell si hem estat 12 segons

Mètode Vickers

Aquest assaig, derivat directament del mètode Brinell, substitueix la bola d'acer per una piràmide quadrangular de diamant.

El procés consisteix a prémer la punta de la piràmide, amb la qual cosa roman marcada l'empremta en el material.

Igual que en el mètode Brinell, la duresa(HV) és la relació entre la pressió P exercida i la superfície S de l'empremta.



Mètode Vickers

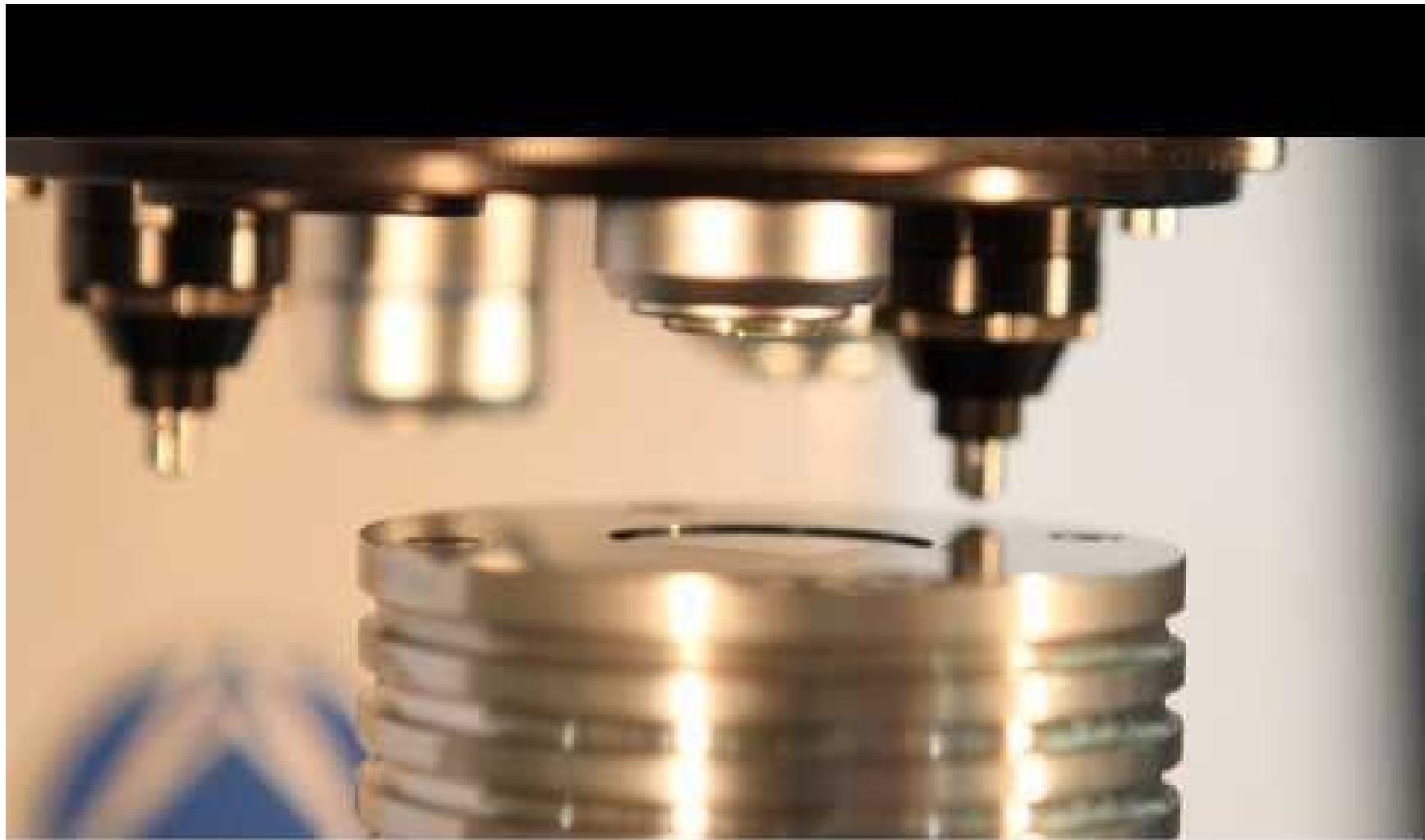
La duresa Vickers s'expressa mitjançant el valor obtingut, seguits de les lletres HV i, a continuació, el valor de la càrrega emprada i el temps d'assaig. Per exemple;

630 HV 50 15 (duresa 630Kg/mm², càrrega de 50kg , temps 15 segons)

El temps d'aplicació oscilla entre els 10 i 30 segons essent 15 segons el tem

Aquest assaig s'utilitza quan el gruix del material és petit o quan la seva duresa és molt gran perquè una bola d'acer deixi marca.

[Vickers](#)



Press test button to create indent.

Mètode Vickers

Exercici: Volem calcular la duresa d'un acer. Hem aplicat 30kp i les diagonals mesuren $d_1 = 0.025\text{mm}$ i $d_2 = 0.026\text{mm}$. Calculeu:

1. El valor de la duresa d'aquest acer
2. Expressar el valor de la duresa Vickers si el temps d'aplicació és de 15 segons

Mètode Rockwell

Aquest mètode es diferencia dels altres dos per què té en compte la profunditat on arriba el penetrador i no la superfície de l'empremta.

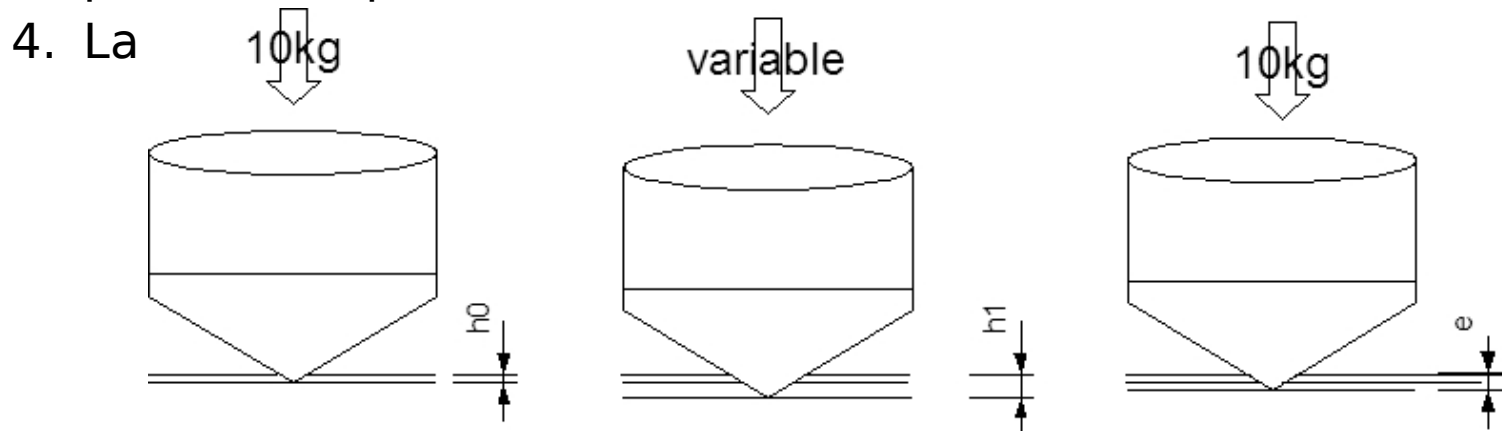
El tipus de penetrador depen de del tipus de material: per als materials durs s'empra un diamant en forma cònica amb un angle de 120° en el vèrtex i per als tous una esfera d'acer.

[Rockwell](#)

Mètode Rockwell

El procediment de l'assaig és el següent:

1. Al penetrador se li aplica una càrrega d'uns 10kg. Això provoca una empremta de profunditat h_0 .
2. Després es va afegint una càrrega addicional que pot ser de 60, 100 o 150kg, depenent de la duresa del material. La profunditat és de h_1 .
3. Quan es retira la càrrega addicional, el penetrador retrocedeix per la recuperació elàstica del material. L'empremta adquireix una profunditat permanent h_2 .



Mètode Rockwell

La profunditat que correspon a la deformació permanent és la que mesura la duresa Rockwell en una escala graduada. En aquesta escala, cada valor de divisió correspon a 2m.

El valor de duresa Rockwell amb la punta cònica (HRC) és **HRC = 100 - e**

El valor de la duresa Rockwell amb el penetrador en forma de bolla (HRB) és **HRB = 130 - e**

Quan menys dur és el material més gran és aquesta escala. On e s'expressa en divisions de 2m

Exercici: A un assaig de duresa Rockwell cònic a l'aplicar la càrrega de 10Kg el penetrador avança 5m. A l'aplicar la càrrega de 140Kg avança 87m i quan llevam els 140Kg retrocedeix 3m. Calcula la duresa HRC de l'assaig

Assajos destructius dinàmics

Les peces que constitueixen les màquines o les estructures estan sotmeses a esforços estàtics i a esforços dinàmics: fregament, cops, canvis en les càrregues que suporten, ... Els assajos dinàmics tenen com a objectiu conèixer el comportament dels materials en aquestes circumstàncies. Els més utilitzats són::

1. Els assajos de resistència al xoc
2. Els assajos de fatiga

Exercicis

1. Quin és l'allargament suportat per una barra quadrada de costat 1 cm i 10cm de longitud, si està sotmesa a una força de tracció de 8kN, el seu mòdul de Young és de 2MN/cm^2 i el seu límit de proporcionalitat és de 100MPa? Si la càrrega fos de 80kN, podries calcular l'alargament? Per què?
2. Una barra cilíndrica d'acer, amb un límit elàstic de 500Kp/cm^2 se sotmet a una força de tracció de 8500kp. Si la longitud de la barra és de 400 mm i $E = 201 \cdot 10^6 \text{kp/cm}^2$ calcula el diàmetre de la barra per a que el seu allargament total no superi les 50 centessimes de mm.
3. Un element que té una duresa entre 5 i 6 de l'escala Mohs, ratllarà el guix? Per què?

Exercicis

1. En un assaig de duresa Brinell s'aplica una càrrega de 3000 kg al penetrador, el diàmetre del qual és de 10 mm. Si deixa una empremta de diàmetre 5mm. Es demana:
 - a. La duresa del material ($HB = 14205 \text{kg/mm}^2$)
 - b. S'obtendria el mateix valor de duresa si el penetrador fos de 5mm i la càrrega de 750 kg? Quin seria l'empremta deixada en aquest cas?
2. En un assaig de duresa Rockwell B, la profunditat h_0 quan s'aplica la precàrrega és de 0001mm i la profunditat h_2 quan es manté la precàrrega és de 00144mm. Quina és la duresa del material?