

1.- LA CIENCIA DE LOS MATERIALES está ligada a la búsqueda de los conocimientos básicos a cerca de los materiales mientras que la ingeniería se fundamenta en el uso de esos conocimientos básicos para la conversión de los mismos en productos necesarios o requeridos por la sociedad.

Incluye elementos de la química y física, así como las ingenierías química, mecánica, civil y eléctrica. A pesar de los espectaculares progresos en el conocimiento y en el desarrollo de los materiales en los últimos años, el permanente desafío tecnológico requiere materiales cada vez más sofisticados y especializados.

2.- LOS MATERIALES son las sustancias que componen cualquier cosa o producto. Desde el comienzo de la civilización, los materiales junto con la energía han sido utilizados por el hombre para mejorar su nivel de vida.

3.- CLASIFICACION DE LOS MATERIALES Los materiales se clasifican generalmente en cinco grupos: **metales, cerámicos, polímeros, semiconductores y materiales compuestos**. Los materiales de cada uno de estos grupos poseen estructuras y propiedades distintas.

3.1- METALES Tienen como característica una buena conductividad eléctrica y térmica, alta resistencia, rigidez, ductilidad. Suelen ser maleables y dúctiles y a la vez poseen un punto de fusión alto, presentan alta densidad. Las aleaciones (combinaciones de metales) conceden alguna propiedad particularmente deseable en mayor proporción o permiten una mejor combinación de propiedades.

❖ **Aplicaciones:** Son particularmente útiles en aplicaciones estructurales o de carga, en medios de transporte modernos para su respectiva fabricación, en conductores, la mayoría de los aparatos modernos son fabricados con metales. El níquel, a causa de su elevada resistencia a la corrosión, sirve para «niquelar» los objetos metálicos, con el fin de protegerlos de la oxidación y de darles un brillo inalterable en la intemperie.

3.2- CERÁMICOS Tienen baja conductividad eléctrica y térmica, son fuertes y duros, aunque frágiles y quebradizos. Nuevas técnicas de procesos consiguen que los cerámicos sean lo suficientemente resistentes a la fractura para que puedan ser utilizados en aplicaciones de carga. Dentro de este grupo de materiales se encuentran: el ladrillo, el vidrio, la porcelana, los refractarios. Casi siempre se fracturan ante esfuerzos de tensión y presentan poca elasticidad,

dado que tienden a ser materiales porosos. Tienen una amplia gama de propiedades mecánicas, sin embargo, su comportamiento mecánico real suele ser menos predecible que el de los metales, por eso su uso en aplicaciones críticas es muy limitado.

Aplicaciones: son usados a menudo como aislantes, como revestimientos, como recubrimiento de hornos de fundición, sus aplicaciones en condiciones críticas es limitado, se usan materiales cerámicos para fabricar placas cerámicas que cubren las superficies de los transbordadores espaciales, a fin de protegerlas contra el sobrecalentamiento durante el reingreso en la atmósfera terrestre

3.3- POLÍMEROS. Son grandes estructuras moleculares creadas a partir de moléculas orgánicas. Tienen baja conductividad eléctrica y térmica, no son cristalinos, tienen reducida resistencia y debe evitarse su uso a temperaturas elevadas, estos se elaboran mediante un proceso denominado polimerización en el cual se crean grandes moléculas a partir de pequeñas unidades moleculares. Ejemplo: plásticos, Nylon, policloruro de vinilo (PVC), Fibra, poliéster, entre otros.

Una materia es plástica, cuando se deforma bajo la acción de una fuerza y conserva la forma adquirida cuando cesa el esfuerzo. Industrialmente, cuando se habla de plásticos, se trata principalmente de materias plásticas sintéticas.

Son materiales cuyo principal componente es un producto orgánico de peso molecular elevado (derivados del petróleo, carbón, gas natural, etc.), que en alguna etapa de su fabricación han adquirido la suficiente plasticidad para darles forma y obtener productos industriales tales como tubos, planchas, barras, etc., o piezas terminadas.

Aplicaciones: bolsas plásticas, cauchos, tuberías, empacado de alimentos.

3.4- SEMICONDUCTORES. Los semiconductores tienen una importante propiedad eléctrica, de manera que no son ni buenos conductores eléctricos ni buenos aislantes eléctricos. Es una sustancia que se comporta como conductor o como aislante dependiendo del campo eléctrico en el que se encuentre. Los elementos químicos semiconductores de la tabla periódica se indican en la tabla siguiente. Estos materiales están formados por impurezas que pueden ser donadoras o receptoras, Sus propiedades eléctricas varían debido al movimiento de electrones y cargas positivas. Su capacidad para conducir electricidad es intermedia.

Elemento	Grupo	Electrones en la última capa
Cd	II A	2 e ⁻
Al, Ga, B, In	III A	3 e ⁻
Si, Ge	IV A	4 e ⁻
P, As, Sb	V A	5 e ⁻
Se, Te, (S)	VI A	6 e ⁻

El elemento semiconductor más usado es el silicio, aunque idéntico comportamiento presentan las combinaciones de elementos de los grupos II y III con los de los grupos VI y V respectivamente (AsGa, PIn, AsGaAl, TeCd, SeCd y SCd).

3.5- MATERIALES COMPUESTOS. Como su nombre lo indica, están formados a partir de dos o más materiales de distinto grupos, produciendo propiedades que no se encuentran en ninguno de los materiales de forma individual.

En ciencia de materiales reciben el nombre de materiales compuestos aquellos que cumplen las siguientes propiedades:

- Están formados de 2 o más componentes distinguibles físicamente y separables mecánicamente.
- Presentan varias fases químicamente distintas, completamente insolubles entre sí y separadas por una intercara
- Sus propiedades mecánicas son superiores a la simple suma de las propiedades de sus componentes (sinergia).

Estos materiales nacen de la necesidad de obtener materiales que combinen las propiedades de los cerámicos, los plásticos y los metales. Por ejemplo en la industria del transporte son necesarios materiales ligeros, rígidos, resistentes al impacto y que resistan bien la corrosión y el desgaste, propiedades éstas que rara vez se dan juntas.

A pesar de haberse obtenido materiales con unas propiedades excepcionales, las aplicaciones prácticas se ven reducidas por algunos factores que aumentan mucho su coste, como la dificultad de fabricación o la incompatibilidad entre materiales.

La gran mayoría de los materiales compuestos son creados artificialmente pero algunos, como la madera y el hueso, aparecen en la naturaleza.

En los materiales compuestos se pueden distinguir: *un agente reforzante*: fase de carácter discreto y su geometría es fundamental la hora de definir las propiedades mecánicas del material y *una Fase matriz o simplemente matriz*: tiene carácter continuo y es la responsable de las propiedades físicas y químicas. Transmite los esfuerzos al agente reforzante. También lo protege y da cohesión al material.

4- PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

4.1- PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS MATERIALES

Se sabe que los materiales cambian sus propiedades con la temperatura. En la mayoría de los casos las propiedades mecánicas y físicas dependen de la T° a la cual el material se usa o de la T° a la cual se somete el material durante su procedimiento.

Conductividad Térmica: es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor. En otras palabras la conductividad térmica es también la capacidad de una sustancia de transferir el movimiento cinético de sus moléculas a sus propias moléculas adyacentes o a otras substancias con las que está en contacto. La inversa de la conductividad térmica es la resistividad térmica, que es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor.

La conductividad térmica es una propiedad de los materiales que valora la capacidad de conducir el calor a través de ellos. Es elevada en metales y en general en cuerpos continuos, y es baja en los gases (a pesar de que en ellos la transferencia puede hacerse a través de electrones libres) y en materiales iónicos y covalentes, siendo muy baja en algunos materiales especiales como la fibra de vidrio, que se denominan por eso aislantes térmicos. Para que exista conducción térmica hace falta una sustancia, de ahí que es nula en el vacío ideal, y muy baja en ambientes donde se ha

practicado un vacío elevado.

Expansión térmica: esta es una propiedad del material que es indicativa de la magnitud a la cual un material se expande bajo calentamiento y tiene unidades de temperaturas reciprocas $(^{\circ}\text{C})^{-1}$ o $(^{\circ}\text{F})^{-1}$.

Calor específico o Capacidad calórica: es una propiedad que es indicativa de la habilidad que tiene un material para absorber calor de los alrededores. Esta representa la cantidad de energía requerida para producir un aumento de la unidad de T (1°C o 1°K).

4.2- PROPIEDADES ELECTRICAS DE LOS MATERIALES

Conductividad Eléctrica: Es la capacidad de un medio o espacio físico de permitir el paso de la corriente eléctrica a su través. También es definida como la propiedad natural característica de cada cuerpo que representa la facilidad con la que los electrones pueden pasar por él.

Resistividad Eléctrica: Es una propiedad que describe el comportamiento de un material frente al paso de corriente eléctrica y da una idea de lo mal o buen conductor que es el mismo. Representa el grado de dificultad que encuentran los electrones en sus desplazamientos.

4.3- PROPIEDADES QUÍMICAS

Son aquellas propiedades distintivas de las sustancias que se observan cuando reaccionan, es decir, cuando se rompen y/o se forman enlaces químicos entre los átomos, formándose con la misma materia sustancias nuevas distintas de las originales. Las propiedades químicas se manifiestan en los procesos químicos (reacciones químicas), mientras que las propiedades propiamente llamadas propiedades físicas, se manifiestan en los procesos físicos, como el cambio de estado, la deformación, el desplazamiento, etc.

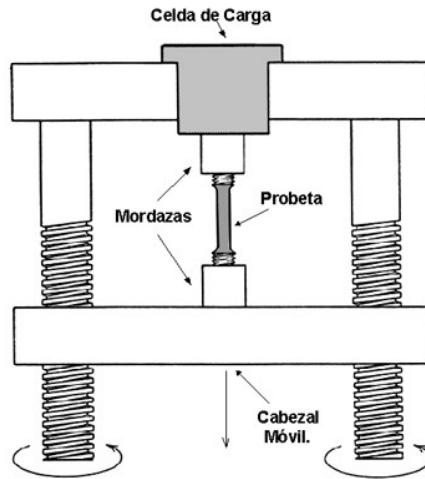
4.4- PROPIEDADES MECÁNICAS: Se definen como la capacidad que tienen los materiales para resistir fuerzas o cargas como por ejemplo: resistencia a los impactos, resistencia al desgaste, entre otros.

- **Elasticidad:** la elasticidad es la capacidad de los cuerpos de recuperar su forma original tras una deformación, un cuerpo elástico se deforma cuando se ejerce una fuerza sobre él, pero cuando esa fuerza desaparece, el cuerpo recupera su forma original, la propiedad

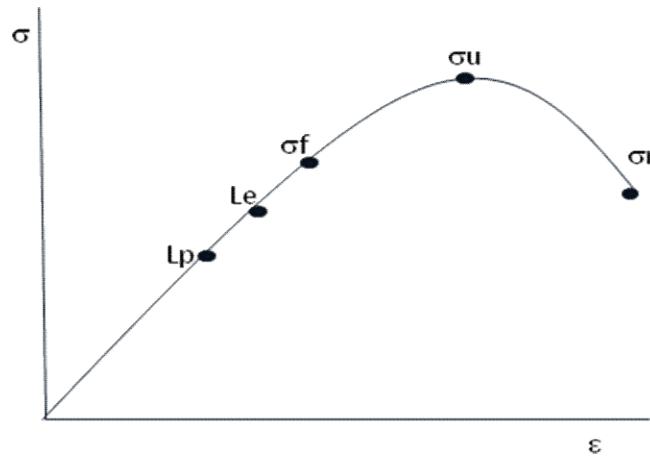
opuesta a elasticidad es plasticidad, la goma es elástica si se ejerce una fuerza, por ejemplo sobre una pelota de goma, esta se deforma, cuando deja de ejercer la fuerza, la pelota recupera su forma original.

- Plasticidad: la plasticidad es la propiedad del cuerpo por la que una deformación se hace permanente, si sobre un cuerpo plástico ejercemos una fuerza este se deforma, cuando la fuerza desaparece la deformación permanece, la propiedad opuesta a plasticidad es elasticidad, ejemplo la arcilla fresca es plástica, si se aplica una fuerza sobre ella se deforma, cuando deja de ejercer la fuerza la deformación permanece.
- Maleabilidad: es la propiedad de la materia, que junto a la ductilidad presentan los cuerpos a ser labrados por deformación. Se diferencia de aquélla en que mientras la ductilidad se refiere a la obtención de hilos, la maleabilidad permite la obtención de delgadas láminas de material sin que éste se rompa, teniendo en común que no existe ningún método para cuantificarlas.
- Dureza: es la resistencia de un cuerpo a ser roto por otro, un cuerpo es tanto más duro cuanto mayor tenga que ser la fuerza que lo rompa, la propiedad opuesta a duro es blando, el diamante es duro porque es difícil de mellar o rayar.
- Tenacidad: la tenacidad es la resistencia que opone un cuerpo a romperse por un impacto, un cuerpo es tanto más tenaz cuando el choque necesario para romperlo tenga que más fuerte, la propiedad opuesta a tenaz es frágil, ejemplo, la madera es tenaz, dado que es necesario un choque muy violento para romperla.
- Ductilidad: La ductilidad es la propiedad que presentan algunos metales y aleaciones cuando, bajo la acción de una fuerza, pueden estirarse sin romperse permitiendo obtener alambres o hilos. A los metales que presentan esta propiedad se les denomina dúctiles.
- Fragilidad: es la facilidad con la que un cuerpo se rompe por un choque, es la propiedad opuesta a tenacidad, el vidrio es frágil porque con un pequeño golpe se rompe

Muchas de estas propiedades se obtienen mediante la prueba de tracción que consiste en aplicar una carga axial creciente al material hasta provocar la rotura del mismo.



4.4.1- Puntos de la curva Esfuerzo – Deformación de los materiales.



Límite de proporcionalidad: valor de la tensión por debajo de la cual el alargamiento es proporcional a la carga aplicada.

Límite elástico: es la tensión máxima que un material elástico puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes. Si se aplican tensiones superiores a este límite, el material experimenta deformaciones permanentes y no recupera su forma original al retirar las cargas.

Resistencia de fluencia: esfuerzo al cual ocurre una deformación plástica pequeña y específica por lo general del 0,2%.

Esfuerzo último o Resistencia última: el esfuerzo de fractura es el valor al cual se reproduce la fractura de la probeta, y cuyo valor no tiene gran importancia, pues una vez se supere el máximo valor, la probeta fallará, irremediablemente, a menores valores de esfuerzo.

Estricción: es la reducción de la sección que se produce en la zona de la rotura.

En el diagrama esfuerzo deformación se representan los esfuerzos (fuerzas internas que resultan de la aplicación de cargas externas) y la deformación (es el cambio de forma y dimensión de los cuerpos), se calculan:

$$\text{Esfuerzo } \sigma = \frac{F}{A} \quad F: \text{Fuerza, } A: \text{Área} \quad \text{Fuerza: } m \cdot g \text{ (g: 9,8m/s}^2\text{)}$$

$$\text{Deformación } \epsilon = \frac{L_f - L_0}{L_0} \quad L_0: \text{Longitud inicial; } L_f: \text{Longitud final}$$

4.4.2- Módulo de elasticidad

El **módulo de elasticidad** o **módulo de Young** es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Para un material elástico lineal e isótropo, el módulo de Young tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero: si se tracciona una barra, aumenta de longitud, no disminuye. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés Thomas Young.

Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede calcularse empíricamente en base al ensayo de tracción del material.

Como se ha explicado para un material elástico lineal el módulo de elasticidad longitudinal es una constante. En este caso su valor se define mediante el coeficiente de la tensión y de la deformación que aparecen en una barra recta estirada que esté fabricada en el material para el cual pretendemos estimar el módulo de elasticidad:

Donde:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

E es el módulo de elasticidad longitudinal.

σ es la tensión sobre la barra usada para determinar el módulo de elasticidad.

ϵ es la deformación unitaria en cualquier punto de la barra.

La ecuación anterior se puede expresar también como:

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

Por lo que dadas dos barras o prismas mecánicos geométricamente idénticos pero de materiales elásticos diferentes, al someter a ambas barras a deformaciones idénticas, se inducirán mayores tensiones cuanto mayor sea el módulo de elasticidad. De modo análogo, tenemos que sometidas a la misma fuerza, la ecuación anterior escrita como:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Nos dice que las deformaciones resultan menores para la barra con mayor módulo de elasticidad.

En este caso, se dice que el material es más rígido.

Aéreas más comunes:

$$\text{Círculo: } A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$\text{Triángulo: } A = \frac{b \cdot H}{2}$$

$$\text{Cuadrado: } A = L^2$$

$$\text{Rectángulo: } A = H \cdot B$$

Conversiones:

$$1m = 10^2 cm; 1m = 10^3 mm; 1m = 39,37 plg; 1 pie = 12 plg$$

$$1 lbm = 0,453 Kg; 1 lbf = 4,44 N; 1 Mpa = 6895 Pa$$

Ejercicios Propuestos

1.- A un alambre de Níquel de 0.15 plg de diámetro con un esfuerzo de cedencia de 45000 psi y una resistencia a la tensión de 55000 psi se le aplica una fuerza de 850 lb. Determine:

a.- si el alambre se deformará plásticamente. b.- si el alambre sufrirá encuellamiento.

2.- A una barra de Hierro de 10 x 20 mm con un esfuerzo de cedencia de 400 MPa y una resistencia a la tensión de 600 MPa se le aplica una fuerza de 100000 N. Determine:

a.- si la barra se deformará plásticamente.

b.- si la barra sufrirá encuellamiento.

3.- Los siguientes datos fueron reunidos a partir del ensayo estándar de tensión en una probeta de 0.505 plg de diámetro de una aleación de cobre:

Carga (lb.)	Longitud calibrada (plg)
0	2.00000
3000	2.00167
600	2.00333
7500	2.00417
9000	2.0090
10500	2.040
12000	2.26
12400 (carga máxima)	2.50
11400 (fractura)	3.02

Después de la fractura, la longitud calibrada de la muestra es de 3.014 plg. Y su diámetro es de 0.374 plg.

Grafique los datos y calcule:

a.- Límite elástico convencional al 0.2 %.

b.- modulo de elasticidad

c.- % de reducción de área y % de elongación.

d.- el esfuerzo ingenieril a la fractura.

4.- Los datos reflejados en la tabla corresponden a los resultados del ensayo de tensión de una barra de aleación de aluminio de 0,505 plg de diámetro

Medido	
Carga (lb.)	Longitud calibrada (plg)
0	2.000
1000	2.001
3000	2.003
5000	2.005
7000	2.007
7500	2.030
7900	2.080
8000 (Carga máxima)	2.120
7950	2.160
7600 (Fractura)	2.205

Calcule:

a.- Esfuerzo y Deformación Ingenieriles para cada carga aplicada y longitud que se presenta en la tabla.

b.- Modulo de Elasticidad conociendo que el límite elástico es de 35000 PSI.

c.- % de elongación y % de reducción de área, conociendo que el diámetro final después de fractura es de 0.398 plg.

5.- El modulo de elasticidad de un tipo de acero es 205000Mpa.

a.- ¿Cuánto se deformara un cable de acero de 2,5mm de diámetro y 3 m de largo cuando soporta una carga de 500 kg? (asuma que esa masa es inferior a la necesitada para alcanzar el límite de proporcionalidad)

b.- ¿Cuál será la longitud final de dicho cable?

6.- Una barra cilíndrica de acero 1,27 cm de diámetro puede soportar una masa máxima de 11700 kg y aun conserva una relación lineal entre el esfuerzo y la deformación, también puede soportar una masa máxima de 11800kg sin deformación plástica y además esta barra se rompe al soportar una masa de 11400kg. Calcule:

a.- ¿Cuál es su resistencia a la fractura?

b.- ¿Cuál es su límite elástico?

c.- Si la barra tiene modulo de elasticidad de 205000Mpa ¿Cuánto se deformara esta barra al

soportar una masa de 7000kg?