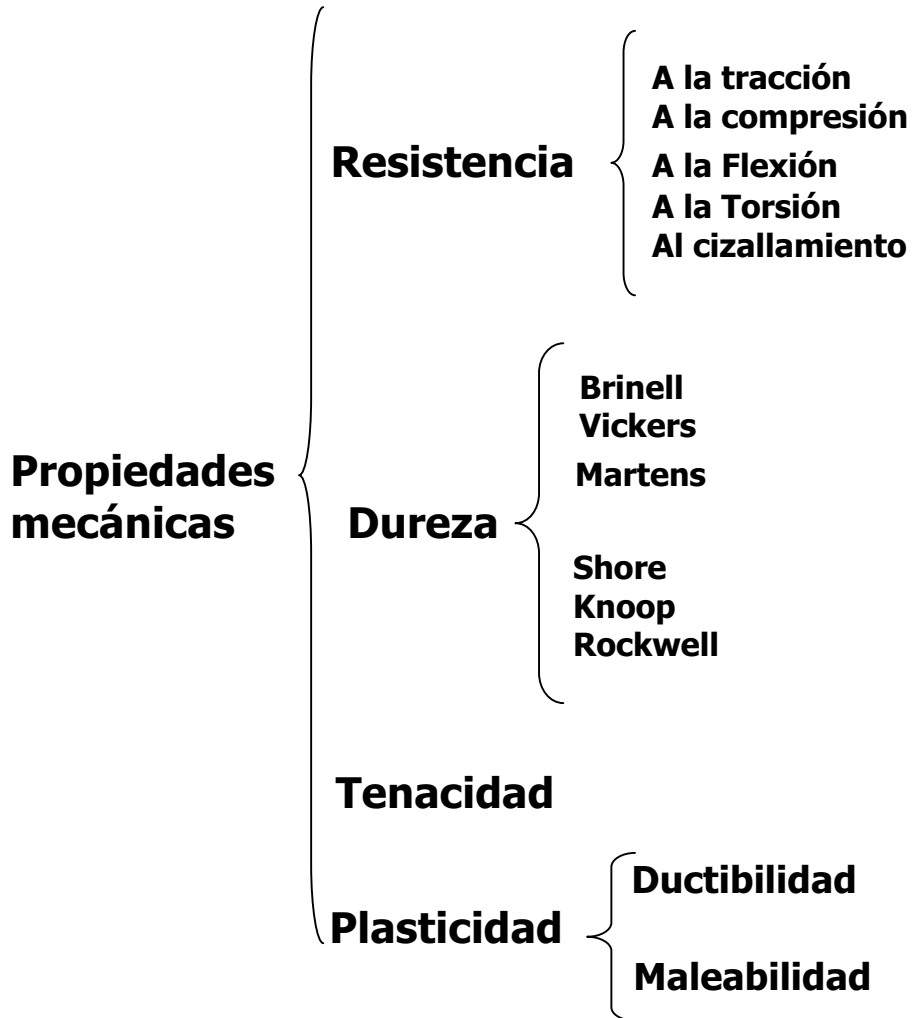


Propiedades Mecánicas



Tensión unitaria o esfuerzo (σ): Representa el esfuerzo que soporta un material por unidad de superficie.

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

Unidades: $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$ (S.I.)

Otras unidades: $1\text{N/mm}^2 = 1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$

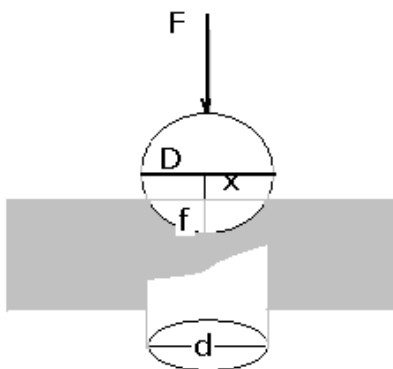
$= 10.19 \text{ Kp/cm}^2 = 0.1019 \text{ Kp/mm}^2$

$1\text{KN/mm}^2 = 1 \text{ GPa} = 10^9 \text{ Pa}$

FORMAS ALOTRÓPICAS: Hay sustancias que pueden tener diferentes redes cristalinas de forma estable cuando son sometidas a diferentes procesos termodinámicos (P,T) pudiendo tener \neq propiedades físicas.

- a) **Alotropía:** Indica el cambio que puede sufrir una estructura cristalina al variar la presión o temperatura que le rodea.
- b) **RESISTENCIA:** (Es el valor del esfuerzo a partir del cual empieza la rotura de la pieza aunque disminuye con el esfuerzo) o también: Capacidad de soportar una carga externa, el material debe soportarla sin romperse, se denomina carga de rotura si se rompe y puede producirse por tracción, por compresión, por torsión o por cizallamiento, habrá una resistencia a la rotura (Kg. /mm²) para cada uno de estos esfuerzos.
- c) **DUREZA:** Resistencia que opone un material a ser penetrado o rayado por otro. Propiedad que expresa el grado de deformación permanente que sufre un metal bajo la acción directa de una carga determinada. Los ensayos más importantes para designar la dureza de los metales, son los de penetración, en que se aplica un penetrador (de bola, cono o diamante) sobre la superficie del metal, con una presión y un tiempo determinados, a fin de dejar una huella que depende de la dureza del metal, los métodos más utilizados son los de Brinell, Rockwell , Vickers ,Knoop, Martens (al rayado) y Shore (al rebote).

Ensayo de Brinell: HB



$$HB = \frac{F}{A} \quad \text{Siendo} \quad A = \pi \cdot D \cdot f, \quad y \quad f = \frac{D}{2} - X = \frac{1}{2} \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)$$

$$X = \sqrt{\left(\frac{D}{2} \right)^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2} \quad ; \quad y \quad A = \frac{\pi \cdot D}{2} \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)$$

$$\Rightarrow HB = \frac{2F}{\pi \bullet D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

Siendo:

HB = Dureza Brinell en Kg/mm²

F = Carga en Kg

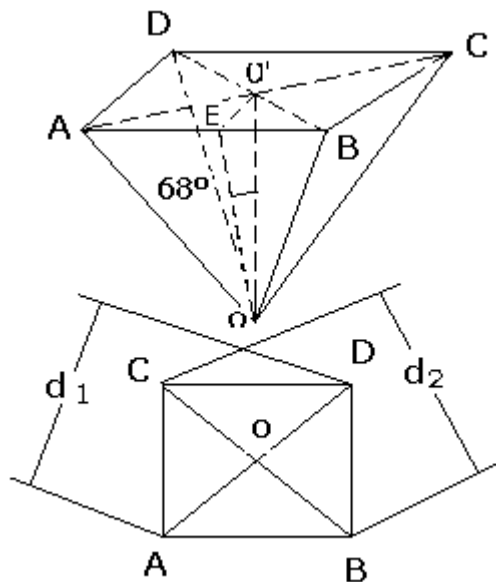
A = Superficie de la huella en mm²

D = Diámetro de la bola en mm

F = Flecha (profundidad de la huella) en mm

D = Diámetro de la huella en mm

Ensayo de Vickers:



$$HV = \frac{F}{A} ; A = 4 \bullet \text{area}(OAB) ; A = \text{área de la huella}$$

$$A = 2 \bullet AB \bullet OE = 2 \bullet AB \bullet OE ; \text{sen } 68^\circ = \frac{O'E}{OE} \Rightarrow OE = \frac{O'E}{\text{sen } 68^\circ} \text{ y como}$$

$$O'E = \frac{AB}{2} \Rightarrow A = 2 \bullet AB \bullet \frac{AB}{\text{sen } 68^\circ} = \frac{AB^2}{\text{sen } 68^\circ}$$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \text{ como } AB = AC \Rightarrow d^2 = 2 \bullet AB^2 \Rightarrow A = \frac{d^2}{2 \bullet \text{sen } 68^\circ} = \frac{d^2}{1,8542} \Rightarrow$$

$$HV = 1,854 \frac{F}{d^2}$$

Siendo:

HV= Dureza Vickers en Kg/mm²

d= Diagonal de la huella

F= Carga en Kg

Método Rockwell: Se diferencia de los anteriores, por determinar la dureza de un material, no por la huella sino por la profundidad; dependiendo del material, el penetrador puede utilizar una bola o un diamante.

Para la bola: $HR = 130 - \frac{L}{0.002}$

Para el diamante: $HR = 100 - \frac{L}{0.002}$

Método KNOOP:

Penetrador de diamante: de forma piramidal y de base romboidal.

$$HK = \frac{F}{A} ; \text{ con } A = \frac{L^2}{14,2}$$

Siendo: HK= Kp/mm² , F=Kp, A=mm², L=mm

Método Martens:

Forma una escala de dureza semejante a la de Mohs.

$$DM = \frac{10.000}{L}$$

Siendo: **L**= distancia de la huella en μm , y **DM**=Dureza Martens

Método Shore:

Mide la dureza de una muestra a partir de la altura de rebote de un material duro que cae desde una altura sobre el material a ensayar.

Ley de Hooke: Las deformaciones son proporcionales a las fuerzas deformadoras.

Deformación unitaria:

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

Módulo de Young o módulo elástico E: Característico del material

El valor del módulo elástico E, se puede interpretar como la **rigidez** del material. Cuanto mayor es E, más rígido es el material, y por tanto, mayor es la deformación **elástica** producida al aplicar un esfuerzo.

Unidades: $\frac{Kp}{cm^2}$; $\frac{Kp}{mm^2}$; **Mpa; GPa.**

$$\sigma = E \bullet \frac{\Delta L}{L_0}$$

d) ELASTICIDAD: Capacidad de un material de recobrar su forma primitiva cuando cesa la causa que lo deformó.

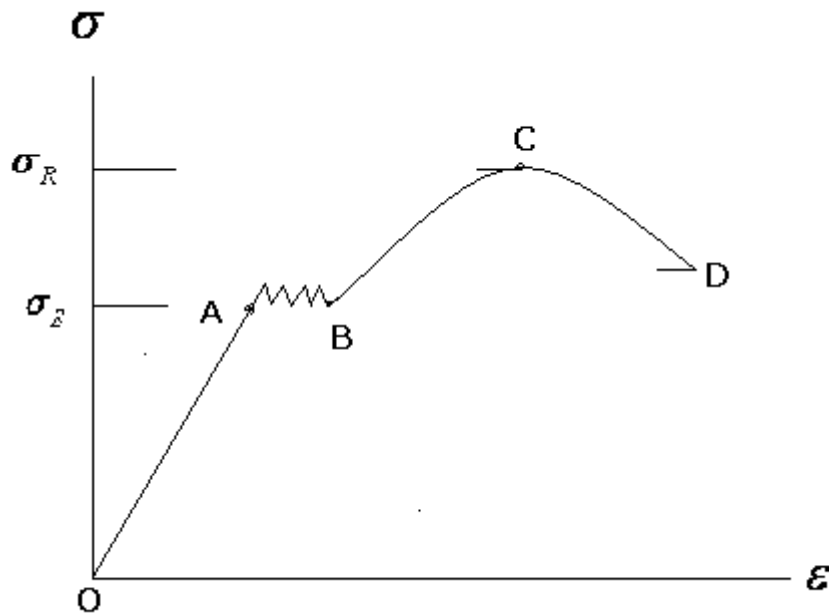
Se llama **límite elástico** a la carga máxima que puede soportar un material sin sufrir una deformación permanente. Límite elástico σ_e ;

$n = \frac{\sigma}{\sigma_t}$ Siendo: σ_t = tensión máxima de trabajo. n = Coeficiente de seguridad.

e) PLASTICIDAD: Capacidad de algunos materiales sólidos de adquirir deformaciones permanentes sin llegar a romperse.

f) TENACIDAD: Resistencia a la rotura por esfuerzos de impacto que deforman el metal. La tenacidad requiere la existencia de resistencia y plasticidad.

Diagrama de esfuerzos deformaciones:



Zona elástica (OA): En esta zona el alargamiento es proporcional al esfuerzo aplicado y al cesar éste, el material recupera su dimensión inicial. El límite elástico se designa por σ_E

Zona elástica – plástica (AB): En ella las deformaciones no son proporcionales a los esfuerzos.

Zona plástica BC): En esta zona se dan deformaciones permanentes, es decir, al cesar el esfuerzo, permanece la deformación producida.

Zona de estricción (CD): En esta zona se da la tensión máxima aplicada σ_R que se denomina tensión de ruptura, ya que a partir de ese punto es posible romper la probeta con una tensión menor.

g) COEFICIENTE DE POISSON: (μ) Dentro de la zona elástica es la relación entre el decremento lateral y el alargamiento longitudinal. Puede ser + ó – dependiendo del material

$$\mu = \frac{\epsilon_y}{\epsilon_x} \quad \mu = \frac{\epsilon_z}{\epsilon_x} \quad \mu = - \frac{\frac{\Delta D}{D_0}}{\frac{\Delta L}{L_0}}$$

h) FRAGILIDAD: Propiedad contraria a la tenacidad. Los materiales frágiles tienen muy poca zona plástica.

La fragilidad expresa la falta de plasticidad. Los materiales frágiles se rompen en el límite elástico, es decir su rotura se produce espontáneamente al rebasar la carga correspondiente al límite elástico.

i) **RESILENCIA:** Capacidad de un material de absorber energía en la zona elástica al someterlo a un esfuerzo de rotura.

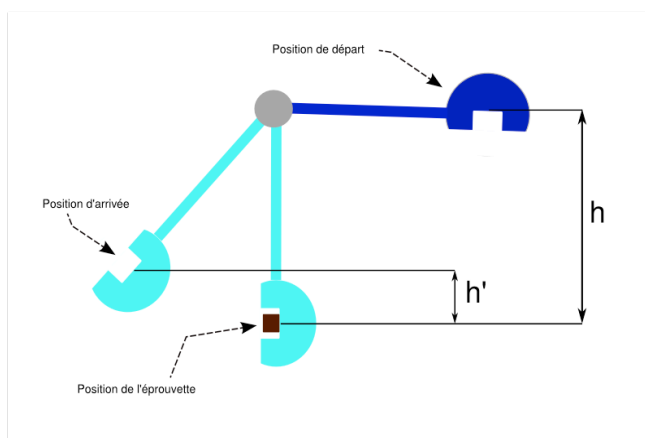
Resistencia de un metal a su rotura por choque, se determina en el péndulo de Charpy.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \Rightarrow \frac{F}{A} = E \cdot \varepsilon \Rightarrow F = E \cdot \varepsilon \cdot A$$

Si multiplicamos en ambos lados por : $d(\Delta L) \Rightarrow F \cdot d(\Delta L) = E \cdot \varepsilon \cdot A \cdot d(\Delta L)$ y como $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \Rightarrow \varepsilon \cdot L_0 = \Delta L \Rightarrow d(\Delta L) = L_0 \cdot d\varepsilon$ Por lo tanto: $F \cdot d(\Delta L) = E \cdot A \cdot \varepsilon \cdot L_0 \cdot d\varepsilon$ como: $A \cdot L_0 = V \Rightarrow \frac{F d(\Delta L)}{V} = E \cdot \varepsilon \cdot d\varepsilon \Rightarrow$

$$\frac{W}{V} = \int E \cdot (\varepsilon) \cdot d\varepsilon \Rightarrow \frac{W}{V} = \frac{1}{2} \cdot E \cdot \varepsilon^2$$

Ensayo de Charpy: $E_p = m \cdot g (h - h')$ $\Rightarrow \rho = \frac{E_p}{A_0}$



j) **COHESIÓN:** Resistencia que oponen las moléculas de los materiales a separarse unas de otras.

k) **DUCTIBILIDAD:** Capacidad de los materiales para deformarse cuando se les aplica un esfuerzo de tracción. (Estirarse en hilos sin romperse. Dúctil \neq Blando)

l) **MALEABILIDAD:** Capacidad de los materiales de deformarse plásticamente frente a esfuerzos de compresión.

m) **FLUENCIA:** Propiedad de algunos metales de deformarse lenta y espontáneamente bajo la acción de su propio peso o cargas muy pequeñas. Esta deformación se denomina también CREEP.

n) **FATIGA:** Resistencia a la rotura de un material sometido a esfuerzos variables tanto en magnitud como en sentido.

Si se somete una pieza a la acción de cargas periódicas (alternativas o intermitentes), se puede llegar a producir su rotura con cargas menores a las que producirían deformaciones.