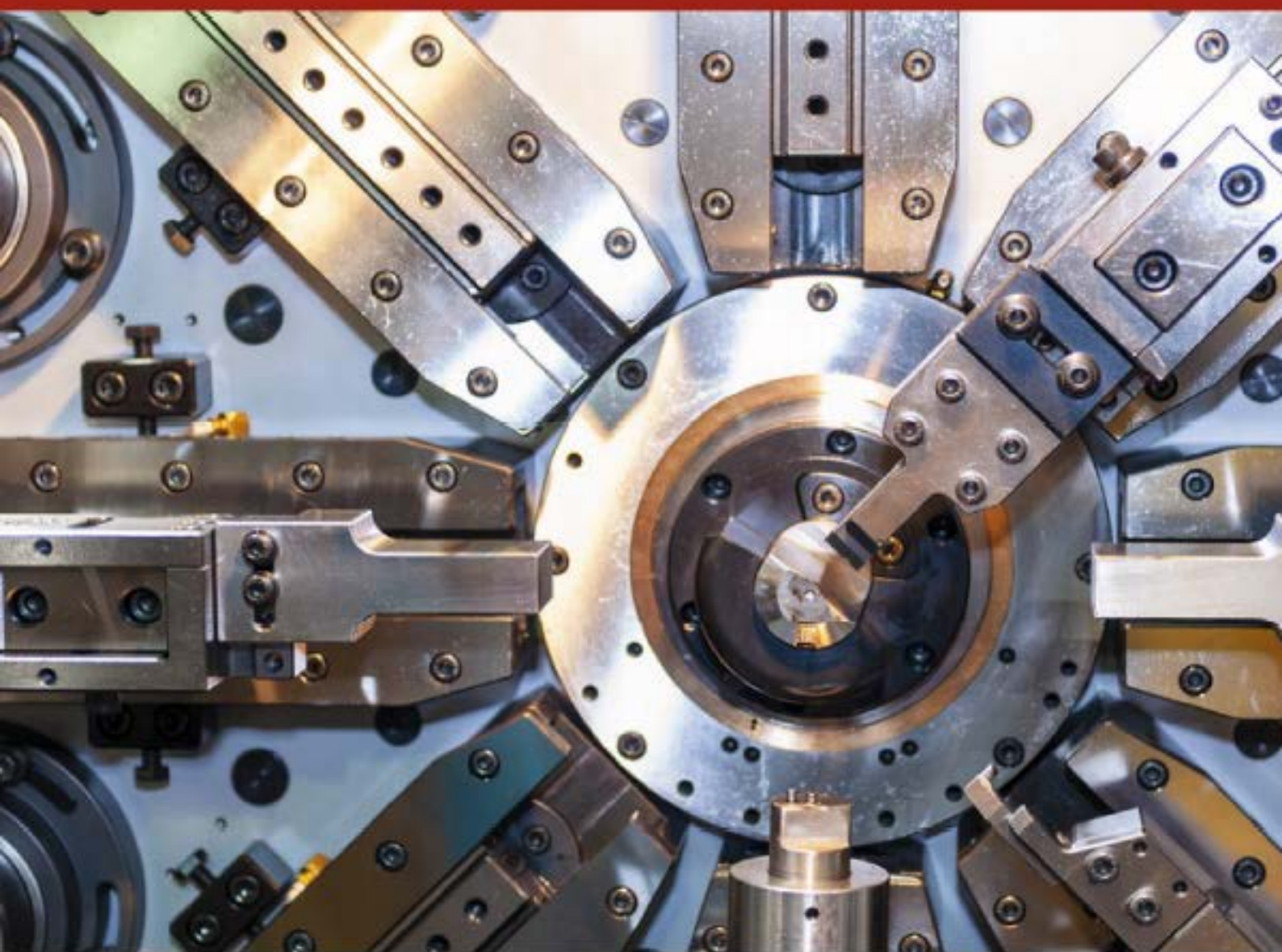




MATRIX | FUNDAMENTAL MECHANICS

Materials Fundamentals



MATRIX

CP0876

www.matrixtsl.com

Copyright © 2021 Matrix Technology Solutions Limited

Capítulo 1 -	Deflexión de vigas	3
Ficha 1 -	Cambiar la carga	4
Ficha 2 -	Los asuntos materiales	6
Ficha 3 -	El perfil importa	9
Ficha 4 -	Soportes de materia	11
Ficha 5 -	El voladizo	14
Ficha 6 -	Dos cargas	15
Capítulo 2 -	Torsión de varillas	17
Ficha 1 -	Par de apriete	19
Ficha 2 -	Material	21
Ficha 3 -	Longitud	23
Capítulo 3 -	Comprobador de fuerzas de tracción y cizallamiento	24
Ficha 1 -	Probador de tracción	26
Ficha 2 -	Fuerza de cizallamiento	29
Material para el alumno		36

Capítulo 1 - Flexión de vigas - Introducción

El grado de flexión de una viga es un factor importante a la hora de diseñar determinados productos. Algunas formas o materiales se doblan más que otros. Esto se debe al *segundo momento del área* y al *módulo de Young*.

A veces es importante que las estructuras resistan la deflexión o se desvíen una cierta cantidad, como en el trampolín de la imagen.

En estas fichas se analizan múltiples factores que afectan a la deflexión de las vigas metálicas: la **dimensión** de la viga, su **longitud**, el **tipo de soporte utilizado** y el **material** del que está hecha.



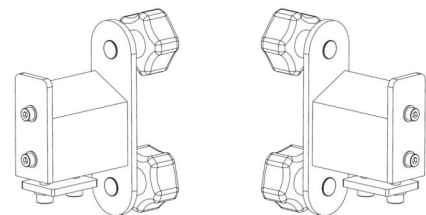
Te toca a ti:

El aparato:

Los dos soportes se pueden colocar en cualquier parte del panel de trabajo utilizando los tornillos de mariposa grandes de la parte posterior.

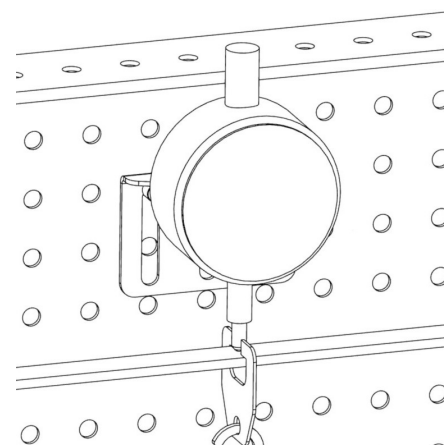
Voltear el soporte permite utilizar un soporte fijo en lugar de un simple soporte de cuchilla.

Utilice la llave hexagonal proporcionada para apretar y aflojar el placa de sujeción para los soportes fijos.



Soporte (mano izquierda)
Soporte (mano derecha)

El cuadrante puede moverse a lo largo de la longitud del haz especí- men, pero utilice las características de la ranura para deslizar el cuadrante en una buena posición de trabajo para obtener resultados precisos.



Marque

Ficha 1

Cambiar la carga

Esta investigación examina cuánto se dobla una viga cuando se somete a diferentes cargas.

Para el ingeniero, puede ser un aspecto vital del diseño: en puentes, edificios, maquinaria, etc.

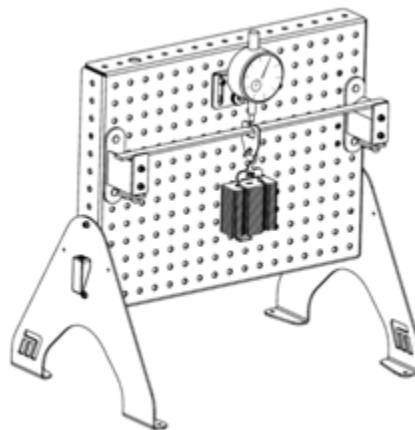
La fotografía muestra una grúa que levanta una carga pesada. Sin duda, el diseñador de la grúa tiene que saber de vigas de carga.



Te toca a ti:

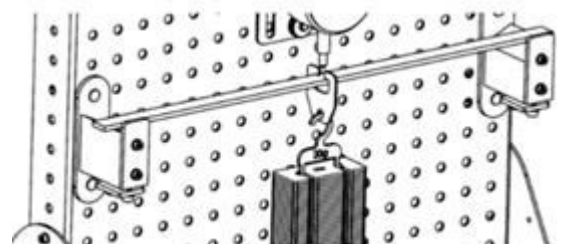
El aparato:

El diagrama superior muestra la disposición de los aparatos para esta investigación.



El segundo diagrama muestra un primer plano de la viga apoyada.

Los soportes (simples) de los extremos se colocan lo más separados posible en el panel de trabajo y apuntan hacia el exterior, con los soportes hacia arriba.



Coloque la viga de aluminio centrada en el extremo soportes.

Fije el reloj comparador al soporte ajustable. Fíjelo al panel trasero de forma que su extremo inferior descansa ligeramente sobre la viga. Ajuste el soporte de modo que el comparador marque cero en el dial pequeño (milimétrico) y lo más cerca posible de cero en el dial principal cuando todas las tuercas estén apretadas.

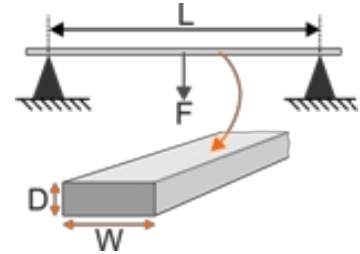
Por último, gire el borde exterior del reloj comparador para ponerlo a cero con precisión. (Todavía puede haber un error cero residual. Si es así, anótalo y súmalo/ réstalo, según proceda, de las lecturas realizadas durante el experimento).

Ficha 1

Cambiar la carga

A su disposición

- Mide la longitud **L** de la viga de aluminio.
- Mide su anchura **W** y su profundidad **D** con un pie de rey.
- Anota estas medidas en el Student Handout.
- Cuelga una masa de 100 g del centro de la viga.
(Puedes utilizar los agujeros del panel de trabajo como guía.) La viga se dobla ligeramente.
- Golpee suavemente el banco para reducir el efecto de la fricción sobre el equipo y mida el desviación, indicada en el reloj comparador.
- Anótalo en la tabla del Student Handout.
- Añade otros 100 g al colgador de masa y repite el proceso hasta que la masa total de la viga sea de 500 g.
- Utiliza tus resultados para trazar un gráfico rectilíneo de la deflexión δ frente a la carga **F**, utilizando los ejes proporcionados en el Student Handout.



Y qué:

Cuando se retira la carga, la viga vuelve a su estado original.

El comportamiento de la viga es, por tanto, elástico.

Algunas fórmulas:

Para una viga cargada en su centro:
$$\text{flecha } \delta = \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I}$$

donde **E** = módulo de Young

I = momento de inercia de la sección transversal.

Para una barra de sección rectangular:

$$I = \frac{W \times D^3}{12}$$

Como **L**, **W**, **D** y **E** son constantes para esta viga,

$$\delta = \text{constante} \times F \quad \text{donde esta constante} = \frac{L^3}{48 \times E \times I}$$

Por lo tanto, el gráfico de la deflexión δ frente a la carga **F** debe ser lineal.

El mayor error en este tratamiento procede de la medición de la longitud **L**, ya que este valor se eleva a la potencia 3 (es decir, al cubo,) en la fórmula.

Ficha 2

Los asuntos materiales

El plomo no es adecuado para hacer vigas largas para puentes. Es muy denso, por lo que las vigas serían muy pesadas, y es maleable, por lo que se dobla con facilidad.

El hormigón tiene una gran resistencia a la compresión, pero es débil a la tracción. En cambio, el acero, utilizado en las barras de refuerzo ("barras corrugadas"), tiene una gran resistencia a la tracción. La combinación de ambos da como resultado un material resistente tanto a la tracción como a la compresión.



La fotografía muestra barras de refuerzo preparadas para su vertido en hormigón.

Te toca a ti:

- Repite el procedimiento descrito en la ficha 1 para:
 1. la viga de latón;
 2. la viga de acero.
- Registra todos los resultados en las tablas que figuran en el Material para el alumno.
- Utiliza los resultados para trazar gráficos de líneas rectas de la deflexión δ frente a la carga F para la viga de latón y la viga de acero, utilizando los ejes proporcionados en el Student Handout.

Y qué:

Hallar el módulo de Young:

Opción 1:

En la investigación anterior se demostró que, para una viga cargada en su centro, la deformación $\delta = \text{constante} \times F$ donde $\text{esta constante} = L^3$

$$48 \times E \times I$$

Por lo tanto, un gráfico de deflexión δ vs carga F es lineal con un gradiente $m = \frac{L^3}{48 \times E \times I}$

En otras palabras, módulo de

$$\text{Young } E = \frac{L^3}{48 \times m \times I}$$

- Midiendo los gradientes de los tres gráficos, para el aluminio (de la ficha 1), para el latón y para el acero, calcula los valores del módulo de Young para los tres metales.
- Anota tus respuestas en la tabla del Student Handout.

Ficha 2

Los asuntos materiales

Entonces,

¿qué

Opción 2:

Para una viga cargada en su centro: flecha $\delta = \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I}$

Reorganizando esto:

$$\delta \times (48 \times E \times I) = F \times L^3$$

$$\delta \times \frac{(48 \times E \times I)}{L^3} = F$$

es decir $F = E \times \frac{(48 \times \delta \times I)}{L^3}$

Se trata de la ecuación rectilínea "y=mx+c".

Implica que un gráfico **de F** frente a $(48 \times D \times I) / L^3$ (con todas las longitudes convertidas a metros) tiene un gradiente igual al módulo de Young.

Para cada metal:

- Utiliza las medidas realizadas en las fichas 1 y 2, para el aluminio, el latón y el acero, para completar la tabla de resultados en el Student Handout.
- Trace un gráfico de **F** frente a $(48 \times D \times I) / L^3$ para cada metal.
- Midiendo el gradiente del gráfico, obtenga los valores del módulo de Young para el metal.
- Anota tu respuesta en el Student Handout.

Ficha 2

Los asuntos materiales

Y qué Y

finalmente:

Las vigas de latón y acero tienen dimensiones similares, **L**, **D** y **W**, a las de la viga de aluminio utilizada en la ficha 1.

Por lo tanto, todos tienen valores similares para **I**, el momento de inercia del área de la sección transversal.

Las fórmulas de la página 4 muestran que la deformación δ para una fuerza **F** dada es proporcional a $1 / E$, donde **E** es el módulo de Young del material.

En otras palabras, **para una carga dada**,

$$\frac{\delta (\text{latón})}{\delta (\text{aluminio})} = \frac{E (\text{aluminio})}{E (\text{latón})}$$

y

$$\frac{\delta (\text{acero})}{\delta (\text{aluminio})} = \frac{E (\text{aluminio})}{E (\text{acero})}$$

y

$$\frac{\delta (\text{acero})}{\delta (\text{latón})} = \frac{E (\text{latón})}{E (\text{acero})}$$

- A partir de las mediciones efectuadas para el aluminio en la ficha 1 y de las obtenidas aquí para el latón y el acero, calcule las relaciones siguientes, para una carga de 5N:
 - deflexión de latón / deflexión de aluminio,
 - deformación del acero / deformación del aluminio,
 - deflexión del acero / deflexión del latón y escribe las respuestas en el Student Handout
- Compara estas proporciones con las proporciones del módulo de Young de los metales dadas en el Student Folleto.

Ficha 3

El perfil importa

Un haz fuerte pero ligero. Esa es la demanda habitual. El grosor de la viga, su longitud y su profundidad determinan su resistencia.

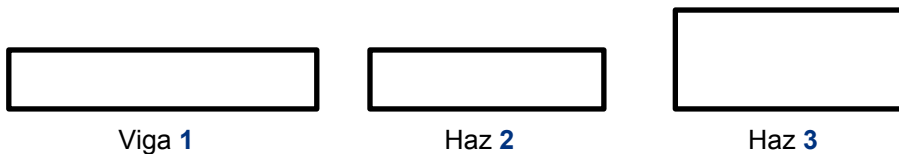
Como muestra la fotografía, hay varias formas de conseguir la resistencia necesaria:

- vigas finas se combinan en una sola;
- se unen a otros materiales para formar una estructura compuesta;
- a veces se utilizan "al límite".



Esta investigación utiliza tres vigas de diferente sección transversal para crear tres perfiles. Todas utilizan el mismo material, aluminio.

El diagrama muestra los tres perfiles.



Te toca a ti:

- Mide la longitud **L**, la anchura **W** y la profundidad **D** de la viga **1** y anótalas en la tabla del Student Handout.
- Utilice la fórmula $I = \frac{W \times D^3}{12}$ para calcular el momento de área, **I**, de la viga **1**, y anótalo en la tabla.
- Con los soportes de los extremos colocados como antes, coloque la viga **1** centrada a través de ellos.
- Coloque el reloj comparador y póngalo a cero.
- Cuelga una masa de 200 g del centro de la viga.
- Utiliza el reloj comparador para medir la desviación δ y anótala en el Student Handout.
- Repita este procedimiento para la viga **2** y luego para la viga **3**.

Ficha 3

El perfil importa

Y qué:

La fórmula del momento de inercia del área,

$$I = \frac{W \times D^3}{12}$$

sugiere que la profundidad, **D**, de la viga influye más en la flexión de la viga que su anchura, **W**, ya que **I** depende de **D al cubo**. **Dando a** las dimensiones **D** más impacto de la deflexión.

Puesto que cada viga está cargada en su centro, como antes:

$$\text{desviación } \delta = \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I}$$

En esta investigación, la carga **F** y la longitud apoyada **L** de la viga se mantienen constantes. Las tres vigas tienen el mismo módulo de Young **E**, ya que todas son de aluminio.

- Trace un gráfico de la desviación **δ** frente a $1 / I$ para las tres vigas.

La fórmula de deflexión predice que este gráfico debe ser lineal y pasar por el origen. Sin embargo, los defectos en la superficie del material y los errores en la medición de las dimensiones de las vigas pueden explicar las discrepancias.

- En el Student Handout, comenta lo que sugiere este resultado para la relación entre el momento de inercia del área y la deflexión para una carga dada.

Ficha 4

Soportes de materia

La deformación de una viga depende en parte de cómo esté apoyada. Hasta ahora, las investigaciones sólo han utilizado "apoyos simples", que no resisten el movimiento lateral. En realidad, los apoyos de los puentes permiten que el tablero se mueva lateralmente, para permitir las dilataciones y contracciones y los efectos de la actividad sísmica, por ejemplo. Algunos también permiten que se mueva hacia atrás y para-o torcerse ligeramente.



La ecuación general para la deflexión de la viga es:

$$\text{deformación } \delta = \frac{F \times L^3}{K \times E \times I} \text{ donde } K \text{ depende del tipo de soportes utilizados.}$$

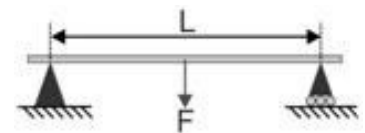
Esta investigación muestra cómo obtener experimentalmente el valor de la constante, **K**.

Utiliza la viga de aluminio, viga **1**, utilizada en la investigación anterior, donde los valores de **E**, **L** e **I**. Los volveremos a utilizar aquí.

Un gráfico de deflexión δ vs $(F \times L^3 / E \times I)$ debe ser una línea recta con una pendiente de $1 / K$.

Montaje 1 - soportes sencillos:

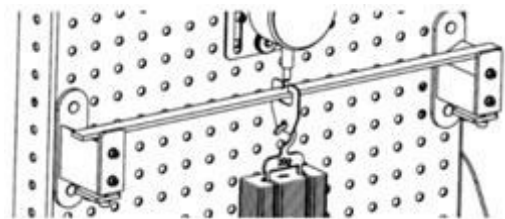
La primera disposición utiliza dos soportes simples, como se muestra en el diagrama de al lado:



Te toca a ti:

- Coloque la viga de aluminio (viga **1** en la última investigación) en el centro de los dos soportes simples.
- Coloque el reloj comparador y póngalo a cero.
- Cuelga una masa de 100 g del centro de la viga.

La disposición es similar a la que se muestra en el diagrama de al lado.



- Medir la desviación, indicada en el reloj comparador, habiendo golpeado sobre el banco para reducir la fricción.
- Anótalo en la tabla **1** del Material para el alumno.
- Añade otros 100 g al colgador de masa y repite el proceso hasta que la masa total de la viga sea de 500 g.
- Completa las columnas cuarta y quinta de la tabla **1**.
- Trace un gráfico de la desviación **D** frente a $(F \times L^3 / E \times I)$ y utilice el gradiente para estimar **K**.

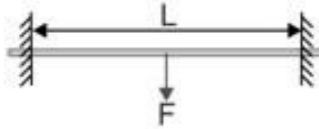
Ficha 4

Soportes de materia

A su disposición

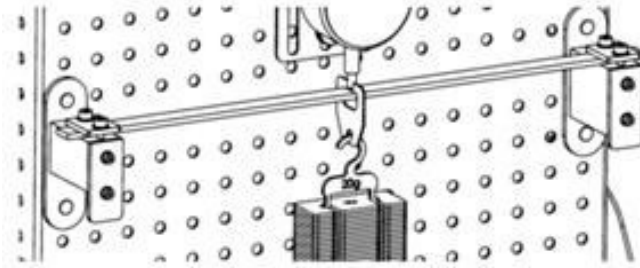
Configuración 2 - soportes fijos:

- A continuación, cambie a dos soportes fijos como se muestra a continuación:



- Cambia los dos soportes simples de los extremos por otros fijos.
- Desenrosque la barra de la parte superior de cada uno lo suficiente para permitir que la viga se deslice por debajo y, a continuación, apriete las barras.
- Cuelga una masa de 100 g del centro de la viga, como antes.

La disposición es como la que se muestra a continuación.



- Una vez más, golpee suavemente sobre el banco para reducir el efecto de la fricción sobre el equipo y mida la desviación, indicada en el reloj comparador.
- Anótalo en la tabla **2** del Student Handout.
- Añade otros 100 g al colgador de masa y repite el proceso hasta que la masa total de la viga sea de 500 g.
- Completa las columnas cuarta y quinta de la tabla **2**.
- Traza un gráfico de la desviación δ frente a $(F \times L^3 / E \times I)$ y utiliza el gradiente para estimar **K**.

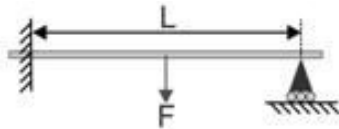
Ficha 4

Soportes de materia

A su disposición

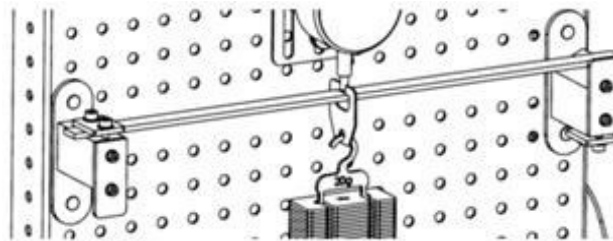
Montaje 3 - soporte en voladizo apuntalado (un soporte fijo y otro simple):

- A continuación, cambia a los soportes que se muestran a continuación, uno fijo y otro simple:



- Cambia uno de los soportes fijos por un soporte de extremo simple.
- Asegure la viga bajo la barra de soporte fija y déjela descansar sobre el soporte simple.
- Cuelga una masa de 100 g del centro de la viga, como antes.

La disposición es como la que se muestra a continuación.



- Repita el mismo procedimiento anterior, aumentando la carga en pasos de 100 g y registrando las deflexiones resultantes en la tabla 3 del Student Handout.
- Completa las columnas cuarta y quinta de la tabla 3.
- Traza un gráfico de la desviación δ frente a $(F \times L^3 / E \times I)$ y utiliza el gradiente para estimar **K**.

Y qué:

Los resultados indican que cuanto más restringida es la libertad de movimiento de la viga, menor es la deformación para una carga dada y mayor es el valor de **K**.

Los valores teóricos de **K** son:

Configuración 1 - **K** = 48

Configuración 2 - **K** = 192

Configuración 3 - **K** = 110

Ficha 5

El voladizo

Los voladizos son habituales en ingeniería. Desde brazos de soporte de semáforos a balcones suspendidos, pasando por alas de avión o el Skywalk del Gran Cañón, ofrecen una serie de ventajas al ingeniero, como:

- permitiendo la construcción sobre valles profundos donde el acceso es limitado;
- acomodar los movimientos térmicos y sísmicos con relativa facilidad.

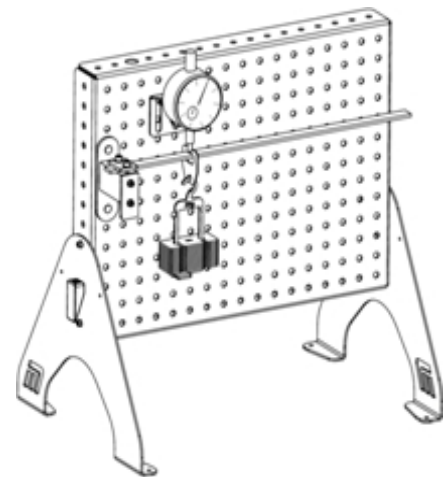
La fotografía muestra una famosa grúa en voladizo en el río Clyde, en Glasgow.



Esta investigación examina el efecto de la longitud de una viga en voladizo sobre la flexión.

Te toca a ti:

- Sujete un extremo de la viga de acero en uno de los soportes fijos, como se muestra en el diagrama.
- Cuelga una masa de 200 g a una distancia de 80 mm del soporte.
- Coloque el reloj comparador sobre el punto de fijación de la carga y póngalo a cero.
- Mide la desviación de la viga.
- Anótalo en la tabla del Student Handout.
- Repita este procedimiento para la siguiente carga y distancia indicadas en la tabla: 180 g colgados a una distancia de 140 mm del soporte.
- Repita el procedimiento para las tres distancias restantes y cargas. Su objetivo es controlar la deformación y evitar daños en la viga.
- Completa la cuarta y la quinta columna de la tabla.
- Traza una gráfica de la desviación δ frente a L^3 trazando una línea recta que pase por el origen, gui-
ed por los puntos.



Y qué:

La relación lineal entre deflexión y $(\text{longitud})^3$ significa que cuanto más larga sea la viga, más se deformará y explica por qué los puentes que salvan grandes ríos se diseñan con varias secciones apoyadas en lugar de una sola.

Si los resultados no pasan por el origen, ¿a qué se debe?

En el Student Handout, describe las posibles fuentes de error en este experimento.

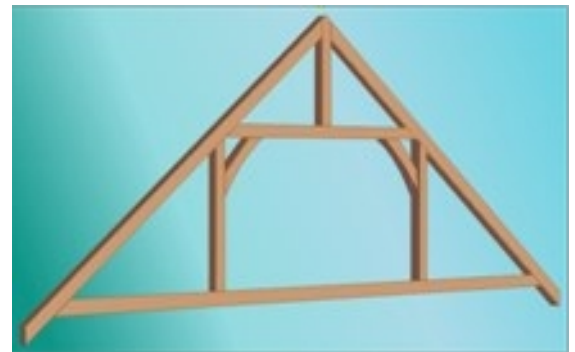
Ficha 6

Dos cargas

Hasta ahora, los ejemplos se referían a una viga sometida a una sola carga. Sin embargo, en la mayoría de los casos, en la vida real, varias cargas actúan sobre la viga.

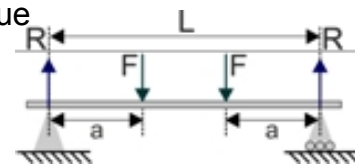
Esto complica considerablemente el tratamiento. Como un paso hacia esa situación más complicada, esta hoja de trabajo examina el caso en el que hay dos cargas, colocadas simétricamente a ambos lados del centro de la viga.

El diagrama muestra un ejemplo -conocido como cercha de poste reina, utilizada para sostener el tejado en algunos edificios.

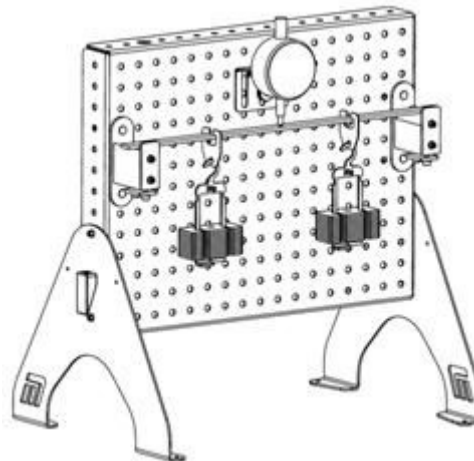


La situación se representa en el diagrama de cuerpo libre que figura al lado.

Cada carga se coloca a una distancia "a" de los soportes de los extremos, que proporcionan fuerzas de reacción verticales de R.



El aparato para esta investigación se muestra a continuación:



Te toca a ti:

- Coloque la viga de aluminio ("viga 1") "plana" y centrada sobre los soportes de los extremos.
- Coloca el reloj comparador en el centro de la viga y ponlo a cero.
- Cuelgue dos perchas de masa, cada una de 200 g y cada una a una distancia "a" de 40 mm de los soportes de los extremos.
- Golpea suavemente el banco para reducir el efecto de la fricción y mide la desviación en el centro de la viga, indicada en el reloj comparador.
- Anota el resultado en la tabla del Student Handout.
- Mueva los dos colgadores de masa a una distancia "a" de 80 mm y repita el proceso.
- Por último, vuelva a hacer lo mismo con los colgadores de masa, cada uno a 120 mm de los soportes de los extremos.

Ficha 6

Dos cargas

Y qué:

En estas circunstancias, la flecha máxima de la viga (es decir, en su centro) viene dada por la fórmula:

$$\text{desviación } \delta = \frac{F \times a \times (3L^2 - 4a)^2}{24 \times E \times I}$$

Datos:

- Los péndulos de masa proporcionan cada uno una carga **F** de 5N.
 - La longitud de la viga se midió en la investigación 1.
 - El módulo de Young, **E**, para el aluminio es de 70GPa.
 - El momento de inercia del área, **I**, para este perfil de viga se calculó en la hoja de cálculo 2.
- Utiliza la fórmula anterior para calcular la deformación teórica δ para cada una de las tres posiciones de carga.
 - Anota los resultados de estos cálculos en el Student Handout.
 - Compáralos con los valores medidos y comenta esta comparación.
 - ¿Cuáles son las posibles fuentes de error?

Capítulo 2 - Torsión de barras - Introducción

Algunos materiales se retuercen con facilidad, como el caucho, cuando se aplica un par de torsión (fuerza de torsión). Otros, como el acero, son más rígidos. Esta diferencia en su comportamiento se describe mediante una propiedad conocida como *segundo momento polar de área*, relacionada con el *módulo de rigidez* del material.

A veces es importante que las estructuras resistan la torsión. La fotografía muestra la carrocería de un coche que se ha endurecido añadiendo tubos de acero.



Estas fichas analizan tres factores que afectan a la rigidez de las varillas metálicas: el **diámetro** de la varilla, su **longitud** y el **material** del que está hecha.

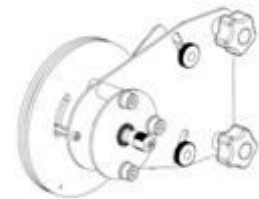
Te toca a ti:

El aparato:

La muestra sometida a ensayo se sujeta entre dos pinzas, una sobre una placa fija y la otra, el "torsiómetro", sobre un disco giratorio que indica la torsión.



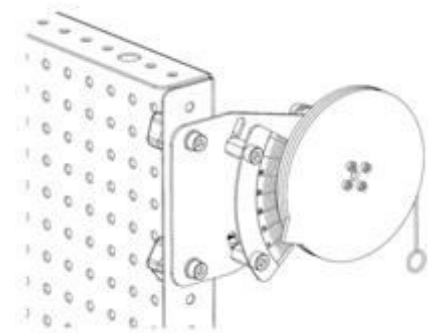
Placa fija



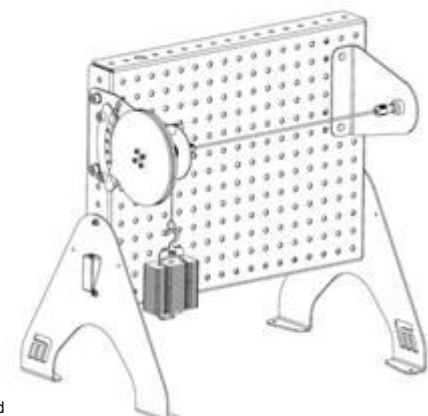
Medidor de

torsión

El medidor de torsión se fija en la posición indicada:



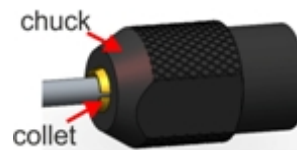
A continuación, la muestra se sujeta entre ambos, como se muestra en el diagrama de al lado.



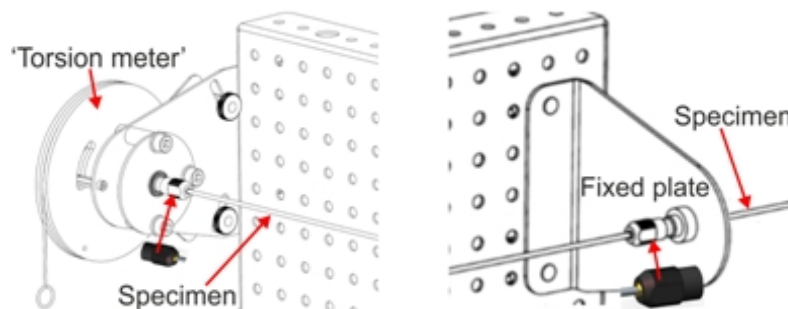
Capítulo 2 - Torsión de barras - Introducción

Montaje del aparato:

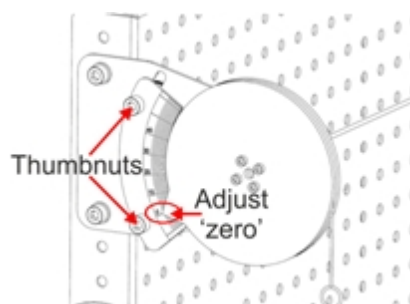
- Encuentra dos pinzas que coincidan con el tamaño de la varilla investigada.
- Deslice la varilla por el orificio de la placa fija y coloque una pinza y un mandril sobre la varilla como en la imagen.



- Coloque la segunda pinza y el mandril sobre el vástago, pero en sentido contrario.
- Deslice la varilla para que se asiente en el "medidor de torsión".



- Sujete el disco giratorio en el "torsiómetro" con el puntero cero apuntando a 0° y apriete la pinza en el extremo fijo hasta que sujete firmemente la varilla.
- Si el puntero se ha desplazado del cero de la escala, afloje las tuercas de mariposa y deslice el transportador hasta que el puntero vuelva a estar en el cero..



Ficha 1

Par de apriete

La primera investigación examina el efecto del diámetro en la rigidez de una varilla metálica.

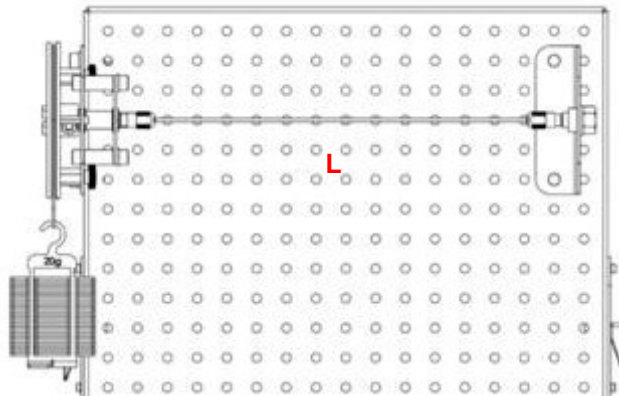
Compara el comportamiento de dos varillas del mismo material, con la misma longitud pero con diámetros diferentes.

La fotografía muestra un banco de pruebas utilizado para medir la torsión resultante del par aplicado.



Te toca a ti:

- Elige la varilla de latón más gruesa y mide su diámetro con un pie de rey.
- Mida la longitud de la varilla, "**L**", entre las pinzas.



- Anótelos en el Student Handout, donde se hace referencia a esta varilla como "espécimen 1".
- Coloque una percha vacía (masa 20 g) en el gancho de suspensión libre del "torquímetro".
- Mida la torsión (ángulo de giro) con el transportador.
- Anótalo en la tabla 1 del Student Handout.
- Añade una masa de 60 g a la percha y repite el proceso.
- Continuar así hasta que la masa total sea de 380 g.

- Repita este experimento con la varilla de latón más fina, denominada "probeta 2".
- Suelte los mandriles de pinza de cada extremo de la varilla.
- Inserte la probeta 2, utilizando pinzas de menor diámetro y ponga a cero el "torsiómetro" como antes.
- Aumente el par de torsión por pasos y registre las lecturas de torsión resultantes en la tabla 2 del Student Handout.

Ficha 1

Par de apriete

Continúa

- Realiza ahora los cálculos de los ángulos de torsión en radianes y los valores teóricos de los ángulos de torsión utilizando las fórmulas proporcionadas en el Student Handout y completa las tablas.
- Utiliza los resultados para dibujar gráficos del par frente al ángulo de torsión para las dos barras. El Student Handout incluye ejes a escala para acelerar este elemento de la investigación.

Y qué:

Un pequeño cambio en el diámetro de la varilla tiene un gran efecto en el ángulo de torsión producido por un par determinado.

Esto se debe a que el segundo momento polar del área depende del diámetro elevado a la cuarta potencia, aumentando rápidamente la rigidez de la probeta a medida que aumenta el diámetro de la varilla.

El comportamiento mostrado en el gráfico es lineal porque la varilla se retuerce a través de la región lineal (región elástica) de las propiedades del material.

Ficha 2

Material

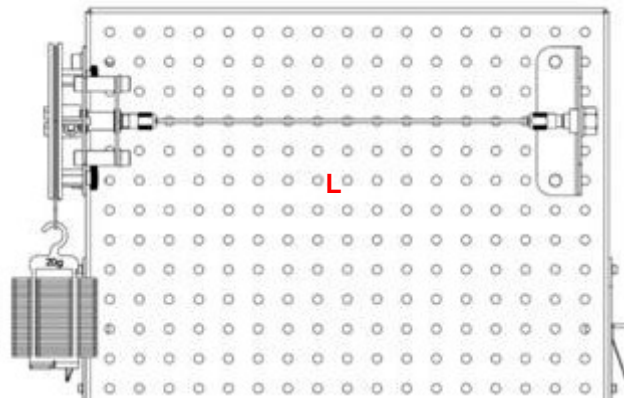
La siguiente investigación examina cómo el propio material afecta a la rigidez de una varilla metálica.

Esta vez, las varillas son de distintos materiales, latón, acero y aluminio.



Te toca a ti:

- Mide los diámetros de las varillas de latón, acero y aluminio con calibradores de pie de rey.
- Calcula el segundo momento polar del área J para cada uno, utilizando la fórmula dada anteriormente.
- Coloca cada uno, por turnos, en el mismo aparato que en la última investigación.
- Para cada uno:
 - Mida la longitud de la varilla, " L ", sujeta entre las pinzas.



- Comenzando con una percha vacía, aumente la carga por etapas, como antes.
- Calcula el par, T , ejercido sobre la muestra, utilizando la fórmula dada anteriormente.
- Mida cada vez la torsión resultante (ángulo de torsión) θ .
- Anota todos los resultados en el Student Handout.
- Completa las columnas para las cantidades ($T \times L$) y ($J \times \theta$).

Ficha 2

Material

Y qué:

Ángulo de torsión, $\theta = \frac{T \times L}{J \times G}$ donde G = módulo de rigidez.

Reorganizando esto: $(T \times L) = G (J \times \theta)$

Es de la forma $y = m \cdot x$ y predice que un gráfico de $(T \times L)$ frente a $(J \times \theta)$ produce un gráfico rectilíneo con un gradiente igual al módulo de rigidez, G .

- Traza un gráfico de $(T \times L)$ frente a $(J \times \theta)$ para cada material y calcula el gradiente de cada uno, utilizando los ejes a escala proporcionados en el Material para el alumno.
- Utiliza tus resultados para rellenar la tabla que muestra los módulos de rigidez de los tres metales.

El módulo de rigidez indica hasta qué punto un material resiste la deformación por torsión. Cuanto mayor es el módulo, más rígido es el material.

Esto es útil para aplicaciones como el diseño del eje de la hélice de un coche.

Conocer el material más ligero posible capaz de soportar el par entregado ayuda a ahorrar combustible.

Ficha 3

Longitud

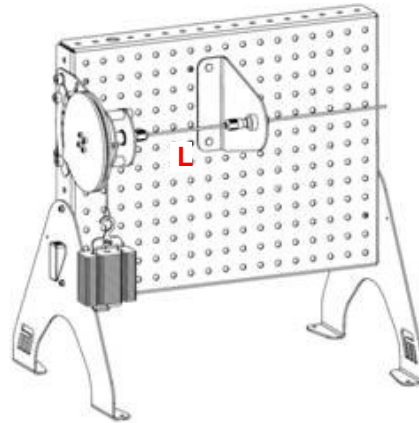
La siguiente investigación analiza cómo afecta la longitud de una viga a su rigidez.

La fotografía muestra una viga de acero que formará parte de un puente. Obsérvese la profundidad de la viga necesaria para soportar las enormes cargas que soporta el puente.



Te toca a ti:

Esta investigación utiliza un montaje similar al de la hoja de trabajo 1, excepto que la placa fija se mueve a lo largo para crear diferentes longitudes de varilla.



- Elige la varilla de latón "especimen 1" utilizada en la primera hoja de trabajo.
- Coloque la placa fija de modo que la varilla tenga una longitud de sujeción, **L**, de 100 mm.
- Cuelgue una carga de 400 g del "medidor de torsión".
- Mide la torsión (ángulo de giro) θ y anótalo en la tabla del Material para el alumno.
- Desplace la placa fija 40 mm hacia la derecha (dos orificios) para aumentar la longitud **L** a 140 mm.
- Mida y registre de nuevo la torsión (ángulo de torsión) θ .
- Repita este proceso para longitudes de varilla **L** de 180 mm, 220 mm y 260 mm.

Y qué:

- Traza un gráfico del ángulo de torsión θ frente a la longitud **L**, utilizando los ejes proporcionados en el Student Handout.
- El resultado debería indicar una relación rectilínea. Esto significa que el ángulo de torsión es directamente proporcional a la longitud de la varilla, de modo que, para una carga dada, cuando se duplica la longitud de la varilla, se duplica el ángulo de torsión resultante, etc... .

Capítulo 3 - Probador de tracción - Introducción

Las propiedades de los materiales determinan cómo y dónde pueden utilizarse. Este módulo examina algunos efectos de las fuerzas sobre ellos.

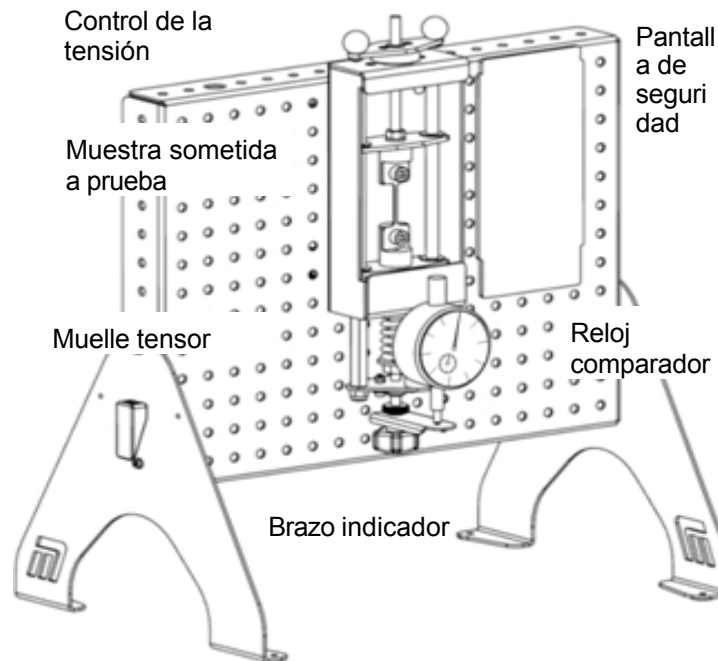
La fotografía superior muestra una pértiga en pleno vuelo. La pértiga almacena energía de deformación elástica y posteriormente la convierte de nuevo en energía cinética. Debe ser ligero. *No debe romperse.*



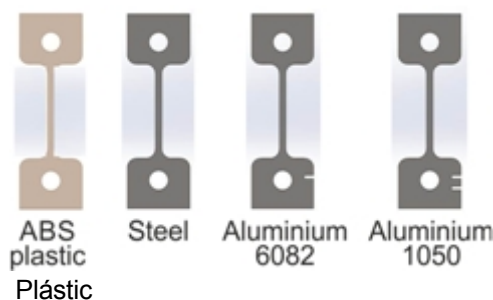
En la segunda fotografía, los largos (y pesados) cables de alimentación se colgados entre postes. Se estiran por su propio peso, pero no deben ser tan largas que se acerquen al suelo. *¡No deben romperse!*

Ambos ejemplos reflejan propiedades de los materiales utilizados para fabricarlos.

El aparato:



Las muestras:



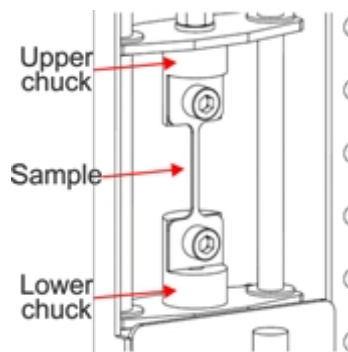
Capítulo 3 - Probador de tracción - Introducción

Te toca a ti:

- Fije el tensiómetro en el panel de trabajo en la posición indicada en la página anterior, de modo que el control de tensión quede por encima de la parte superior del panel para permitir la rotación libre.

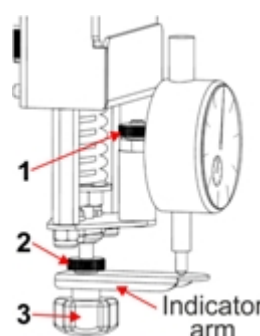
1. Adjuntar la muestra:

- Conecte sin apretar la parte superior de la muestra al mandril superior con un perno M6.
- Gire la palanca de control de tensión para alinear el orificio del otro extremo de la muestra con el del mandril inferior.
- Conecte la parte inferior de la muestra al mandril inferior con un perno M6.
- Apriete ambos tornillos.
- **Coloque la pantalla de seguridad en posición.**
- Gire lentamente la palanca de control de tensión hasta que note cierta resistencia.



2. Puesta a cero del reloj comparador:

- Coloque el reloj comparador con la tuerca **1** hacia delante.
- Afloje el brazo del indicador mediante la tuerca de mariposa **2** y la tuerca de lóbulos **3**.
- Ajústelas de modo que el reloj comparador indique cero en el cuadrante pequeño (milimétrico) y lo más cerca posible de cero en el cuadrante principal cuando ambas tuercas estén apretadas.
- Por último, gire el borde exterior del reloj comparador para ponerlo a cero con precisión. (Todavía puede haber un error cero residual. Si es así, anótalo y súmalo/ réstalo, según proceda, de las lecturas realizadas durante los experimentos).



Ficha 1

Tensión de tracción

Esta investigación pone de relieve dos áreas de comportamiento cuando una muestra se somete a tensión. Inicialmente, el material se comporta elásticamente, es decir que vuelva a sus dimensiones originales una vez se libera la tensión.

Con el tiempo, el material presenta una deformación plástica y los cambios son permanentes, incluso después de eliminar la tensión.



Te toca a ti:

- Seleccione la muestra de aluminio 6082 y fíjela al tensiómetro como se describe en la página anterior.

No olvide colocar la pantalla de seguridad en su sitio.

- Utilizando la escala circular situada en la parte superior de la máquina de ensayo, gire la palanca de control de la tensión en un ángulo de 45° para aumentar la tensión de la muestra.
- Observa la lectura en el reloj comparador y anótala en el Student Handout.
- Repita este proceso hasta que la muestra se rompa.
(Es posible que en las últimas fases de este proceso se produzcan "arrastramientos". Para reducir el efecto tiene, tome las lecturas inmediatamente después de cada aumento de tensión).
- Utiliza la información proporcionada en el Student Handout para calcular la fuerza aplicada a la muestra y su extensión resultante para cada paso. A continuación, completa la tabla de resultados.
- Utiliza los ejes proporcionados para trazar un gráfico de la extensión frente a la fuerza aplicada para este material.
- Repite este proceso con las otras muestras: aluminio 1050, acero y plástico ABS. (El acero tiene una resistencia a la tracción mucho mayor y se necesita más fuerza para extender y finalmente fracturarla. En consecuencia, basta con aumentar la tensión en pasos de 90° en lugar de 45° para la muestra de acero).

Desafío:

Para cada muestra, determine el valor de extensión en el que la longitud de la muestra ya no vuelve a su valor inicial, eliminando la tensión después de cada paso y observando el resultado. Este es el punto en el que el material deja de comportarse elásticamente.

Ficha 1

Tensión de tracción

Y qué:

La longitud inicial de la muestra es L_0 .

Cuando la manivela de control de la torsión gira 1 vuelta, la parte superior de la muestra se eleva 1 mm.

Supongamos que en algún momento ha subido una distancia " p ".

Se puede calcular sabiendo cuántas revoluciones ha dado la manivela.

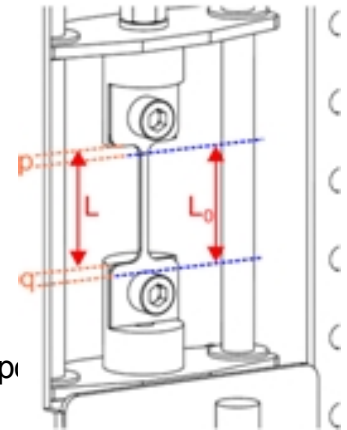
Al mismo tiempo, la muestra se estira. El fondo de la muestra se eleva la distancia " q " indicada por la lectura del reloj comparador.

En cualquier momento, la longitud, " L ", de la muestra viene dada por

$$L = L_0 + (p - q)$$

La extensión de la muestra, e , viene dada por:

$$e = L - L_0 = (p - q)$$



Al hacerlo, el muelle se comprime la cantidad indicada en el reloj comparador. Por lo tanto, ejerce una fuerza F dada por:

$$F = q \times k \quad \text{donde } k = \text{constante del muelle} = 105\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$$

La tensión de tracción σ se define como F / A donde A es el área de la sección transversal de la muestra. El área será de unos 2 mm x 1,5 mm dependiendo de la muestra.

La deformación por tracción ϵ se define como la "extensión por unidad de longitud", es decir, $\epsilon = e / L_0$

Los resultados de esta investigación podrían utilizarse para elaborar un gráfico de la tensión de tracción frente a la deformación por tracción, a partir del cual podría obtenerse un valor para el módulo de Young del material.

Sin embargo, las técnicas utilizadas no son lo suficientemente precisas para que esto merezca la pena. No proporcionan una medición suficientemente precisa de la tensión y la deformación.

En su lugar, los resultados se utilizan para elaborar un gráfico de la extensión e frente a la fuerza aplicada F .

Este gráfico revela características como:

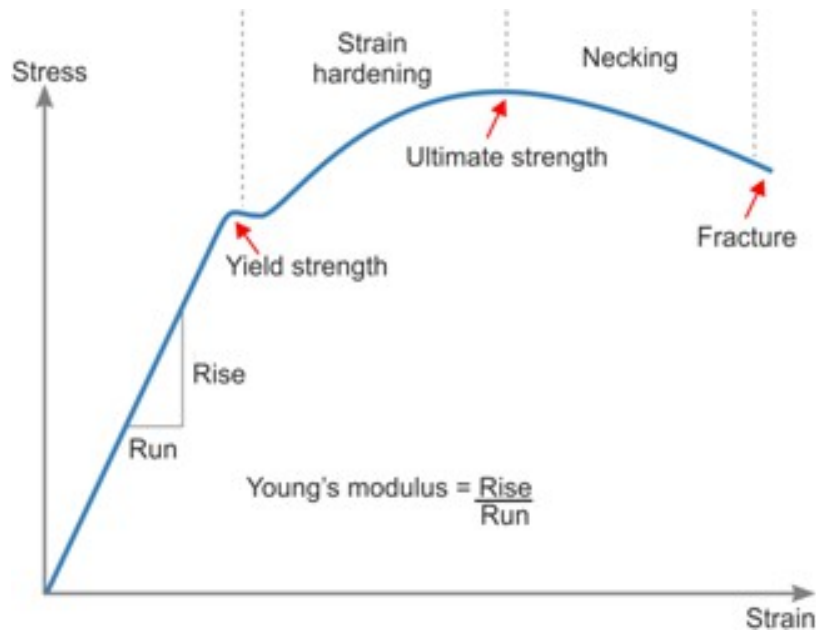
- comportamiento elástico
- límite elástico
- comportamiento plástico
- endurecimiento por deformación
- besuqueo
- fractura.

Ficha 1

Tensión de tracción

Y qué

El diagrama muestra el comportamiento típico de un material cuando se le aplica un esfuerzo de tracción.



Sin embargo, la forma exacta varía de un material a otro.

Los materiales dúctiles presentan una región de deformación plástica alargada (hacia la derecha, después del límite elástico). Se trata de una propiedad importante para los materiales utilizados en aplicaciones que no deben fallar de forma crítica. Sin embargo, estos materiales suelen tener una resistencia última inferior a la de un material como el acero.

Los materiales muy duros y quebradizos, como la cerámica, tienen un módulo de Young muy elevado, pero no muestran deformación plástica. Por lo tanto, su curva tensión/deformación se detiene en torno al límite elástico.

Los dos tipos de muestras de aluminio del kit utilizan aleaciones diferentes. Los resultados demuestran el efecto que esto tiene en el límite elástico y la ductilidad. Por ejemplo, la aleación de aluminio 6082 puede soportar más tensión que la aleación 1050 antes de alcanzar el límite elástico.

Ficha 2

Tensión de cizallamiento

En la investigación anterior, la fuerza actuaba para estirar la muestra, provocando un esfuerzo de tracción.

Esta vez, la fuerza actúa de forma que las láminas del material se deslizan unas sobre otras, lo que se conoce como esfuerzo cortante.

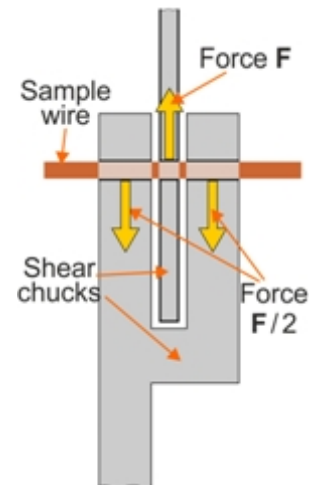
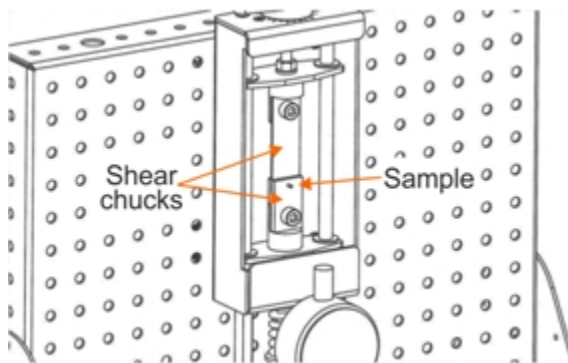
La fotografía muestra una forma común de enganche, conocida como horquilla y pasador.



Te toca a ti:

- Corta un trozo corto (unos 2 cm) de alambre de aluminio e introdúcelo por los orificios de los mandriles de la cizalla.
- Prepare el aparato que se muestra en el diagrama siguiente, con los dos mandriles de cizalla atornillados al bastidor y la muestra en su sitio.

No olvide colocar la pantalla de seguridad en su sitio.



- Gire lentamente la palanca de control de tensión hasta que note cierta resistencia.
- Utilizando la escala circular situada en la parte superior de la máquina de ensayo, gire la manivela de control de la tensión en un ángulo de 45° para aumentar la tensión sobre la muestra. Como se ilustra en el primer diagrama, esta fuerza aplicada F se reparte entre los dos brazos del mandril inferior.
- Observa la lectura en el reloj comparador y anótala en el Student Handout.
- Repita este proceso hasta que la muestra se rompa.
- Utiliza la información proporcionada en el Student Handout para calcular la fuerza aplicada a la muestra y su extensión resultante para cada paso. A continuación, completa la tabla de resultados.
- Utiliza los ejes proporcionados para trazar un gráfico de la extensión frente a la fuerza aplicada para este material.
- A continuación, repite todo el proceso con la otra muestra, el hilo de cobre.

Ficha 2

Material

Y qué:

Este ejercicio muestra el resultado de aplicar un esfuerzo cortante a una muestra.

La resistencia al cizallamiento suele ser aproximadamente la mitad de la resistencia a la tracción, pero este valor varía de un material a otro.

Esto tiene gran importancia en ingeniería mecánica, para predecir los resultados de las tensiones en ejes y en pernos sujetos a placas metálicas, por ejemplo.

Folleto para el alumno

Folleto para el alumno

Capítulo 1 - Flexión de vigas

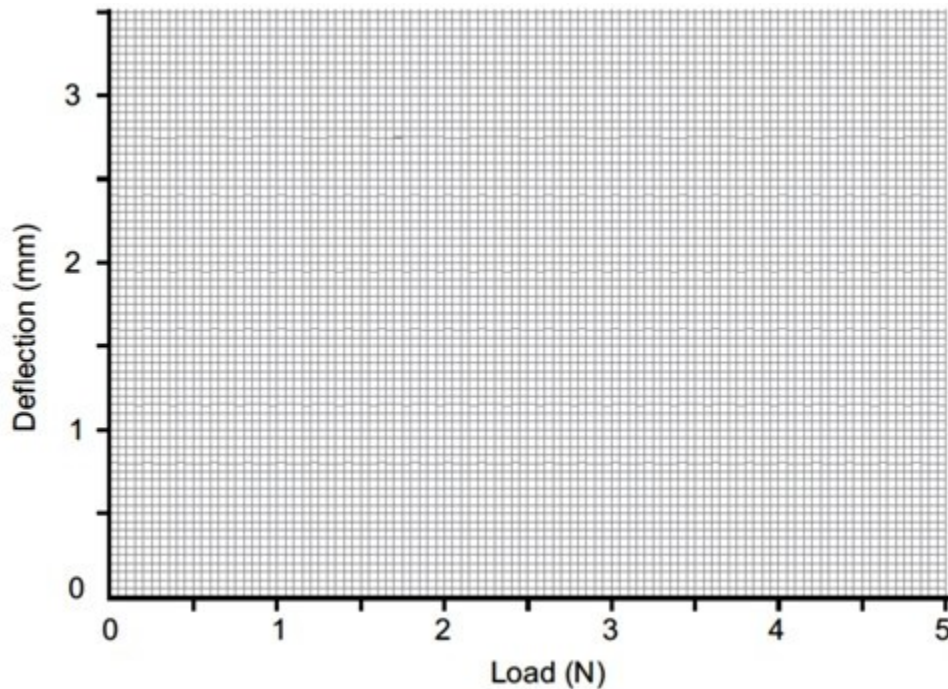
Ficha 1 - Cambiar la carga

Viga de aluminio: Longitud **L** de la viga =mm
 Anchura **W** de la viga =mm
 Profundidad **D** de la viga =mm

Masa en suspensión en g	Carga F en N	Desviación de la viga δ en mm
100	1	0
200	2	
300	3	
400	4	
500	5	

Gráfico de deflexión en función de la carga:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.
 Deben sugerir una relación rectilínea.



Folleto para el alumno

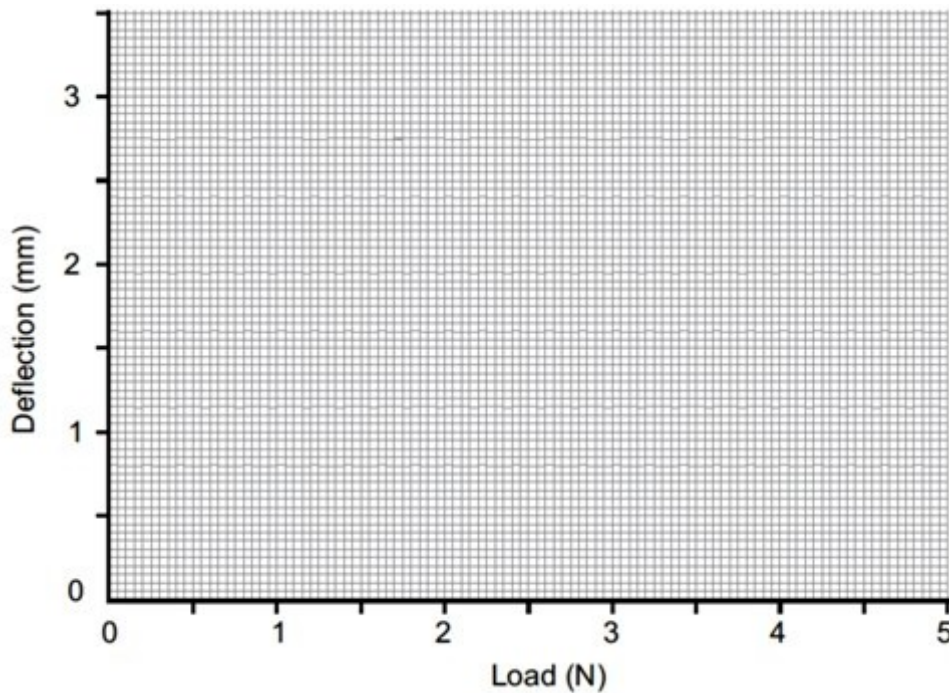
Ficha 2 - El material importa

Viga de latón: Longitud **L** de la viga.....=mm
Anchura **W** de la viga.....=mm
Profundidad **D** de la viga.....=mm

Masa en suspensión en g	Carga F en N	Desviación de la viga δ en mm
100	1	0
200	2	
300	3	
400	4	
500	5	

Gráfico de deflexión en función de la carga:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces. Deben sugerir una relación rectilínea.



m del gráfico

Gradiente

Folleto para el alumno

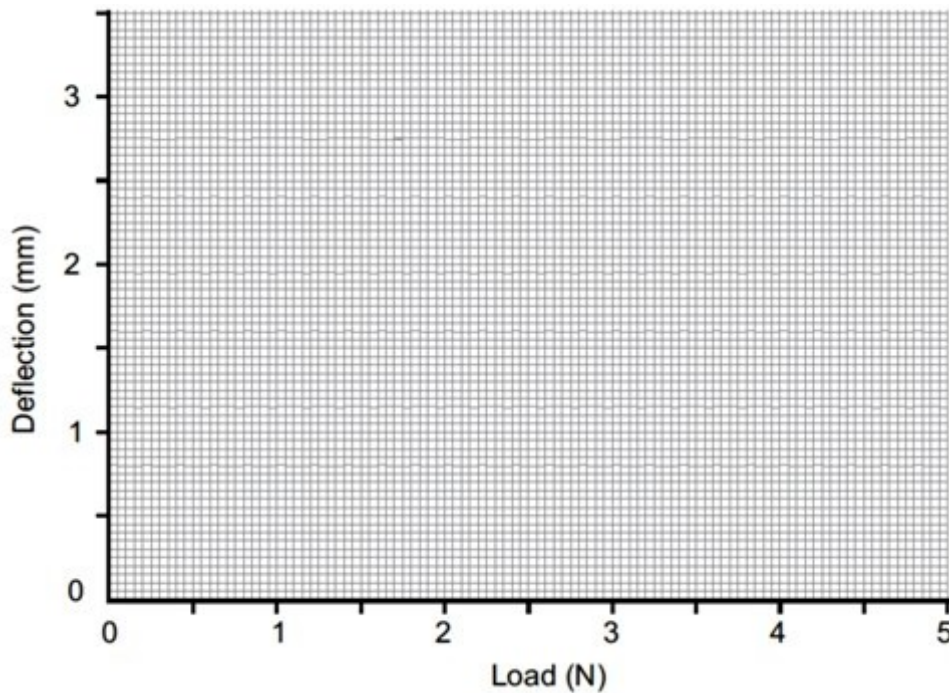
Ficha 2 - El material importa

Viga de acero: Longitud **L** de la viga.....=mm
 Anchura **W** de la viga.....=mm
 Profundidad **D** de la viga.....=mm

Masa en suspensión en g	Carga F en N	Desviación de la viga δ en mm
100	1	0
200	2	
300	3	
400	4	
500	5	

Gráfico de deflexión en función de la carga:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces. Deben sugerir una relación rectilínea.



m del gráfico

Gradiente

Folleto para el alumno

Ficha 2 - El material importa

Opción 1:

Latón -

Área Momento de inercia de la sección transversal $I = \frac{W}{12} \times D^3 = \dots\dots\dots$

Módulo de Young para el latón $E = \frac{L^3}{48 \times m \times I} = \dots\dots\dots$

Acero -

Área Momento de inercia de la sección transversal $I = \frac{W}{12} \times D^3 = \dots\dots\dots$

Módulo de Young para el acero $E = \frac{L^3}{48 \times m \times I} = \dots\dots\dots$

Aluminio -

Área Momento de inercia de la sección transversal $I = \frac{W}{12} \times D^3 = \dots\dots\dots$

Módulo de Young para aluminio $E = \frac{L^3}{48 \times m \times I} = \dots\dots\dots$

Folleto para el alumno

Ficha 2 - El material importa

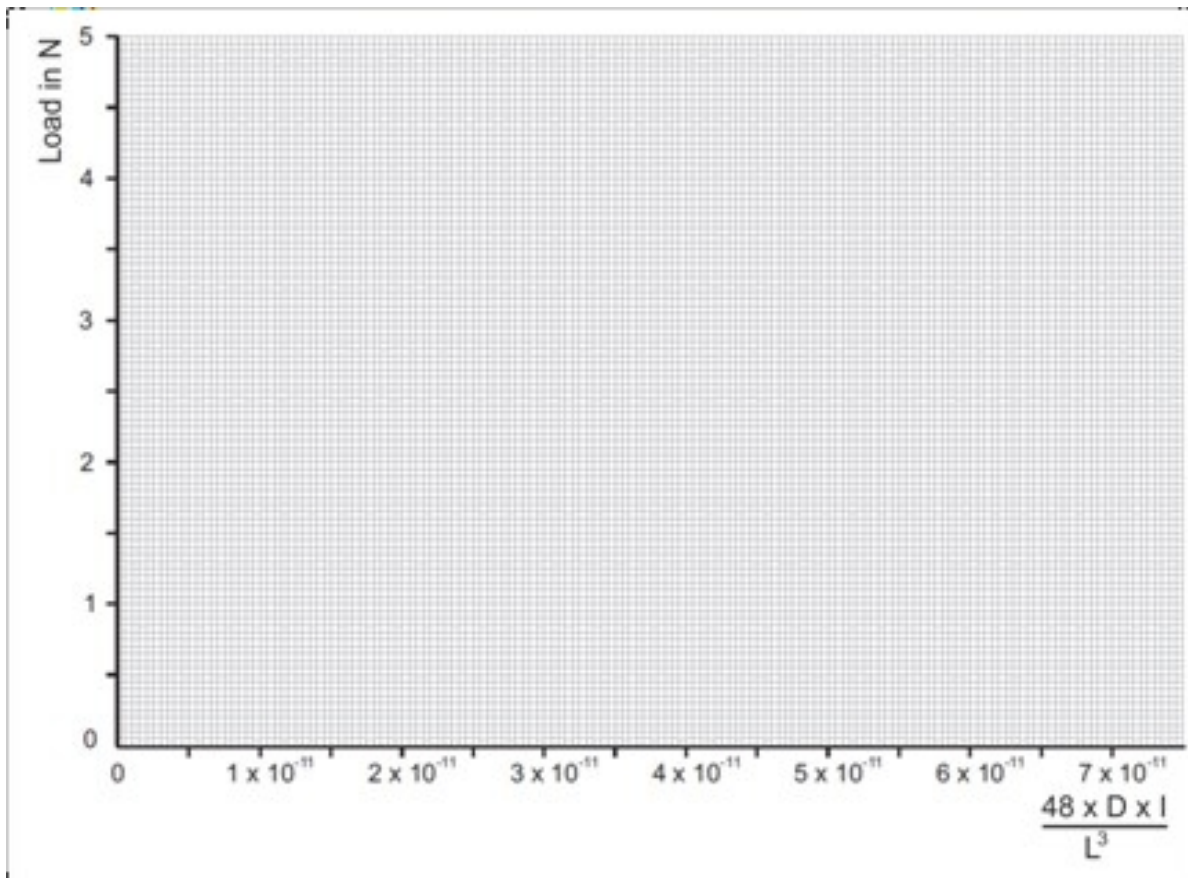
Opción 2:

Metal

Masa en suspensión en g	Carga F en N	Deflexión de la viga δ en mm	Deflexión de la viga $D \propto \mu$	$48 \times D \times I$ L^3
100	1	0	0	
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

Gráfico de $(48 \times D \times I) / L^3$ en función de la carga:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.
Deben sugerir una relación rectilínea.



Módulo de Young = gradiente de la gráfica =

Folleto para el alumno

Ficha 2 - El material importa

Opción 2:

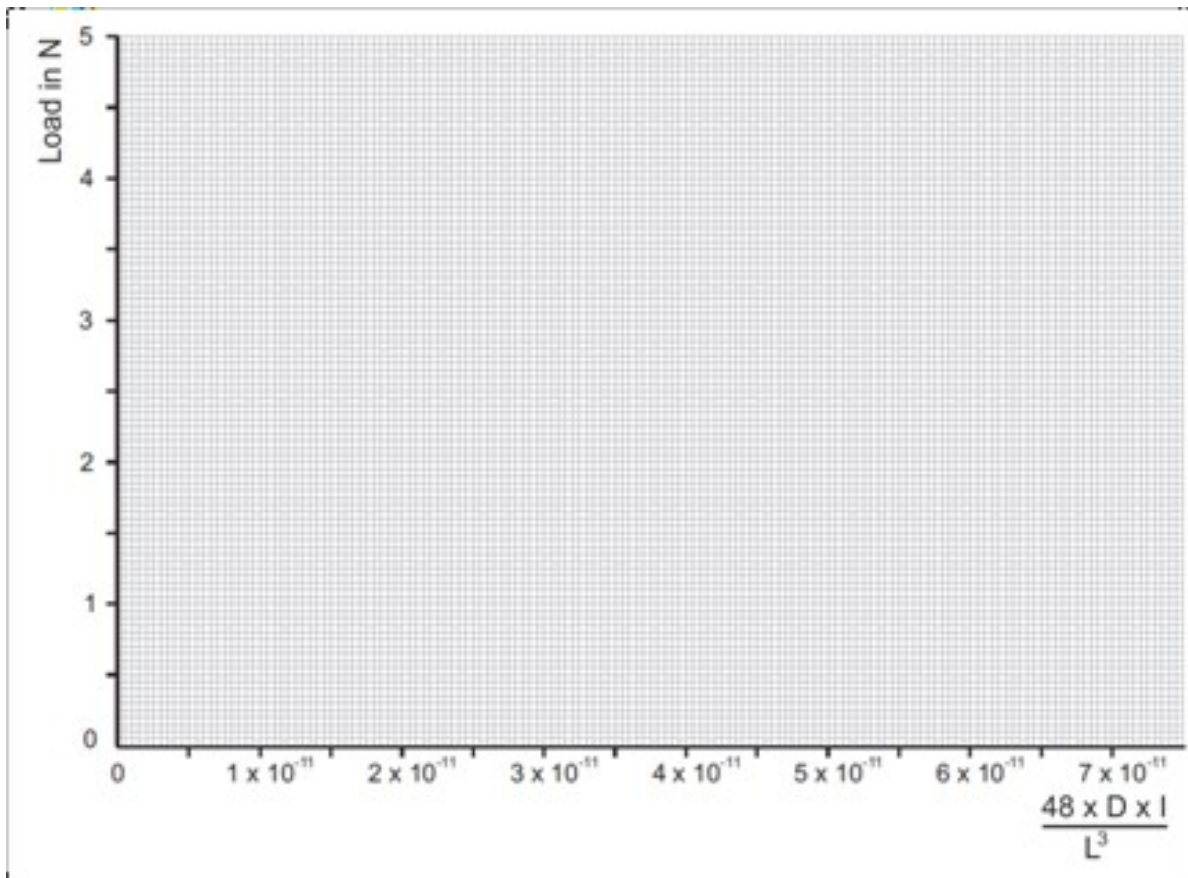
Metal

Masa en suspensión en g	Carga F en N	Desviación de la viga δ en mm	Deflexión de la viga $D \text{ iv } \mu$	$\frac{48 \times D \times I}{L^3}$
100	1	0	0	
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

Gráfico de $(48 \times D \times I) / L^3$ en función de la carga:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.

Deben sugerir una relación rectilínea.



Módulo de Young = gradiente de la gráfica =

Folleto para el alumno

Ficha 2 - El material importa

Opción 2:

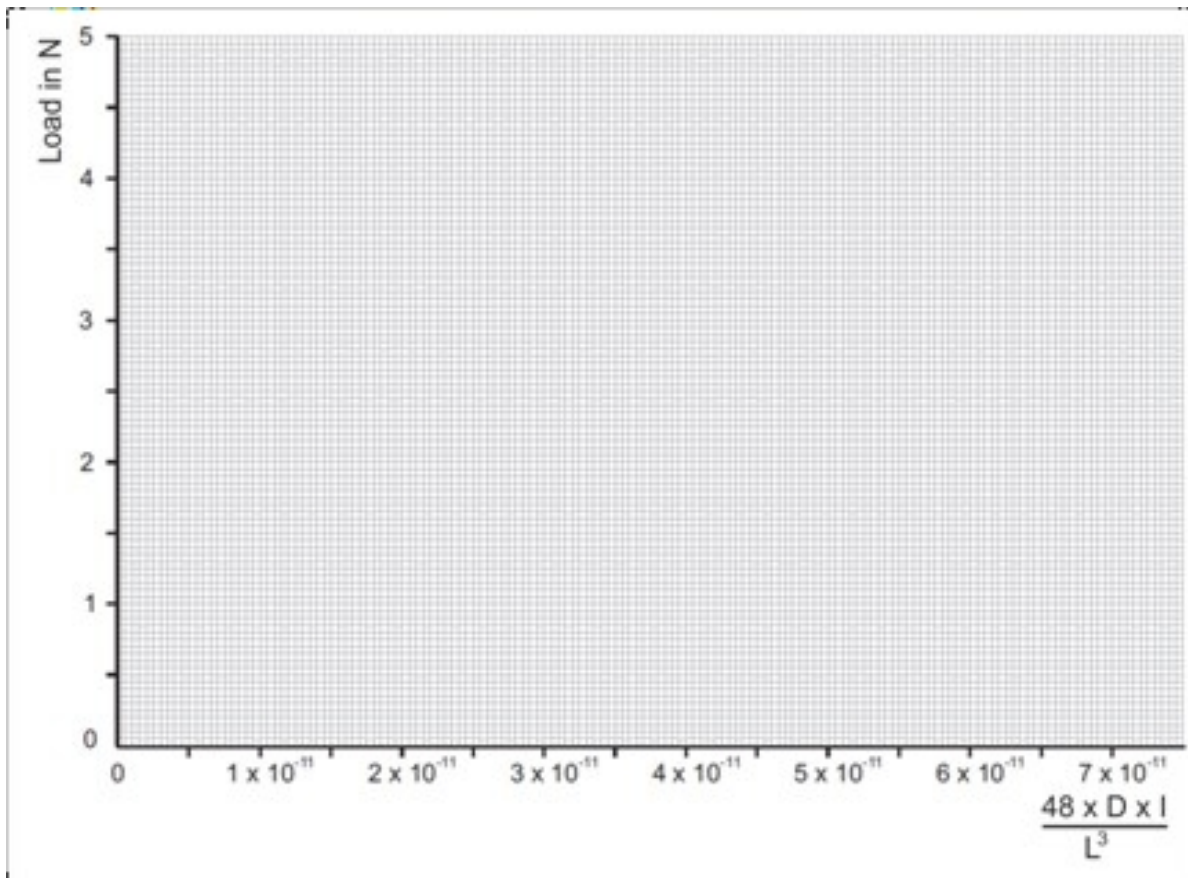
Metal

Masa en suspensión en g	Carga F en N	Deflexión de la viga δ en mm	Deflexión de la viga $D \propto \mu$	$48 \times D \times I$ L^3
100	1	0	0	
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

Gráfico de $(48 \times D \times I) / L^3$ en función de la carga:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.

Deben sugerir una relación rectilínea.



Módulo de Young = gradiente de la gráfica =

Folleto para el alumno

Ficha 2 - El material importa

Y por último:

Datos:

Para una carga de 5N:

deflexión del aluminio =(tomado de los resultados de la hoja de trabajo 1.)

desviación de latón =(tomado de los resultados de la hoja de cálculo 2.)

deformación del acero =(tomado de los resultados de la hoja de cálculo 2.)

Cálculos:

Usando estos:

$$\frac{\text{deflexión del latón}}{\text{deflexión del aluminio}} = \dots\dots\dots$$

deflexión del aluminio

$$\frac{\text{deformación del acero}}{\text{deflexión del aluminio}} = \dots\dots\dots$$

deflexión del aluminio

$$\frac{\text{deformación del acero}}{\text{desviación de latón}} = \dots\dots\dots$$

desviación de latón

La tabla muestra los valores típicos del módulo de Young, **E**, para los tres metales.

Metal	Young's modulus E en GPa
Aluminio	70
Latón	100
Acero	200

Utilizando estos valores:

$$\frac{E(\text{aluminio})}{E(\text{latón})} = \dots\dots\dots \quad \frac{E(\text{aluminio})}{E(\text{acero})} = \dots\dots\dots \quad \frac{E(\text{latón})}{E(\text{acero})} = \dots\dots\dots$$

E (latón)

E (acero)

E (acero)

Compárelos con las relaciones de deformación calculadas anteriormente.

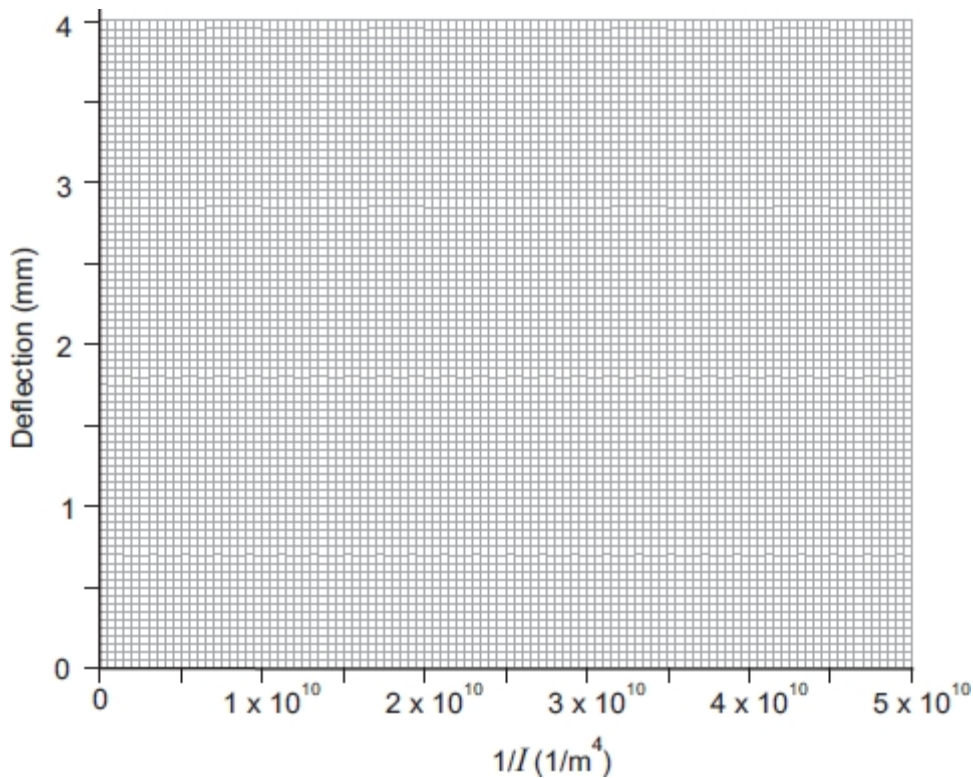
Folleto para el alumno

Ficha 3 - Cuestiones de perfil

Viga	Anchura W en mm	Profundidad D en mm	Momento de inercia del área I en mm ⁴	1 / I en mm ⁻⁴	Desviación de la viga δ en mm
1					
2					
3					

Gráfico de la desviación δ frente a 1 / I :

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.
Deberían sugerir una relación rectilínea.



Lo que _____ hace
¿qué sugiere este gráfico sobre la relación entre el momento de inercia del área y la desviación para una carga dada?

.....

.....

.....

.....

Folleto para el alumno

Ficha 4 - Apoya la materia

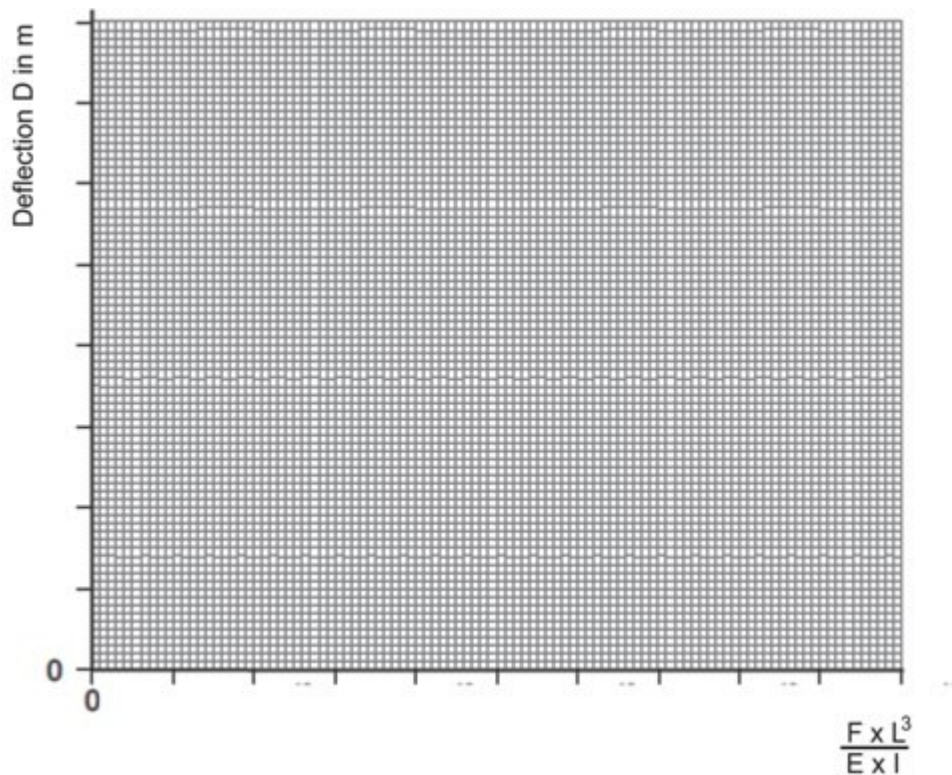
Montaje 1 - soportes sencillos:

Masa en suspensión en g	Carga F en N	Desviación de la viga δ en mm	Deflexión de la viga D en μ	$F \times L^3 / E \times I$
0	0	0	0	0
100	1			
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

Gráfico de la deformación δ frente a $(F \times L^3) / (E \times I)$:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.

Deben sugerir una relación rectilínea.



Utilice el gradiente para obtener un valor de **K** para apoyos en voladizo apuntalados:

.....

.....

.....

Folleto para el alumno

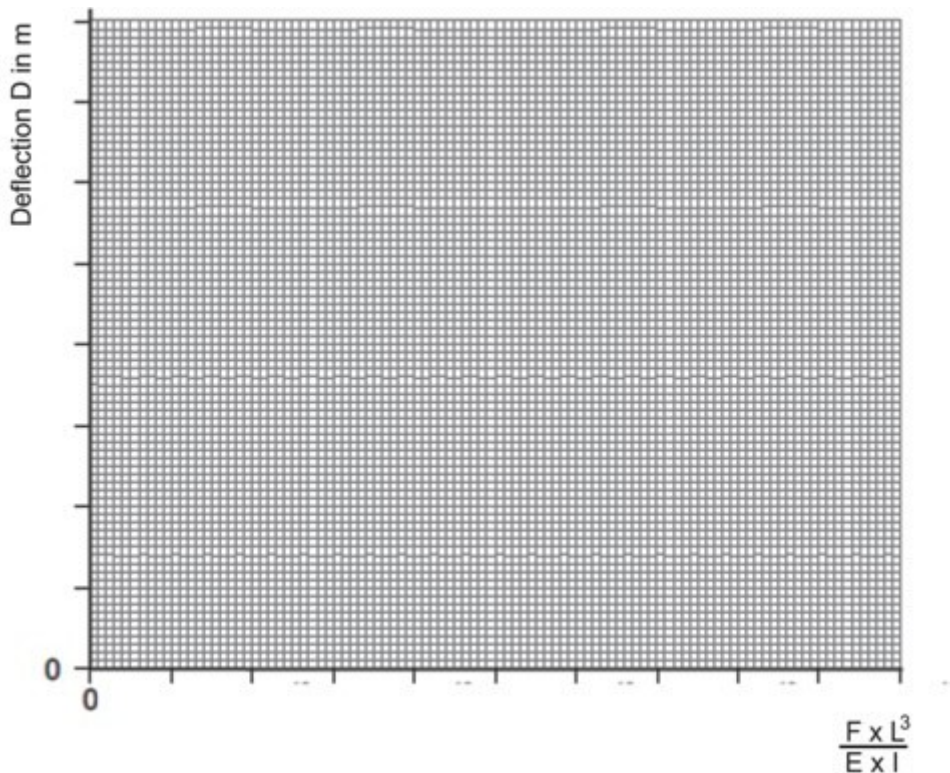
Ficha 4 - Apoya la materia

Configuración 2 - soportes fijos:

Masa en suspensión en g	Carga F en N	Desviación de la viga δ en mm	Deflexión de la viga D en μ	$\frac{F \times L^3}{E \times I}$
0	0	0	0	0
100	1			
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

Gráfico de la deformación δ frente a $(F \times L^3) / (E \times I)$:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.
Deben sugerir una relación rectilínea.



Utiliza

el gra-
dient para obtener un valor de **K** para apoyos en voladizo apuntalados:

.....

Folleto para el alumno

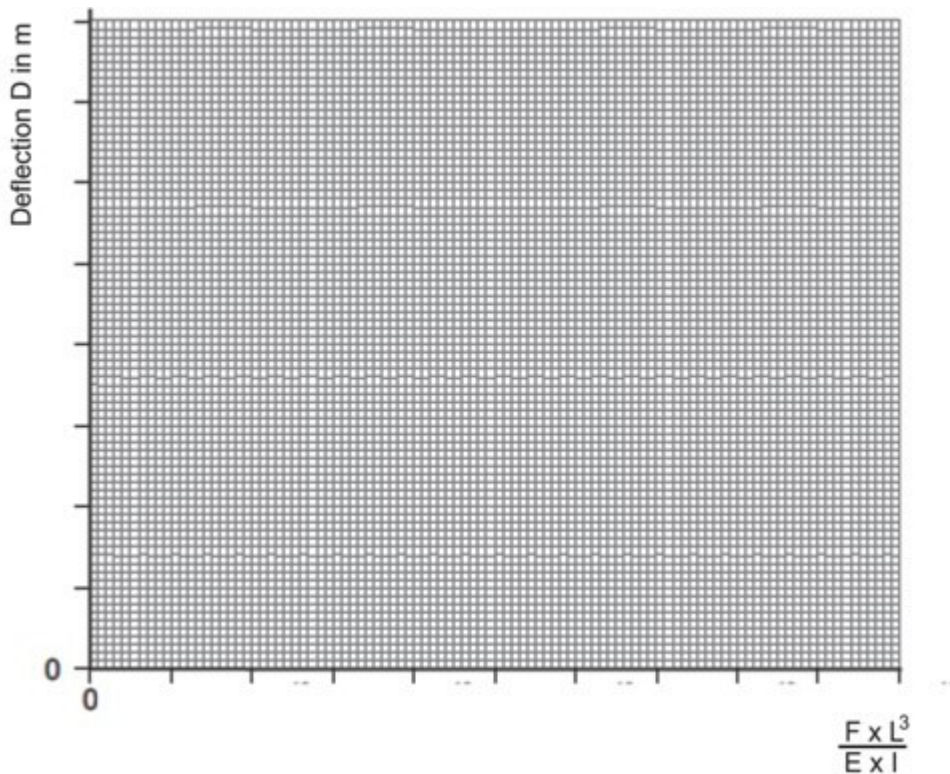
Ficha 4 - Apoya la materia

Montaje 3 - soportes en voladizo apuntalados:

Masa en suspensión en g	Carga F en N	Deflexión de la viga δ en mm	Deflexión de la viga D en μ	$F \times L^3 / E \times I$
0	0	0	0	0
100	1			
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

Gráfico de la deformación δ frente a $(F \times L^3) / (E \times I)$:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.
Deben sugerir una relación rectilínea.



Utilice el gradiente para obtener un valor de **K** para apoyos en voladizo apuntalados:

.....

.....

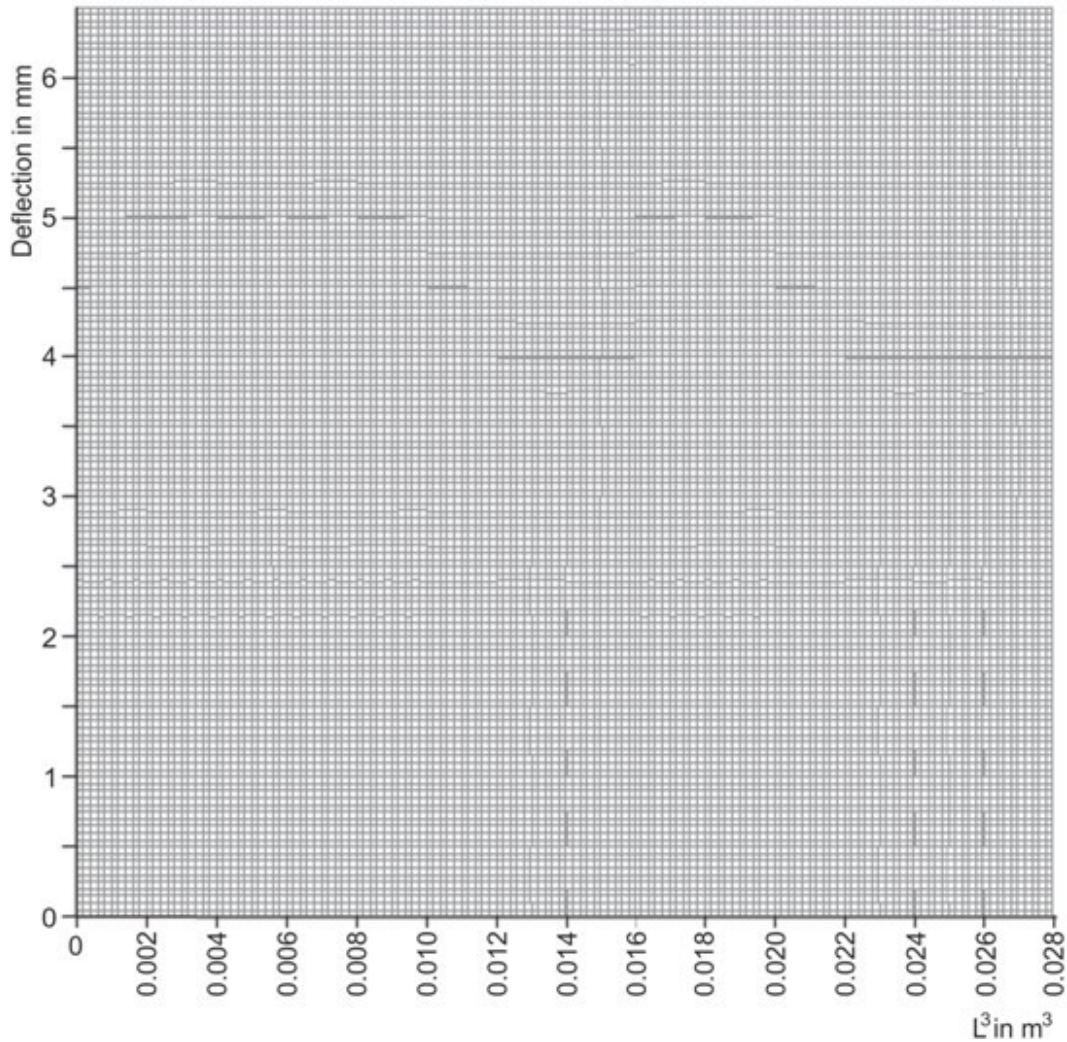
.....

Folleto para el alumno

Ficha 5 - El voladizo

Longitud de la viga l en mm	Longitud de la viga L en m	L^3 en m^3	Masa en suspensión	Carga F en N	Desviación de la viga δ en mm
0	0	0	0	0	0
80	0.08	0.0005	200	2.0	
140	0.14	0.003	180	1.8	
200	0.20	0.008	140	1.4	
260	0.26	0.0176	100	1.0	
300	0.30	0.027	60	0.6	

Gráfico de la desviación δ frente a L^3 :



¿Cuáles son las fuentes probables de error?

.....

.....

Folleto para el alumno

Ficha 6 - Dos cargas

Carga F en N	Distancia del soporte en m	Deflexión de la viga δ en mm	Deformación de la viga δ en m	Deflexión teórica de la viga δ en mm
2	0.04			
2	0.08			
2	0.12			

Compara los resultados medidos con los calculados:

.....

.....

.....

.....

.....

¿Cuáles son las posibles fuentes de error?

.....

.....

.....

.....

Folleto para el alumno

Capítulo 2 - Torsión de barras

Ficha 1 - Par

Espécimen 1:

Diámetro de la varilla, d mm =m

Longitud de la varilla entre pinzas, L mm =m

Carga			Par aplicado en N.m	Ángulo de torsión θ		Ángulo de torsión calculado θ en radianes
en g	en kg	F en N		en grados	en radianes	
0	0	0	0	0	0	0
20	0.02	0.2				
80	0.08	0.8				
140	0.14	1.4				
200	0.20	2.0				
260	0.26	2.6				
320	0.32	3.2				
380	0.38	3.8				

Cuadro 1

Espécimen 2:

Diámetro de la varilla, d mm =m

Longitud de la varilla entre pinzas, L mm =m

Carga			Par aplicado en N.m	Ángulo de torsión θ		Ángulo de torsión calculado θ en radianes
en g	en kg	F en N		en grados	en radianes	
0	0	0	0	0	0	0
20	0.02	0.2				
80	0.08	0.8				
140	0.14	1.4				
200	0.20	2.0				
260	0.26	2.6				
320	0.32	3.2				
380	0.38	3.8				

Cuadro 2

Folleto para el alumno

Ficha 1 - Par de torsión continuación...

Fórmulas útiles:

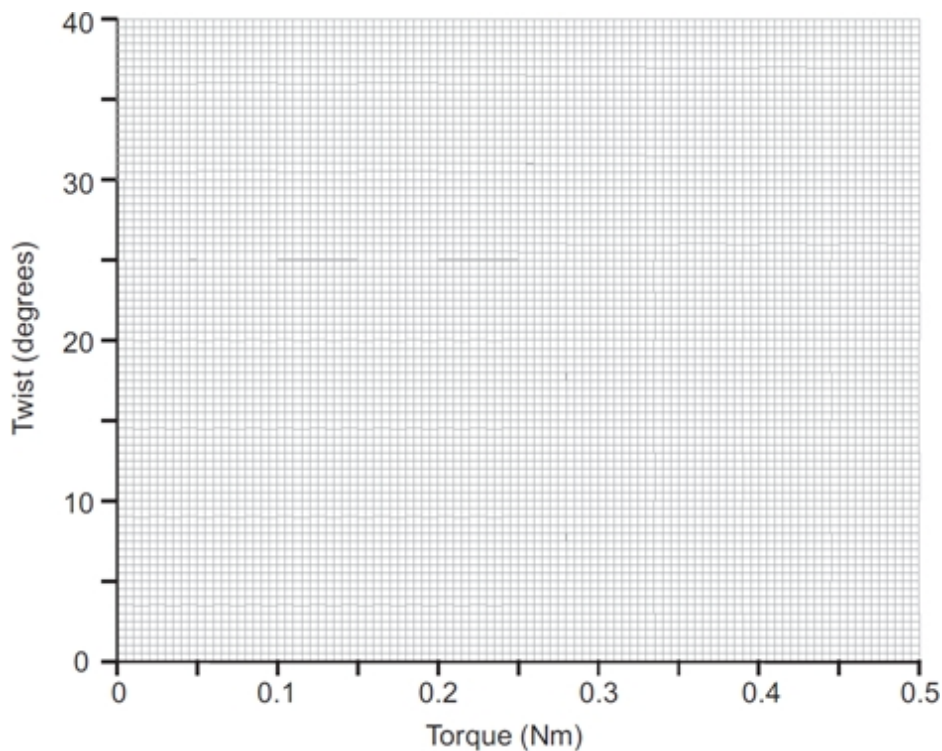
- Para convertir de grados a radianes:
ángulo en radianes = ángulo en grados x 0,0175
- Par aplicado $T = F \times r$ donde F = carga en N;
 r = radio del disco del "metro de torsión" = 0,005m
- Segundo momento polar del área $J = \frac{\pi \times d^4}{32}$
- Ángulo de torsión, $\theta = \frac{T \times L}{J \times G}$ donde G = módulo de rigidez = 38GPa (para latón)

Gráfico del ángulo de torsión frente al par:

Utiliza los ejes que se indican a continuación.

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.

Sus resultados deberían sugerir una relación rectilínea.

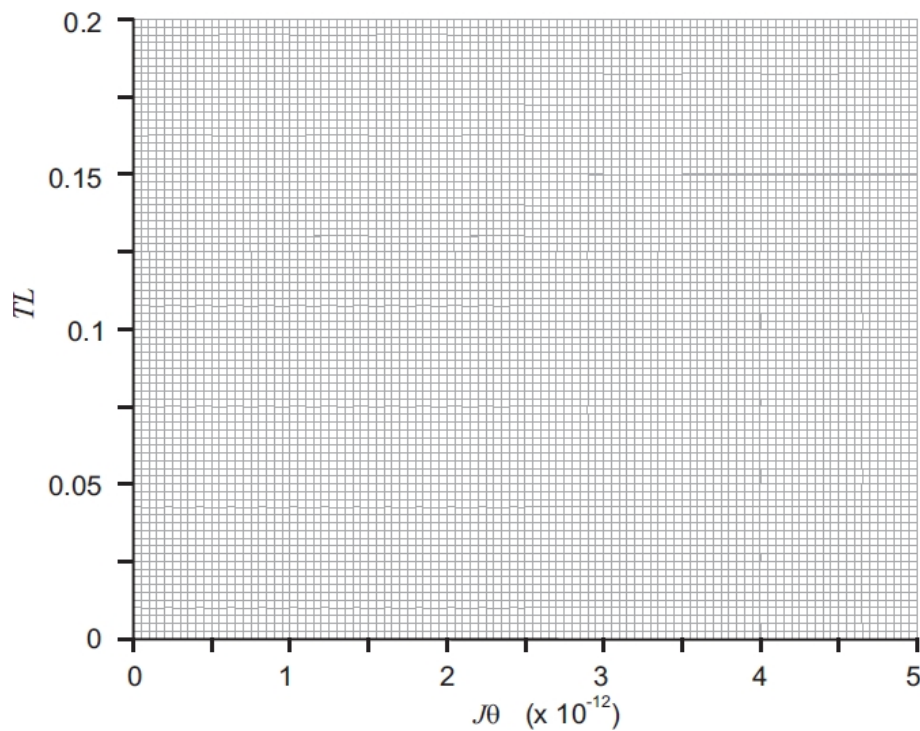


Folleto para el alumno

Ficha 2 - Material continuación...

Gráfico de (T x L) frente a (J x θ):

Utiliza los ejes que se indican a continuación. Muestra tus medidas como pequeñas cruces. Dibuja un gráfico rectilíneo para cada material utilizando estos resultados. Calcula el gradiente de cada uno y utilízalo para rellenar la tabla debajo del gráfico.



Material	Módulo de rigidez en Pa x 10 ⁹
Latón	
Acero	
Aluminio	

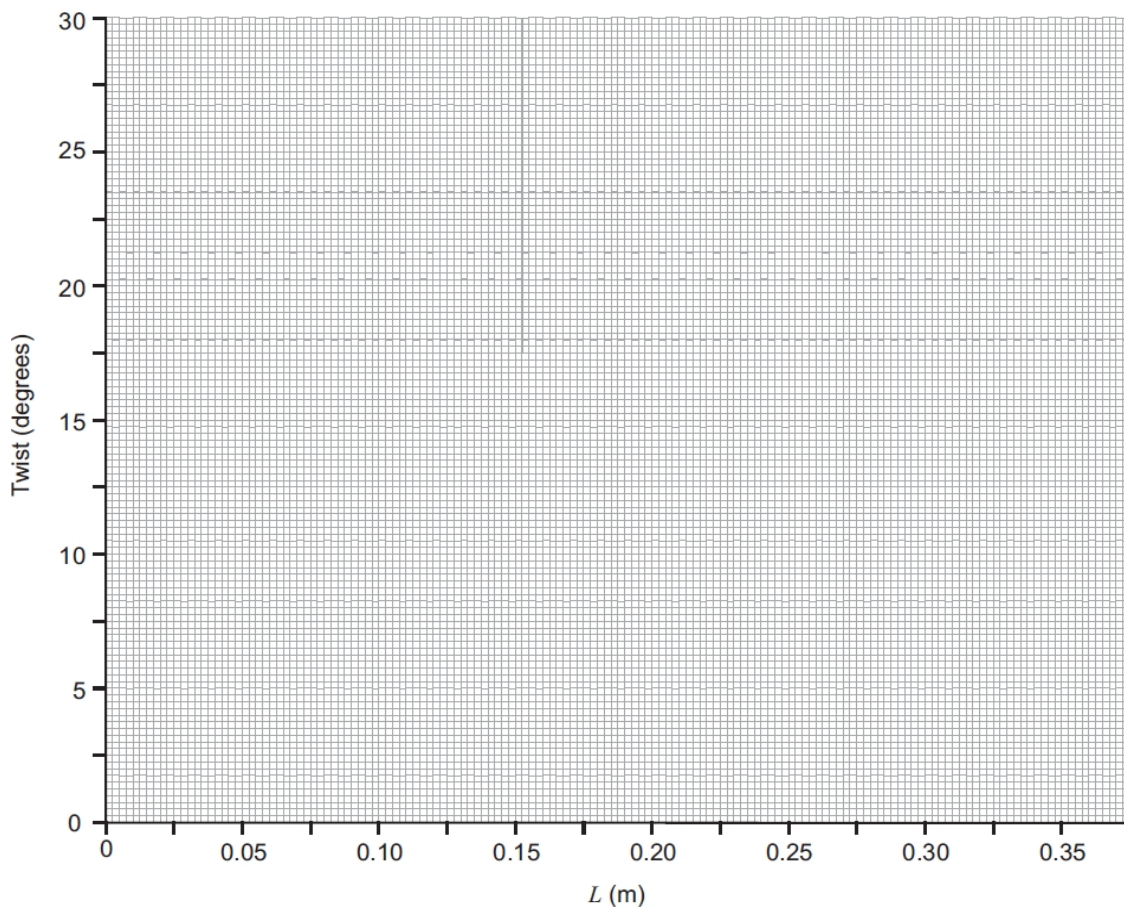
Folleto para el alumno

Ficha 3 - Longitud

Carga en g	Longitud de la varilla, L, en mm	Ángulo de giro θ en grados
400	100	
400	140	
400	180	
400	220	
400	260	

Gráfico de θ frente a L:

Utiliza los ejes que se indican a continuación. Muestra tus medidas como pequeñas cruces. Tus resultados deben sugerir una relación rectilínea. Dibuja el gráfico rectilíneo de "mejor ajuste" utilizando estos resultados.



Folleto para el alumno

Ficha 1 - Tensión de tracción y deformación

Aluminio 6082:

Gráfico de la fuerza aplicada frente a la extensión:

Cuando el mango de control de la torsión gira 1 revolución (360°), la parte superior de la muestra se eleva 1 mm.

Al girar por N° , la parte superior de la muestra se eleva una distancia $p = N / 360$ mm.

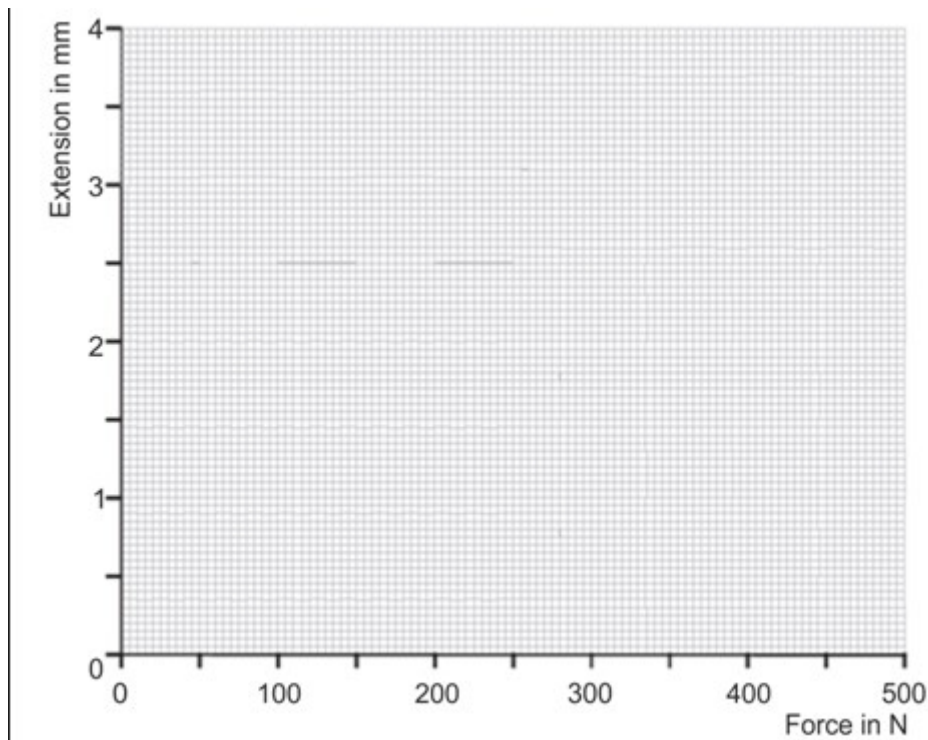
Al hacerlo, el muelle se comprime en la cantidad q indicada en el reloj comparador.

Por lo tanto, ejerce una fuerza F dada por $F = q \times k$ donde $k = \text{constante del muelle} = 105 \text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$.

La extensión de la muestra, e , viene dada por $e = L - L_0 = (p - q)$

Utiliza los ejes que aparecen a continuación para dibujar una gráfica de la extensión e frente a la fuerza aplicada F .

Muestra tus medidas como pequeñas cruces y dibuja una curva suave, utilizándolas como guía.



Folleto para el alumno

Ficha 1 - Tensión de tracción y deformación

Aluminio 1050:

Gráfico de la fuerza aplicada frente a la extensión:

Cuando el mango de control de la torsión gira 1 revolución (360°), la parte superior de la muestra se eleva 1 mm.

Al girar por N° , la parte superior de la muestra se eleva una distancia $p = N / 360$ mm.

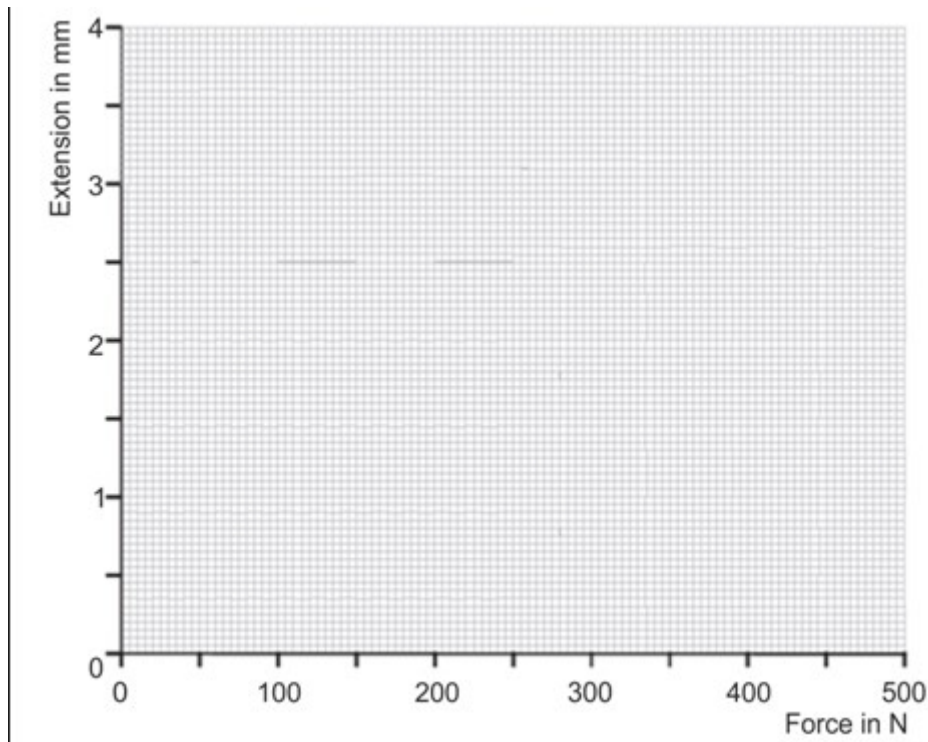
Al hacerlo, el muelle se comprime la cantidad q indicada en el reloj comparador.

Por lo tanto, ejerce una fuerza F dada por $F = q \times k$ donde $k = \text{constante del muelle} = 105 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$.

La extensión de la muestra, e , viene dada por $e = L - L_0 = (p - q)$

Utiliza los ejes que se muestran a continuación para dibujar un gráfico de la extensión e frente a la fuerza aplicada F .

Muestra tus medidas como pequeñas cruces y dibuja una curva suave, utilizándolas como guía.



Folleto para el alumno

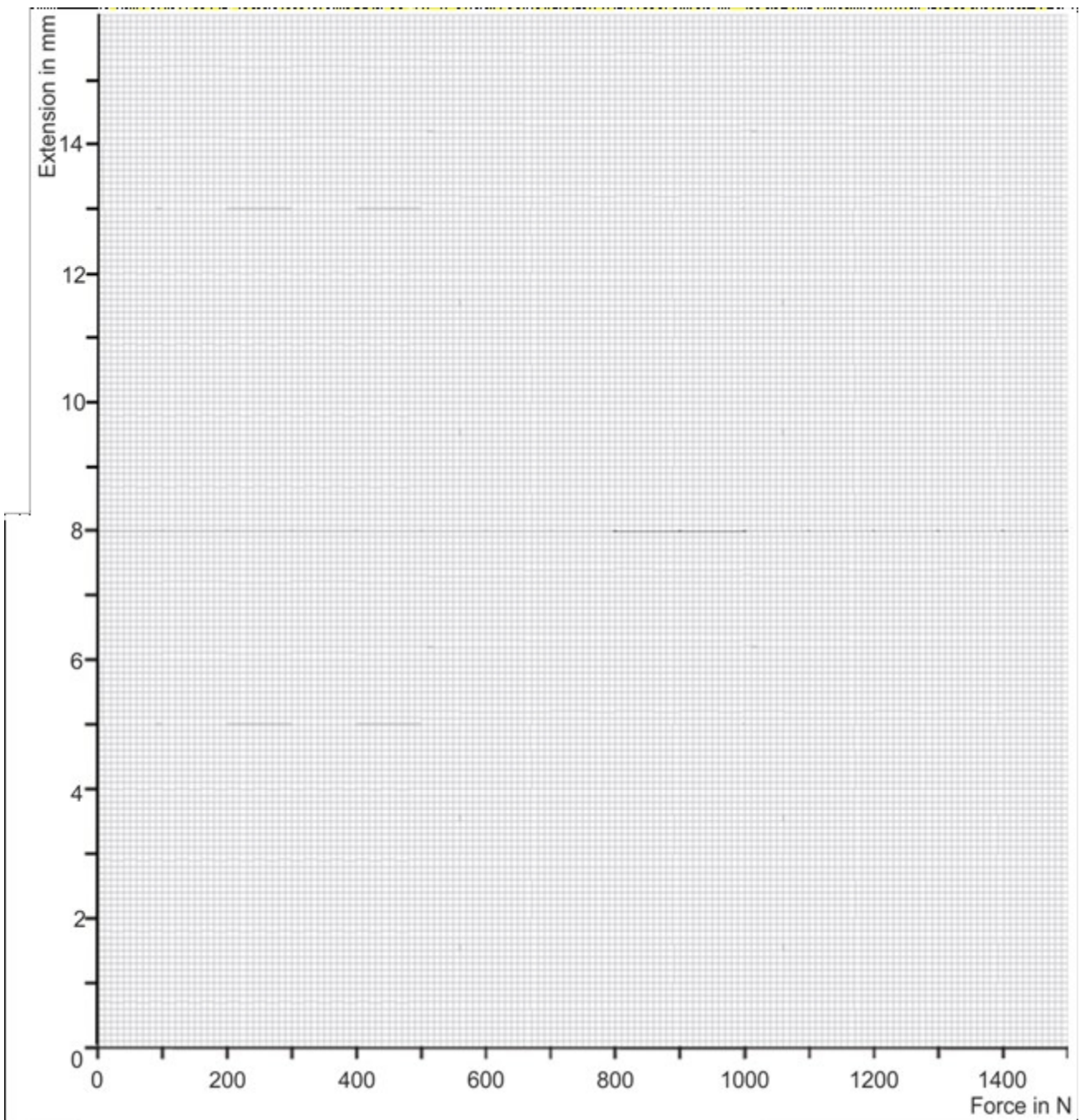
Ficha 1 - Tensión de tracción y deformación

Acero:

Gráfico de la fuerza aplicada frente a la extensión:

Utiliza los ejes que se muestran a continuación para dibujar un gráfico de la extensión e frente a la fuerza aplicada F .

Muestra tus medidas como pequeñas cruces y dibuja una curva suave, utilizándolas como guía.



Folleto para el alumno

Ficha 1 - Tensión de tracción y deformación

Plástico ABS:

Gráfico de la fuerza aplicada frente a la extensión:

Cuando el mango de control de la torsión gira 1 revolución (360°), la parte superior de la muestra se eleva 1 mm.

Al girar por N° , la parte superior de la muestra se eleva una distancia $p = N / 360$ mm.

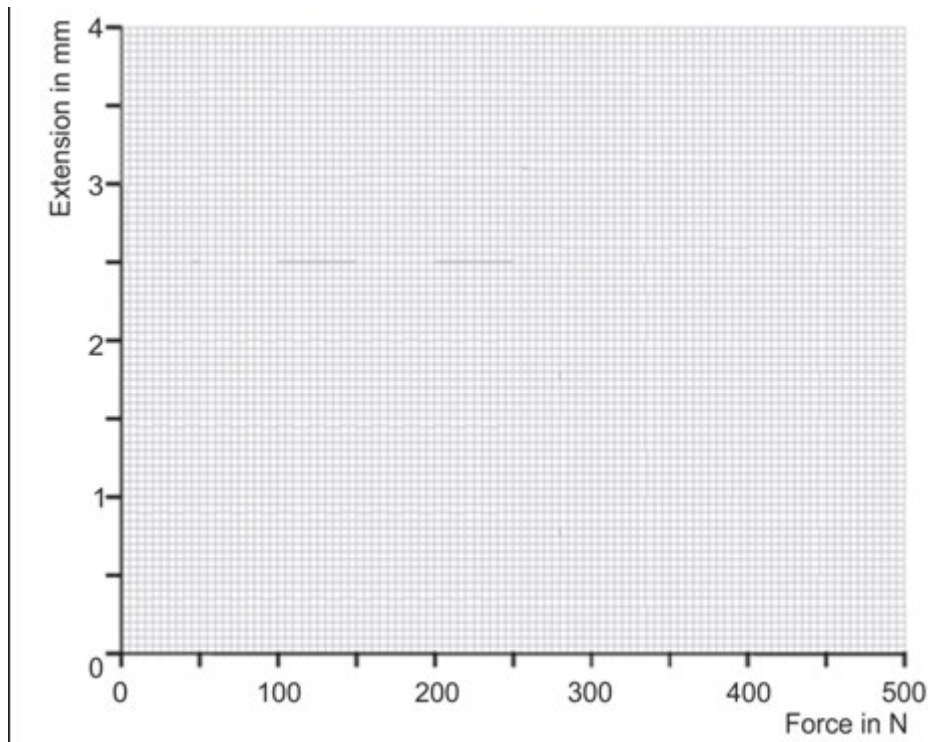
Al hacerlo, el muelle se comprime en la cantidad q indicada en el reloj comparador.

Por lo tanto, ejerce una fuerza F dada por $F = q \times k$ donde $k = \text{constante del muelle} = 105 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$.

La extensión de la muestra, e , viene dada por $e = L - L_0 = (p - q)$

Utiliza los ejes que aparecen a continuación para dibujar una gráfica de la extensión e frente a la fuerza aplicada F .

Muestra tus medidas como pequeñas cruces y dibuja una curva suave, utilizándolas como guía.



Folleto para el alumno

Ficha 2 - Esfuerzo cortante

Alambre de aluminio:

Gráfico de la fuerza aplicada frente a la extensión:

Cuando el mango de control de la torsión gira 1 revolución (360°), la parte superior de la muestra se eleva 1 mm.

Al girar por N° , el plato superior se eleva una distancia $p = N / 360$ mm.

Al hacerlo, el muelle se comprime la cantidad q indicada en el reloj comparador.

Por lo tanto, ejerce una fuerza F dada por $F = q \times k$ donde $k =$ constante del muelle $= 105\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$.

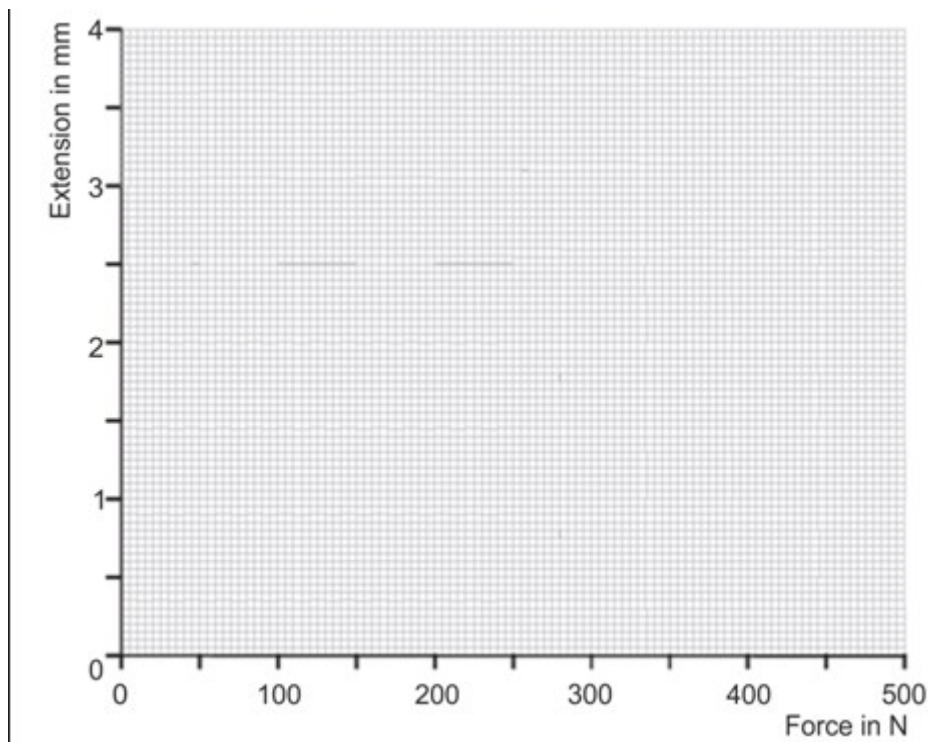
Esta fuerza es compartida por los dos brazos del mandril inferior.

La fuerza experimentada por cada uno, $f = F / 2$.

La extensión de la muestra, e , viene dada por $e = L - L_0 = (p - q)$

Utiliza los ejes que aparecen a continuación para dibujar un gráfico de la extensión e frente a la fuerza componente f .

Muestra tus medidas como pequeñas cruces y dibuja una curva suave, utilizándolas como guía.



Folleto para el alumno

Ficha 2 - Esfuerzo cortante

Alambre de cobre

Gráfico de la fuerza aplicada frente a la extensión:

Cuando el mango de control de la torsión gira 1 revolución (360°), la parte superior de la muestra se eleva 1 mm.

Al girar por N° , el plato superior se eleva una distancia $p = N / 360$ mm.

Al hacerlo, el muelle se comprime la cantidad q indicada en el reloj comparador.

Por lo tanto, ejerce una fuerza F dada por $F = q \times k$ donde $k = \text{constante del muelle} = 105 \text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$.

Esta fuerza es compartida por los dos brazos del mandril inferior.

La fuerza experimentada por cada uno, $f = F / 2$.

La extensión de la muestra, e , viene dada por $e = L - L_0 = (p - q)$

Utiliza los ejes que aparecen a continuación para dibujar un gráfico de la extensión e frente a la fuerza componente f .

Muestra tus medidas como pequeñas cruces y dibuja una curva suave, utilizándolas como guía.

