

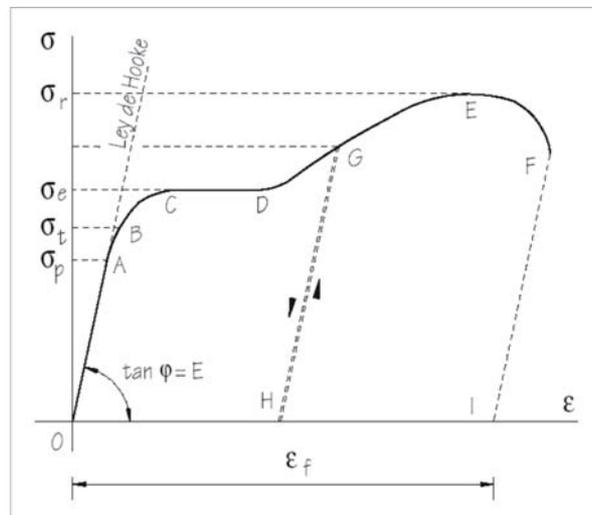
PRÁCTICA 3

MEDIDA DEL MÓDULO DE YOUNG DE UNA BARRA

INTRODUCCIÓN

La Ley de Hooke gobierna el comportamiento elástico lineal de un material y afirma que existe proporcionalidad entre los esfuerzos aplicados (σ) y las deformaciones (ϵ) producidas por los mismos:

$$\sigma \propto \epsilon$$



Precisamente, la constante de proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones es una característica propia de cada material y recibe el nombre de Módulo de Young (E), por lo que:

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

El fundamento de esta práctica está en esta última expresión: midiendo deformaciones para distintas cargas y ajustando por mínimos cuadrados obtendremos como pendiente el valor del Módulo de Young. Por tanto, *el objetivo de esta experiencia es verificar la Ley de Hooke para el caso de la flexión de una barra y calcular el módulo de Young para el material del que está construido la misma.*

FUNDAMENTO TEÓRICO

Sea una barra rectangular de masa m , longitud l , anchura a y espesor b ; supongamos que la barra está apoyada en sus extremos y que se carga en su punto medio con una fuerza F . En teoría se ha estudiado que la inversión de la Ley de Hooke Generalizada en términos de las constantes elásticas viene dada por:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{E} \left[(1 + \nu) \sigma_{ij} - \nu \delta_{ij} \sigma_{kk} \right]$$

donde ν es el coeficiente de Poisson. Entonces es posible demostrar que la máxima deformación en su centro o *flecha* f viene dada por:

$$f = \frac{1}{E} \frac{l^3}{4ab^3} \left(\frac{5mg + 8F}{8} \right)$$

Esta expresión es la inversa de la Ley de Hooke particularizada para el caso que nos ocupa; en efecto, vemos que el desplazamiento f es proporcional al esfuerzo F y que en la constante de proporcionalidad está el módulo de Young E . A partir de la fórmula anterior es posible entonces comprobar la Ley de Hooke y, además, determinar el módulo de Young sin más que medir deformaciones para distintos esfuerzos y ajustar el resultado por mínimos cuadrados a una recta; la pendiente de la recta obtenida, α , toma el valor:

$$\alpha = \frac{1}{E} \frac{l^3}{4ab^3}$$

de donde es posible obtener el módulo de Young E .



Montaje experimental donde se aprecia la barra horizontal, las pesas y el portapesas y el catetómetro (en este caso) como dispositivo para medir la deformación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dispondrá de barras de distintos materiales y diferentes dimensiones, soportes, pesas, portapesas, calibrador, cinta métrica, sistema de medida de la deformación (comparador o catetómetro).

Los pasos experimentales que debe seguir son:

- 1.- Con ayuda de la cinta métrica y el nonius determine las dimensiones a , b y l de la barra rectangular. Con la balanza del laboratorio, halle la masa m de la barra.
- 2.- Coloque la barra horizontal y sujétela por sus extremos con las mordazas previstas a tal fin.
- 3.- Coloque el portapesas vacío en su centro; con ello se determina la posición inicial del centro de la barra o el *cero* de deformaciones.
- 4.- Ponga en estación el catetómetro o ajuste debidamente el comparador (anexos I y II).
- 5.- Cargue gradualmente el portapesas y mida la flecha correspondiente en cada caso. Con ello, conseguirá una tabla de valores de fuerzas aplicadas frente a alargamientos producidos.
- 6.- Represente los datos de la tabla anterior (fuerzas en ordenadas y desplazamientos en abscisas).
- 7.- Ajuste los datos anteriores debidamente y obtenga el valor del módulo de Young.
- 8.- Presente todas las medidas con sus errores y los resultados con sus debidos márgenes de error.
- 9.- Repita el procedimiento para las distintas barras.

ANEXO I: EL CATETÓMETRO

El catetómetro es un instrumento destinado a medir con precisión longitudes; en el caso de la práctica que nos ocupa consiste en un pesado trípode con tornillos de nivelación que soporta verticalmente una barra de acero de 80 cm de largo. Horizontalmente lleva montada una mira telescópica sobre un manguito; gracias a este dispositivo, la mira puede deslizarse hacia arriba o abajo o girar alrededor de la barra. Su posición puede fijarse con ayuda de dos tornillos.

Antes de hacer ninguna medición con el catetómetro hay que *ponerlo en estación*, esto es, conseguir que la mira esté horizontal sea cual sea la dirección horizontal del enfoque de la misma. Para ello utilice la burbuja adosada a la mira telescópica y compruebe que frente a giros de cualquier ángulo, aquella permanece centrada. Ayúdese de los tornillos de nivelación de los que dispone el trípode.

Las medidas de longitud se llevan a cabo con el nonius localizado justamente debajo de la mira telescópica,



Detalle de la mira telescópica del catetómetro.

ANEXO II: EL COMPARADOR

Se trata de un dispositivo destinado a medir con precisión pequeñas longitudes; en el caso de esta práctica es un círculo graduado con un vástago móvil que lo atraviesa y cuya posición determina la lectura que va a efectuarse. Ubicando adecuadamente este vástago y tomando lectura de la posición inicial, una vez producida la deformación, puede obtenerse el resultado de la misma por comparación de la lectura final con la inicial.



Un comparador como los utilizados en esta experiencia.