

Propiedades generales de la materia

- 5.1. Propiedades de los sólidos
- 5.2. Peso específico
- 5.3. Densidad
- 5.4. Elasticidad
- 5.5. Importancia de la elasticidad en sólidos
- 5.6. Esfuerzo y deformación
- 5.7. Deformación unitaria
- 5.8. Límite elástico
- 5.9. Módulos de Young, rigidez y compresibilidad

La materia es todo aquello que tiene masa, ocupa un lugar en el espacio y requiere energía para un cambio o transformación.

La materia presenta cuatro propiedades fundamentales bajo las cuales se manifiesta, éstas son:

Masa. Cantidad de materia de una sustancia, independientemente de su localización espacial. Su unidad S.I. es el (Kg).

Energía. “La energía no se crea ni se destruye, solamente se transforma”. Es la cantidad de materia que se requiere para realizar un trabajo. (calor, movimiento, cambio de estado de energía, etc.)

Espacio (volumen) Es la cantidad de espacio (tridimensional: longitud, altura y ancho) que ocupa en el espacio (superficie cerrada) y en todo caso, es la dimensión que ocupa la materia en el espacio. Su unidad S.I. es el metro cúbico (m^3).

Tiempo. En física clásica representa una magnitud absoluta que se mide la duración o separación de acontecimientos. Su unidad S.I. es el segundo (s).

Y se consideran 5 propiedades más como generales.

1. **Peso** Es la cantidad de fuerza (gravitacional) por unidad de materia (masa) que se ejerce sobre un cuerpo. A nivel matemático, decimos w (peso) ó F_g (fuerza gravitatoria) es igual a la masa del cuerpo (m) x la constante de gravedad ($g=9,8 \text{ m/seg}^2$). En el SI es el Newton, y se expresa mediante: $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{seg}^{-2}$.
2. **Inercia.** Oposición de un cuerpo a cambiar su estado de reposo o de mantener un MRUA, con respecto a un punto de referencia, a mayor masa mayor inercia.
3. **Temperatura.** Termodinámicamente se habla de la velocidad promedio o la energía cinética (movimiento) de las partículas de las moléculas, a temperaturas altas la velocidad de las partículas es alta, en el cero absoluto las partículas no tienen movimiento. A menudo, los fenómenos de temperatura los identificamos por medio de la sensación térmica (calor – frío) y la interacción termodinámica se estudia a nivel microscópico, pero tiene mayor repercusión a nivel macroscópico. La temperatura está íntimamente relacionada con la energía interna y con la entalpía de algún sistema: a mayor temperatura mayores serán la energía interna y la entalpía del sistema. En el SI es el grado kelvin, y se expresa mediante $^{\circ}\text{K}$.
4. **Impenetrabilidad:** Es la propiedad de oposición de un cuerpo a otro y se ve más explícito cuando un cuerpo desea ocupar el mismo espacio que otro cuerpo en un mismo tiempo.
5. **Densidad,** tiene relación con la cantidad de materia presente en un material, pero, a que tanta interacción existe entre sus partículas. Por eso, se le define como la masa dividida entre el volumen. La unidad estándar de medición de la densidad es de peso por volumen, es decir, kilogramos sobre metro cúbico (kg/m^3).

Otras propiedades:

Punto de ebullición, punto de congelación, conductividad térmica, la elasticidad, la divisibilidad y la porosidad.

Las propiedades también se clasifican como intensivas y extensivas.

Las propiedades intensivas no dependen de la masa; es decir, no dependen del tamaño del cuerpo que se esté observando. Temperatura, volumen específico, densidad, calor específico, solubilidad, índice de refracción y concentración.

Por el contrario, las propiedades extensivas están relacionadas con el tamaño o cantidad de la sustancia considerada. Masa, peso (específico), volumen, energía.

Peso específico

Relación existente entre el peso y el volumen que ocupa una sustancia en el espacio. Es el peso de cierta cantidad de sustancia dividido el volumen que ocupa. En el Sistema Internacional se expresa en unidades de Newtons sobre metro cúbico (N/m^3). El cálculo del peso específico requiere de otras propiedades de la sustancia, como la densidad y la masa.

Matemáticamente, el peso específico se representa con el símbolo gamma (γ) y se expresa como:

γ (peso específico) = w (peso ordinario) / v (volumen de la sustancia)

$\gamma = w/V = m \cdot g/v$

$\gamma = \rho \cdot g$

Donde:

M = masa del objeto

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2).

ρ = densidad (m/v).

Dato curioso: https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_877_16765.pdf

Resulta evidente que cuanta más masa tiene cierta cantidad de una sustancia, mayor es su peso. De la misma manera, cuanto más densa sea esa cantidad de sustancia, cuanta más masa entre en determinado volumen, mayor será su peso específico, ya que mayor "masa por gravedad" entrará en ese volumen.

Densidad

Es la relación que existe entre la masa de una sustancia (o de un cuerpo) y su volumen, (propiedad intrínseca), no depende de la cantidad de sustancia que se considere.

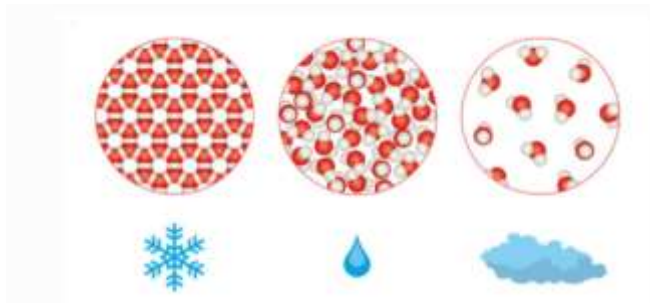


Imagen 1. Principales estados de la materia.

Se expresa en kilogramo por metro cúbico (kg/m^3) o gramo por centímetro cúbico (g/cm^3), varía en mayor o menor medida en función de la presión y la temperatura, y también con los cambios de estado. Esta relación existente alude a las propiedades físicas y químicas de la materia.

Debido a la cohesión o interacción entre sus partículas (estado de agregación), se expresa que:

gases tienen menor (ρ) que los líquidos y los líquidos menor (ρ) que los sólidos.

Densidad o densidad absoluta. Es la relación entre la masa y el volumen de una sustancia, ya sea sólida, líquida o gaseosa. Se representa por la letra griega rho (ρ):

$$\rho = \frac{m(\text{sustancia } X)}{V(\text{sustancia } X)}$$

Densidad relativa. Es la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad de otra sustancia.

$$\rho_{rel} = \frac{\rho(\text{sustancia } X)}{\rho(\text{sustancia } Y)}$$

Densidad aparente. Se aplica a materiales porosos, que pueden tener aire u otras sustancias incorporadas entre sus poros. Se calcula de manera similar a la densidad, pero hay que agregar la masa de aire de la sustancia que ocupa los poros. También hay que incrementar el volumen de la sustancia, incorporando el volumen que ocupa la sustancia que ocupa los poros.

Densidad del Agua, universal.

La densidad del agua en gramos es de en torno a 1.000 kg/m³ o 1 g/cm³ (Experimentalmente a la presión normalizada de 101 325 Pa (1 atmósfera), el agua líquida tiene una densidad máxima 999,974 9 kg·m³ a los 3,983 035 °C a una temperatura de 20°C y 1 atm de presión sería de unos 998 kg/m³ o 0,998 g/cm³).

Por lo tanto, el agua salina o el hielo tendrán una distinta densidad al agua simple (destilada).

Elasticidad.

Propiedad física y mecánica de los materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores. Se estudia la relación de mantener su forma original.

No todos los materiales son deformables, aquellos que se fragmentan (rompen) o no regresan a su forma original, se conocen como materiales no deformables ó inelásticos.

designa la propiedad física y mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores y de recuperar la forma original si, estas fuerzas exteriores se eliminan.

Importancia de la elasticidad en sólidos

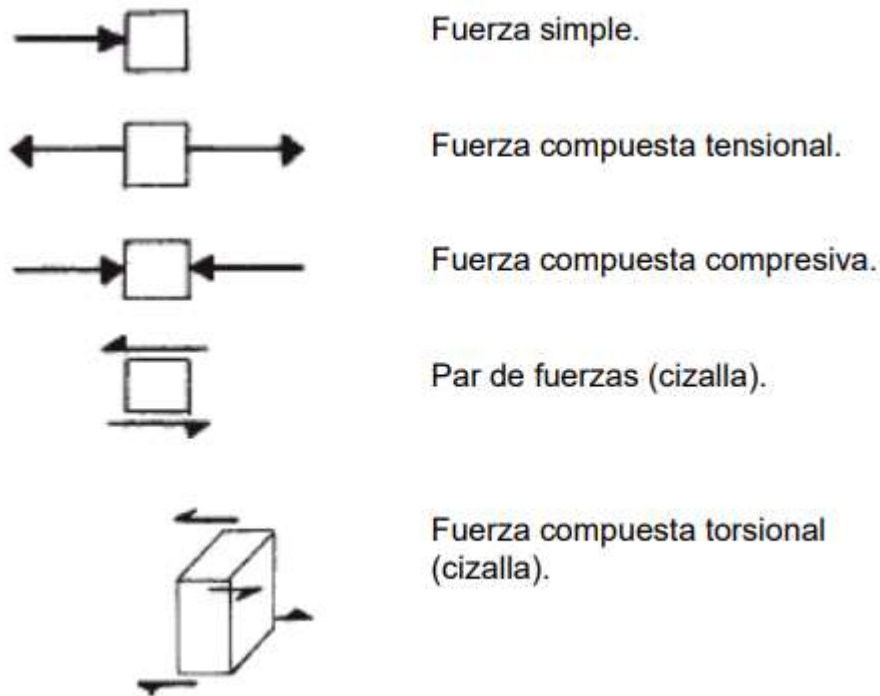
En el momento en que una fuerza se aplica sobre un material elástico, el material se comprimirá o deformará (si se trata de un sólido). Según la mecánica clásica, la clave es, cantidad de fuerza que se aplica para cada unidad de área, la cual se conoce como esfuerzo (σ).

El grado de estiramiento o compresión se llama deformación (ϵ), el cual se calcula a través de la división de la longitud de movimiento del sólido (ΔL) respecto a la longitud inicial del mismo (L_0), es decir: $\epsilon = \Delta L/L_0$.



Esfuerzo y deformación.

El esfuerzo es una fuerza que actúa sobre el área unitaria en la que se aplica, existen esfuerzos de tensión, flexión, compresión y cortantes.



La deformación unitaria se define como el cambio de dimensión por unidad de longitud ($\epsilon = \Delta L/L_0$, $\epsilon = \Delta A/A_0$, ó $\epsilon = \Delta V/V_0$). El esfuerzo suele se suele expresar en pascuales (pa) o en psi (libras por pulgadas cuadradas, por sus siglas en ingles). La deformación unitaria no tiene dimensiones y con frecuencia se expresa en pulg/pulg o en cm/cm.

Esfuerzo de tensión: Se presenta cuando sobre un cuerpo actúan fuerzas de igual magnitud, pero de sentido contrario que se alejan entre sí.

Esfuerzo de compresión: Ocurre cuando sobre un cuerpo actúan fuerzas iguales en magnitud, pero en sentido contrario que se acercan entre sí.

Esfuerzo de corte: Se presenta cuando sobre un cuerpo actúan fuerzas colineales de igual o diferente magnitud que se mueven en sentidos contrarios.

Matemáticamente.

$$E = F/A$$

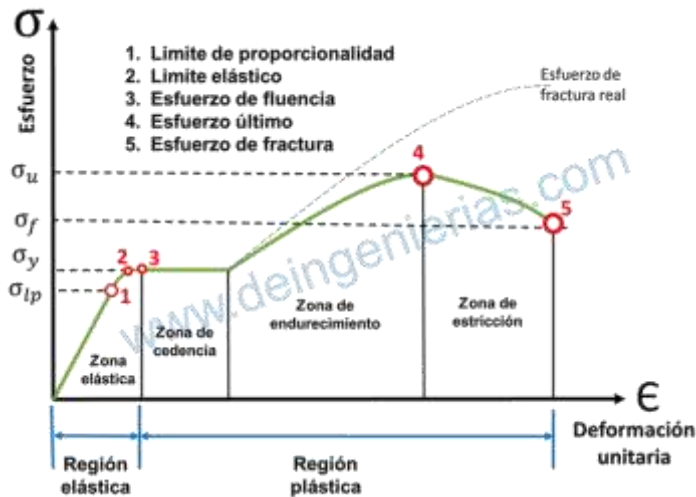
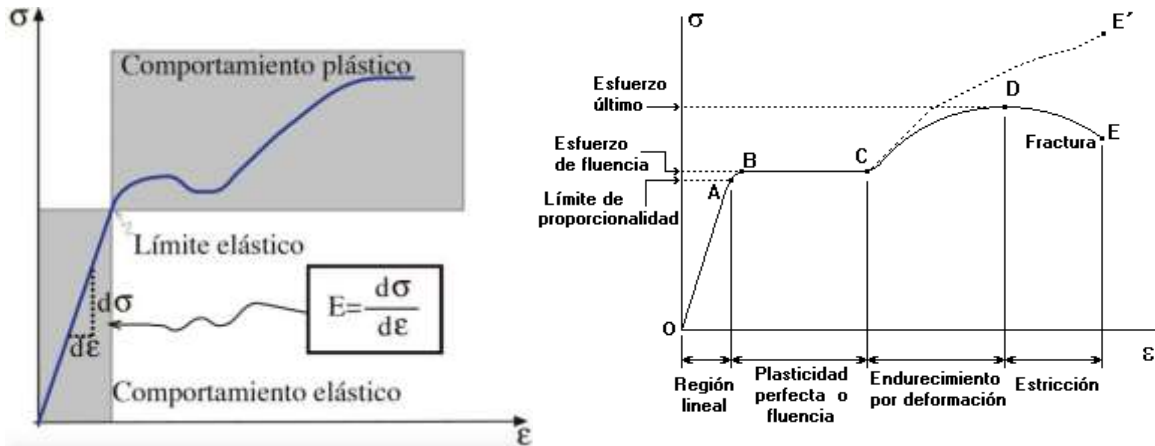
Donde:

E= Valor del esfuerzo longitudinal en N/m²

F= Valor de la fuerza aplicada en (N)

A=Área de sección transversal en m²

La deformación está íntimamente ligada a las fuerzas existentes entre los átomos o moléculas.

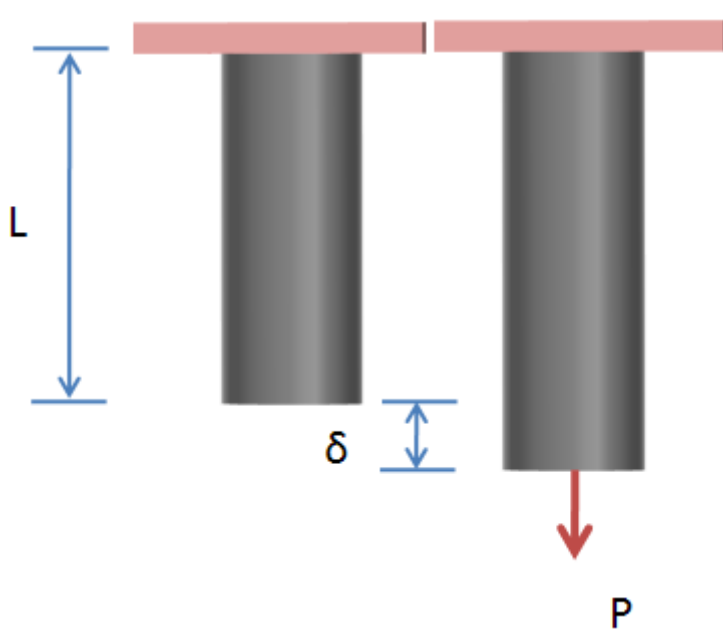


Curva Esfuerzo – Deformación

El módulo de elasticidad (E), también llamado módulo de Young, es un parámetro característico de cada material que indica la relación existente (en la zona de comportamiento elástico de dicho material) entre los incrementos de tensión aplicados (ds ó dσ) en el ensayo de tracción y los incrementos de deformación longitudinal unitaria (de ó dε) producidos.

Deformación Unitaria.

Es el cambio de longitud por unidad de longitud (deformación unitaria normal) o como el cambio en el ángulo entre dos líneas sobre materiales que se encontraban inicialmente perpendiculares entre sí (deformación unitaria cortante).



Fórmulas de esfuerzo y deformación

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

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

Donde:

σ = Esfuerzo

ϵ = Deformación unitaria

P = Carga aplicada

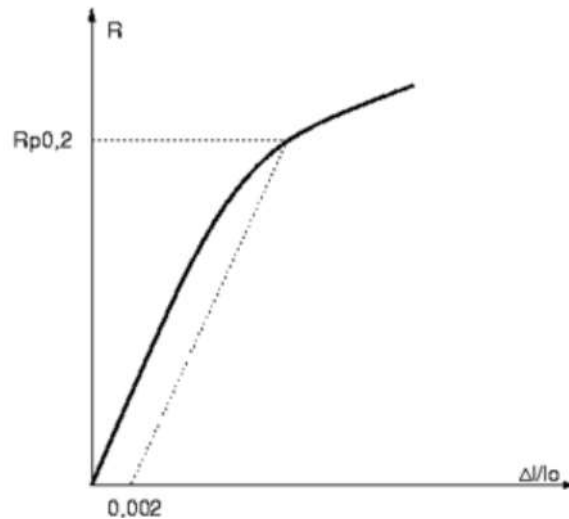
A_0 = Área de sección transversal inicial

ΔL = Variación de longitud

L_0 = Longitud inicial

Límite elástico

El límite elástico o límite de elasticidad, es la tensión máxima que un material puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes. Si se aplican tensiones superiores a este límite, el material experimenta un comportamiento plástico con deformaciones permanentes y no recupera su forma original al retirar la fuerza aplicada. En general, un material sometido a tensiones inferiores a su límite de elasticidad es deformado temporalmente de acuerdo con la ley de Hooke.



En el caso de los materiales sólidos, que tienen una sección en línea recta significativa en el diagrama carga/deformación, el límite elástico es aproximadamente igual al límite proporcional. El desplazamiento se expresa en términos de deformación (a menudo 0,2%).

Módulo de Young.

También llamado de elasticidad longitudinal, es un parámetro que consigue revelar el comportamiento de un material elástico en función de la tipología de fuerza que se le aplique y el consiguiente aumento o disminución de la longitud de ese material.

Se denominada zona elástica a la fracción del ensayo en la que se establece una correlación lineal, o cuasi lineal, entre las tensiones axiales s y las deformaciones unitarias (ϵ).

Módulo de Young es:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

Siendo:

E = módulo de Young, en pascal.

σ = tensión o fuerza uniaxiales por superficie de la unidad, en pascal. (tensión = esfuerzo/área)

ε = deformación o deformación proporcional (esto quiere decir el cambio de longitud dividido por la longitud original).

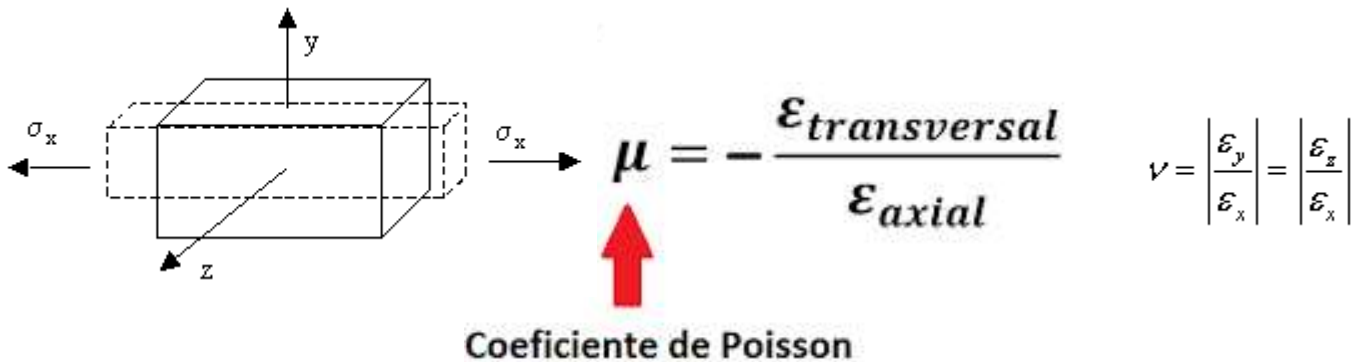
En el Sistema Internacional de Unidades su unidad más generalizada es el Pascal

$$\frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \text{ m}} \text{ o, más contextualmente, Pa}$$

El concepto de rigidez está directamente relacionado con el Módulo de Young. Un material muy rígido es aquel que para tensiones altas dentro del rango elástico presenta deformaciones bajas, por lo que tendrá un alto módulo de Young.

Coefficiente de Poisson (ν ó ρ)

Es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento.



El coeficiente de Poisson ν , se relaciona con el módulo E de elasticidad (o módulo de Young) y con el módulo de rigidez G, mediante la siguiente fórmula:

$$\nu = E / (2G) - 1$$

Esfuerzo		Deformación		Módulos de elasticidad	
Tensor	$\varepsilon = \frac{F_{\perp}}{A}$	Longitudinal	$\delta = \frac{\Delta L}{L_0}$	Módulo de Young	$Y = \frac{\varepsilon}{\delta} = \frac{F L_0}{A \Delta L}$
Compresor	$\varepsilon = \frac{F_{\perp}}{A}$	Lateral	$\delta_{\perp} = \frac{\Delta \omega}{\omega_0}$	Coefficiente de Poisson	$P = -\frac{\delta_{\perp}}{\delta} = -\frac{\Delta \omega L_0}{\omega_0 \Delta L}$
Cortante	$\varepsilon = \frac{F_{//}}{A}$	Cizallante	$\eta = \frac{x}{h} = \operatorname{tg} \varphi \approx \varphi$	Módulo de Torsión	$G = \frac{\varepsilon}{\eta} = \frac{F h}{A x} = \frac{F}{A \operatorname{Tg} \varphi}$
Presión	$\Delta p = \frac{F_{\perp}}{A}$	Volumétrica	$\delta_V = \frac{\Delta V}{V_0}$	Módulo de compresibilidad	$B = -V_0 \frac{\Delta p}{\Delta V} = -V_0 \frac{dp}{dV}$
				Coefficiente de compresibilidad	$\chi = \frac{1}{B}$

Nombre	Fórmula
Coefficiente de seguridad	$S = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_c}$
Esfuerzo tensor o compresor	$\varepsilon_{\perp} = -\frac{Y}{P} \delta_{\perp}$
Coefficiente de Poisson	$P = -\frac{1}{2} \frac{\frac{\Delta A}{A_0}}{\delta}$
Deformación unitaria del área	$\frac{\Delta A}{A_0} = -2P \frac{\varepsilon_{\perp}}{Y}$
Deformación volumétrica	$\frac{\Delta V}{V_0} = (1 - 2P) \frac{\varepsilon_{\perp}}{Y}$

¿Cuál es la densidad de un bloque de madera que flota en el agua con el 0.646 de su volumen sumergido? Suponga que la densidad del agua es 1 g/cm^3 .

- a) 0.646 g/cm^3 b) 0.354 g/cm^3
c) 0.536 g/cm^3 d) 0.464 g/cm^3

16. En el Sistema Internacional de Unidades, el pascal es equivalente a:

- a) newton por metro
b) newton entre metro
c) metro entre newton
d) newton entre metro cuadrado

11. El principio de Arquímedes establece que "Todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta una _____ de empuje ascendente igual _____ del fluido desalojado".

- a) presión - a la masa b) fuerza - a la masa
c) presión - al peso d) fuerza - al peso

11. La ley de Hooke tiene validez dentro de la región _____ del material, cuando se supera esta región se entra en la región _____, donde el material queda permanentemente deformado cuando cesan las fuerzas que actúan sobre él.

- a) elástica - lineal b) lineal - elástica
c) elástica - plástica d) plástica - lineal

23. Un cubo de hierro de 1 m por lado tiene una densidad de $1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. ¿Cuál es su masa?

a) 1200 kg

b) 1300 kg

c) 1400 kg

d) 1500 kg

24. En elasticidad, un esfuerzo tiene unidades de:

a) N/m^2

b) m/N

c) m^2/N

d) Nm^2

Guía 2016

30. Asociar las definiciones con su respectiva ecuación

Definición

1. Esfuerzo

2. Deformación

3. Módulo de Young

4. Alargamiento

Ecuación

A. $\left(\frac{F/A}{Y}\right)(l_0)$

B. $\frac{F}{A}$

C. $\frac{F/A}{Y}$

D. $\frac{F l_0}{A \Delta l}$

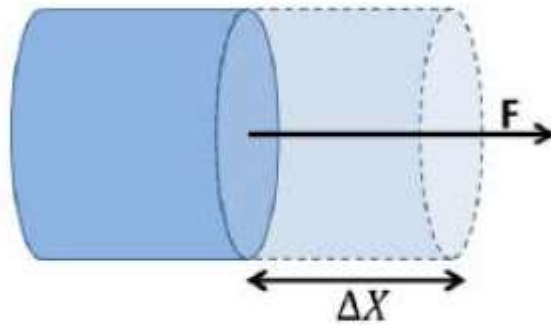
a) 1B, 2C, 3D, 4A

b) 1C, 2A, 3B, 4C

c) 1B, 2D, 3C, 4A

d) 1C, 2B, 3A, 4D

15. De acuerdo a la figura, ¿qué ley permite conocer la distancia de deformación elástica ΔX ?



- a) Ley de Joule
- b) Ley de conservación de la energía
- c) Ley de Hooke
- d) Segunda Ley de Newton