



MATRIX | STRUCTURES

Bending Moments



MATRIX

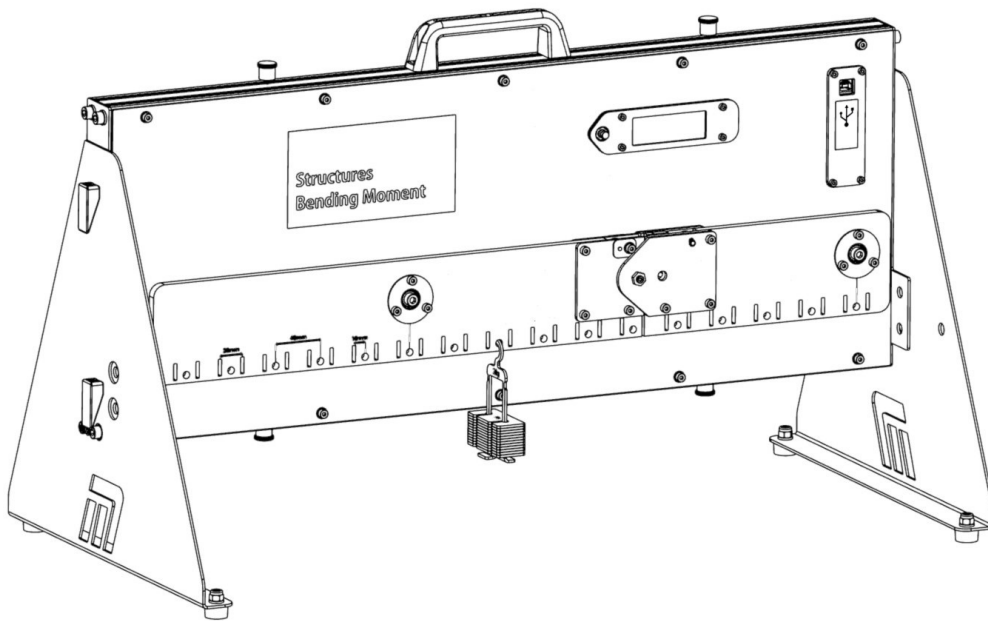
CP1843

www.matrixtsl.com

Copyright © 2021 Matrix Technology Solutions Limited

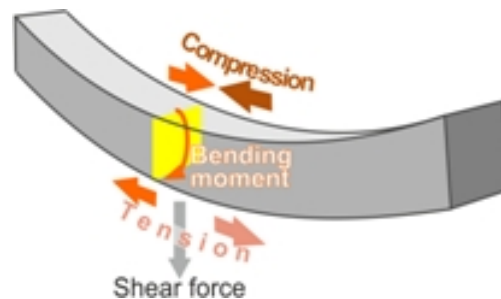
Momentos de flexión

Ficha 1 -	Cambiar la carga	7
Ficha 2 -	Desplazamiento de la carga	9
Ficha 3 -	Cargas múltiples	11
Ficha 4 -	Carga uniformemente distribuida	12
Folleto para el alumno		13

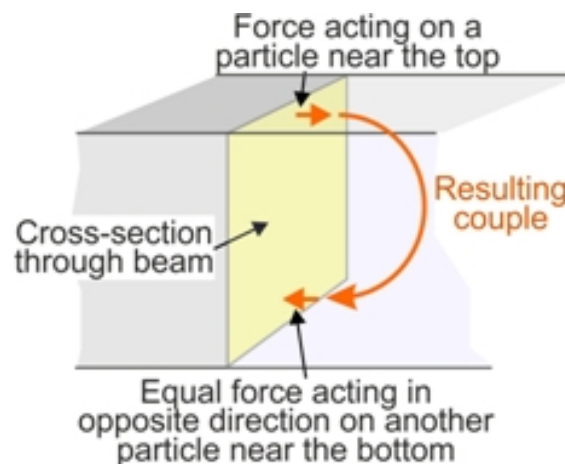


Antecedentes:

Cuando una fuerza, incluso su propio peso, actúa sobre una estructura como una viga, puede hacer que se doble. Entonces, las partículas que componen la viga se aplastan más cerca de la superficie superior y se estiran más cerca del borde inferior.



Internamente, las fuerzas de atracción entre estas partículas, vistas en una sección transversal cortada a través de ella, pueden considerarse como una combinación de una fuerza resultante y un par resultante. Este par resultante interno se denomina **momento flector**. La fuerza resultante interna se denomina **fuerza cortante**.



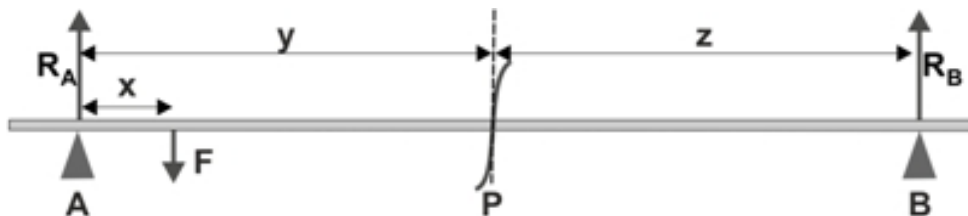
El segundo diagrama ilustra la idea de momento flector. Observando una sección transversal de la viga, la fuerza de compresión sobre una partícula situada cerca de la parte superior es la misma, pero opuesta, a la fuerza de tracción sobre una partícula situada cerca de la parte inferior. Juntas forman una pareja que intenta distorsionar la viga. La suma de los efectos de todas estas partículas da como resultado un momento de flexión.

Fondo

El diagrama siguiente ilustra las fuerzas que actúan sobre una viga apoyada en soportes simples, **A** y **B**, sobre la que actúa una carga puntual **F**. Los apoyos ejercen fuerzas de reacción **R_A** y **R_B**.

La sección etiquetada **AP** está en equilibrio y así:

- las fuerzas que actúan sobre él deben anularse;
- y los momentos que intentan girarlo deben anularse.



Visto en la rebanada **P**, entonces, la suma de los momentos horarios es:

$$R_A \times y - F \times (y-x)$$

Como **AP** está en equilibrio, debe haber un momento contrario igual en el sentido de las agujas del reloj en la rebanada. Este es el momento flector en **P**.

Por lo tanto, el momento flector en **P** = $(R_A \times y) - (F \times (y-x))$

El mismo argumento podría aplicarse desde el punto de vista del momento de la fuerza **R_B** en el apoyo **B**.

Daríamos la ecuación:

$$\text{Momento flector en } P = (R_B \times z)$$

El aparato:

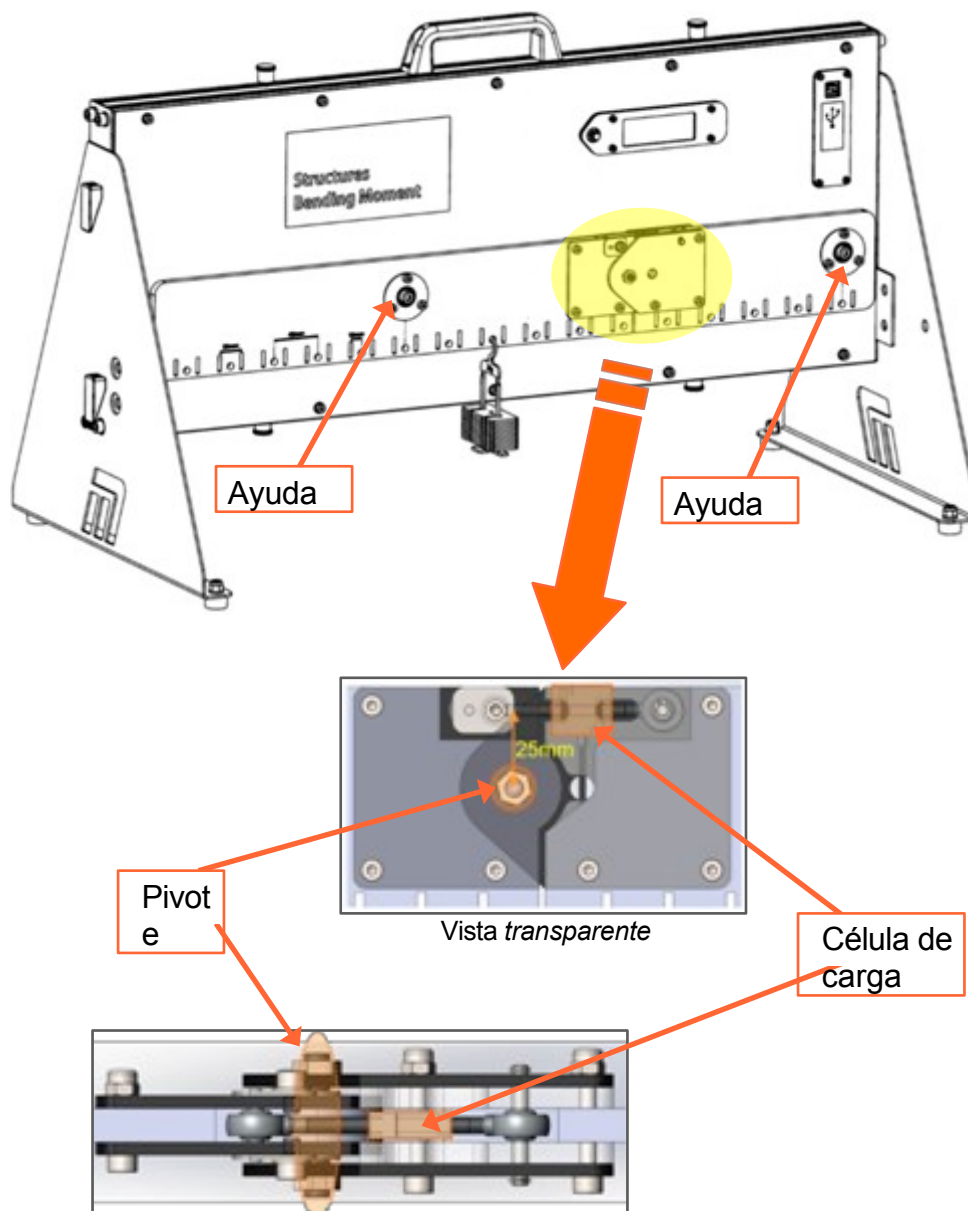
El aparato "Estructuras - Momento flector" permite investigar este momento flector. Consiste en una viga, apoyada en dos puntos, dividida en dos secciones unidas por un pivote.

Una célula de carga, que atraviesa el espacio entre las secciones, mide la fuerza que intenta doblar la viga. Esta fuerza se aplica a una distancia perpendicular de 25 mm del pivote.

A partir de ahí, se puede calcular el momento flector en ese corte.

El aparato está diseñado para funcionar con una alimentación de 5v. Esto significa que un cable USB conectado a un ordenador o a un enchufe será suficiente. El software de adquisición de datos sólo funciona a través del ordenador, por lo que la configuración recomendada es tener el USB enchufado al ordenador que está ejecutando el software. Sin embargo, si desea realizar el experimento sin el software, tendrá que conseguir un enchufe USB para el estilo de enchufe local correcto.

Detalle del montaje de la célula de carga:



Ficha 1

Cambiar la carga

El diseño de una estructura determina las cargas que es capaz de soportar. Puede ser peligroso superar la carga máxima.

En un puente de vigas simple, el punto más débil suele estar en el centro del vano.

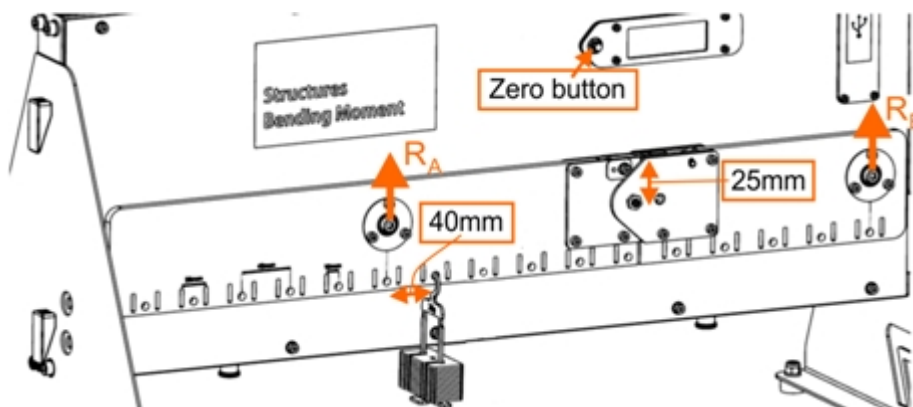
El ingeniero de estructuras debe ser capaz de predecir los efectos de las distintas cargas sobre la estructura.

Este experimento explora el efecto que tiene cambiar la carga en un viga tiene sobre el momento flector.



Te toca a ti:

- Asegúrese de que el aparato esté nivelado.
- Pulse el botón de la pantalla LCD para poner a cero el equipo. Esto elimina el peso de la viga y la célula de carga.
- Coloque una percha de masa vacía a 40 mm (un orificio) del soporte izquierdo, como se muestra en el siguiente diagrama.
- Registre la carga medida por la célula de carga, ya sea en una hoja de cálculo o en la tabla del Material para el alumno.
- Aumente la masa en la percha en pasos de 40 g, hasta un máximo de 300 g y registre la carga medida cada vez.



Ficha 1

Cambiar la carga

A su disposición

- Calcule los valores medidos y teóricos del momento flector, utilizando las fórmulas que figuran en el Student Handout.
- Utilice los ejes proporcionados para trazar gráficos del momento flector medido frente a la carga suspendida y del momento flector teórico frente a la carga suspendida.

Desafío:

Utilice la plantilla proporcionada en el Manual del alumno para completar el diagrama de fuerza cortante y el diagrama de momento flector para este montaje cuando la carga aplicada era máxima (2,94N).

¿Y qué?

Los momentos flectores teóricos y los medidos experimentalmente producen trazos muy similares en los gráficos, lo que demuestra que las ecuaciones teóricas para la flexión de vigas son robustas y pueden utilizarse para predecir el comportamiento de las vigas.

Ficha 2

Desplazamiento de la carga

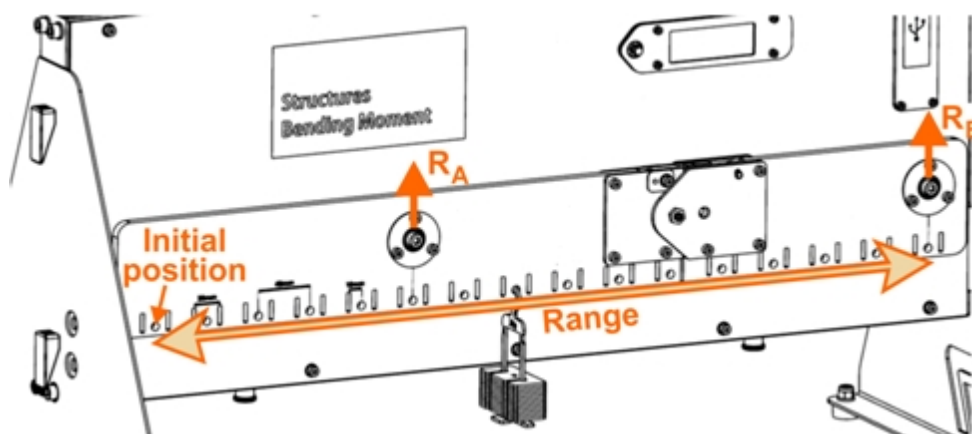
A medida que una carga pesada se desplaza por un puente, los efectos de su peso sobre el puente cambian. El ingeniero debe predecir estos efectos y diseñar la estructura en consecuencia.

Este experimento explora el efecto sobre el momento flector del desplazamiento de una carga fija a lo largo de la viga.



Te toca a ti:

- Asegúrese de que el aparato esté nivelado.
- Pulse el botón de la pantalla LCD para poner a cero el equipo y eliminar el peso de la viga y la célula de carga.
- El experimento utiliza una carga fija de 300 g (2,94 N). Coloca inicialmente un colgador de masa de 300g en el extremo izquierdo de la viga, como se muestra en el diagrama siguiente.
- Registra la carga medida por la célula de carga en una hoja de cálculo o en la tabla del Student Handout.
- Mueva el colgador de masa de 300 g hasta el siguiente orificio de la derecha (es decir, a 40 mm del orificio inicial posición,) y registre la nueva lectura de la célula de carga.



Ficha 2

Desplazamiento de la carga

Hasta la vista.....

- Continúe de esta manera, moviendo la carga de 300 g a lo largo de la viga, agujero por agujero y registrando las lecturas de la célula de carga.
- Utiliza estas lecturas para calcular la fuerza de reacción en el apoyo A para cada posición. A continuación, calcula los valores medidos y teóricos del momento flector, del mismo modo que en la investigación anterior.
- Represente gráficamente el momento flector medido en función de la distancia y el momento flector teórico en función de la distancia utilizando los ejes proporcionados.

¿Y qué?

El momento flector cambia a lo largo de la viga. En algunos lugares, su polaridad cambia.

Esto provoca los efectos conocidos como *hundimiento* y *acaparamiento*. El *ahuecamiento* describe una viga que se curva hacia arriba en el centro, y el *pandeo* describe una viga que se curva hacia abajo.



Estos efectos son importantes en ingeniería estructural. En los buques, por ejemplo, el hundimiento puede deberse al efecto de las olas cuando la sección central del casco se encuentra en la depresión o cresta entre dos olas, o a la distribución de la carga dentro del casco.

En casos extremos, pueden dañar el casco.

En la construcción de edificios, el pandeo de las vigas puede producirse en vigas apoyadas en ambos extremos. El pandeo puede producirse en estructuras en voladizo.

Ficha 3

Cargas múltiples

La primera investigación analizó el resultado de cambiar el tamaño de la carga.

En el segundo se estudió el desplazamiento de esa carga a través de la estructura.

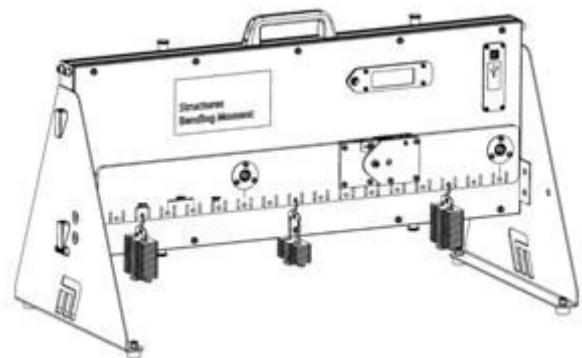
En la vida real, las estructuras tienen que soportar ambas cosas todo el tiempo.

Esta investigación explora esa situación.



Esquema:

Investiga el efecto global sobre el momento flector de colocar tres cargas diferentes en tres lugares distintos de la viga.



Te toca a ti:

Desafío:

- Coloca tres cargas diferentes en distintas posiciones de la viga.
- Registra sus pesos, sus posiciones y la lectura resultante de la célula de carga.
- Calcule el momento flector en el corte utilizando la fuerza medida por la célula de carga.
- En el Student Handout, dibuja el diagrama de cuerpo libre para este sistema.
- Aplique el principio de los momentos para deducir las fuerzas de reacción generadas por los apoyos.
- Calcule el momento flector teórico en el corte utilizando una de estas fuerzas de reacción.
- Comprueba este valor calculándolo de nuevo, utilizando la otra fuerza de reacción.
- Anota los resultados y tus cálculos en las tablas que aparecen en el Student Handout o en una hoja de cálculo.
- Repita el mismo proceso para tres disposiciones de carga diferentes.

Ficha 4

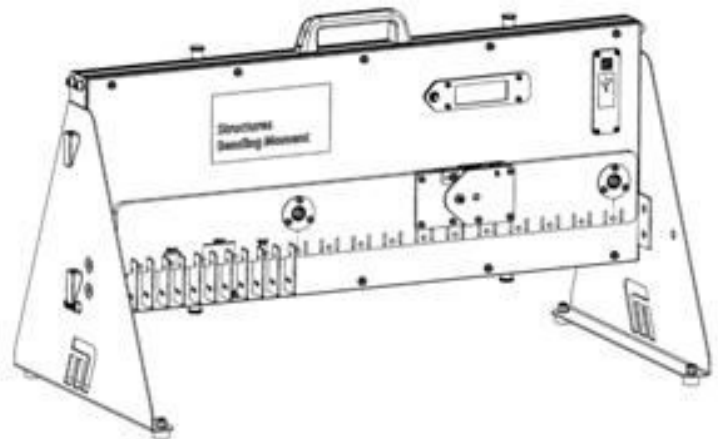
Carga uniformemente distribuida

Hasta ahora, sólo hemos considerado las cargas puntuales (también conocidas como cargas concentradas), que actúan únicamente en un punto específico de la estructura. En cambio, las cargas distribuidas tienen efectos que se extienden por toda una región. La mayoría de las cargas del mundo real están distribuidas, por ejemplo, el peso de los materiales de construcción, la fuerza del viento o del agua que empuja sobre una superficie o el peso de los libros en la estantería opuesta. Una carga uniformemente distribuida (UDL) tiene la misma magnitud en toda su región de influencia. Es como si todos los libros de la estantería tuvieran el mismo tamaño y peso.



Esquema:

Investigar el efecto sobre el momento flector de una carga uniformemente repartida situada en el extremo izquierdo de la viga.



Te toca a ti:

Desafío:

- Establece la carga uniformemente distribuida colocando once masas de 20 g en orificios adyacentes en el extremo izquierdo de la viga, como se muestra en el diagrama, creando una carga de 2,16 N.
- Registre la lectura resultante de la célula de carga.
- Calcule el momento flector en el corte utilizando esta fuerza medida por la célula de carga.
- En el Student Handout, dibuja el diagrama de cuerpo libre para este sistema.
- Utiliza el principio de momentos para deducir las fuerzas de reacción generadas por los apoyos.
- Por lo tanto, calcule el momento flector teórico en el corte .
- Comprueba este valor calculándolo de nuevo, utilizando la otra fuerza de reacción.
- Anota los resultados y tus cálculos en las tablas que aparecen en el Student Handout o en una hoja de cálculo.

Folleto para el alumno

Ficha 1 - Cambiar la carga

Masa en suspensión m en g	Carga F en N	Lectura de la célula de carga c en g	Lectura de la célula de carga L en N	Mo-mento de flexión medido en Nm	Mo-mento de flexión teórico en Nm
20					
60					
100					
140					
180					
220					
260					
300					

Completa la tabla utilizando las siguientes fórmulas:

Peso = masa x intensidad del campo

gravitatorio.

donde la fuerza del campo gravitatorio = $9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

(Nótese que todas las masas deben estar en kg).

Por lo tanto:

$$F = m / 1000 \times 9,81$$

$$L = c / 1000 \times 9,81$$

Momento flector **medido** = $L \times 0,025$

(Atención, todas las distancias deben

estar en m.)

Aplicando el principio de momentos a las fuerzas **externas** que ejercen momentos

sobre el apoyo **B**: $R_A \times 0,4 = F \times 0,36$

Por lo tanto, calcule el valor de R_A para cada valor de fuerza **F**, y, utilizando la fórmula dada en p5, calcule:

$$\text{Momento flector teórico} = (R_A \times 0,2) - (F \times 0,16)$$

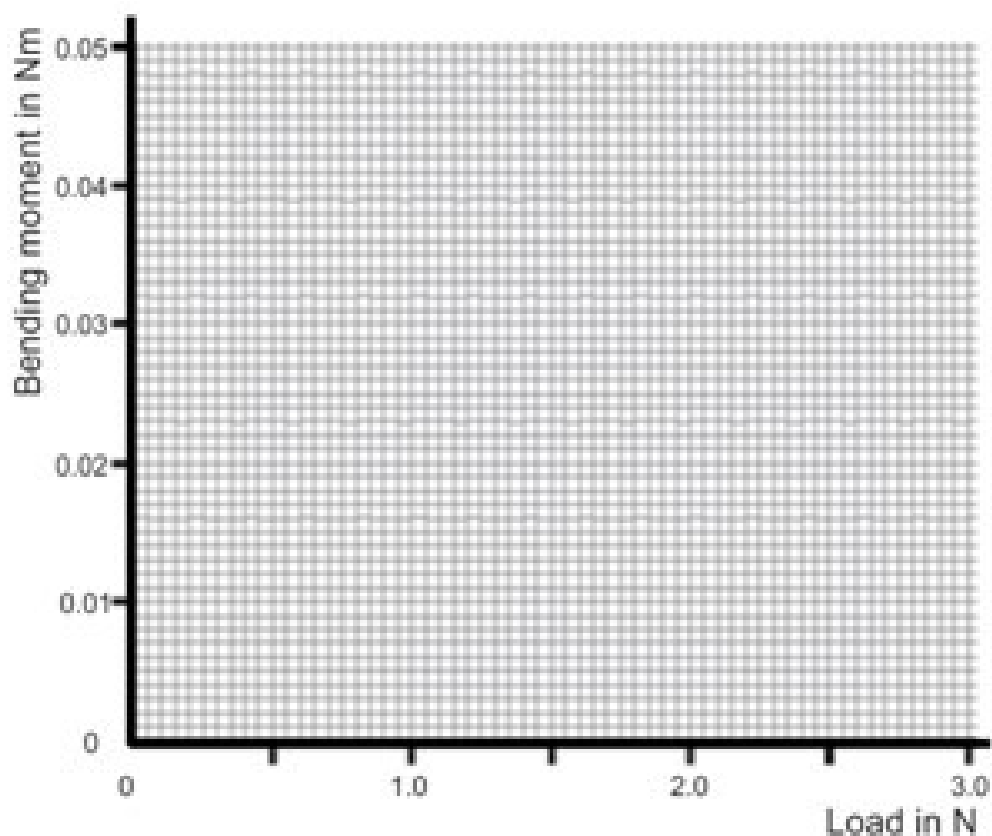
Ficha 1

En los mismos ejes, trace los gráficos del momento flector **medido** frente a la carga aplicada y el **teórico** momento flector vs carga aplicada.

Gráfico de deflexión en función de la carga:

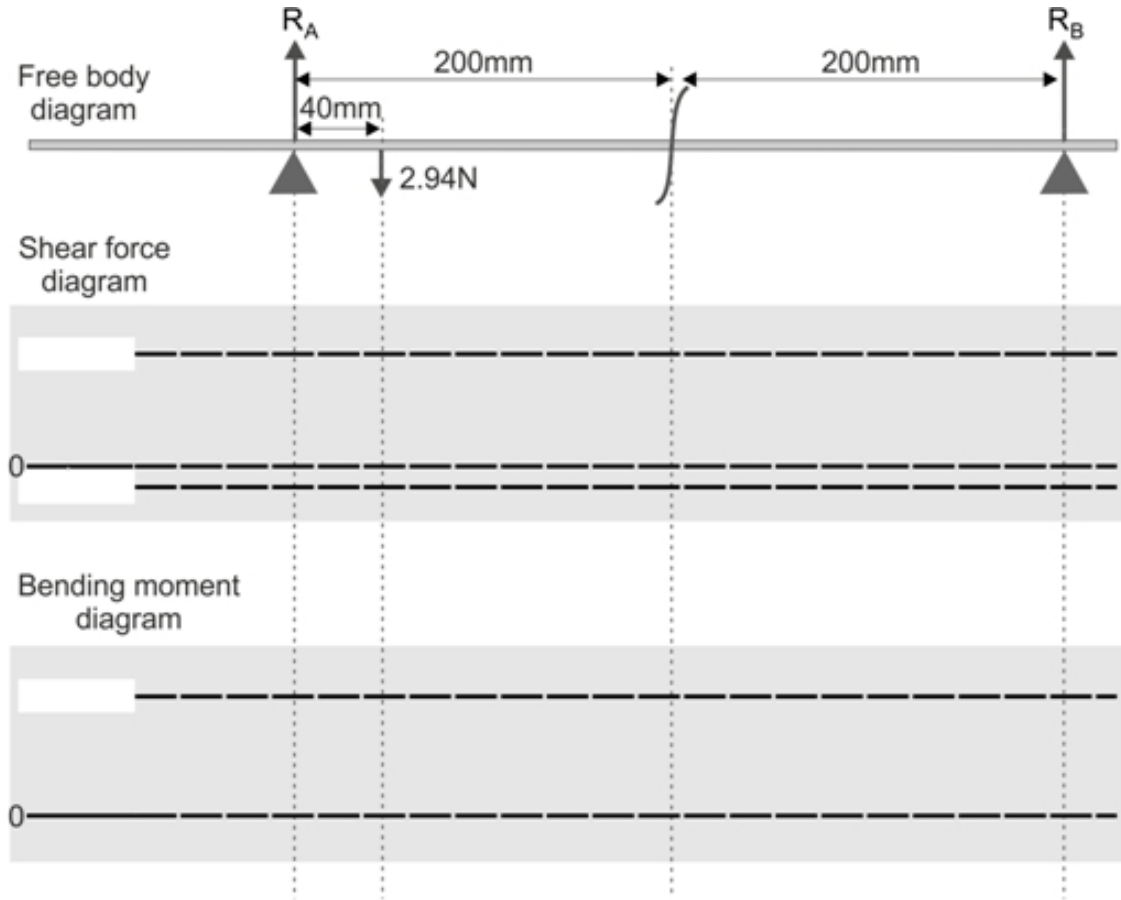
Muestra tus medidas como pequeñas cruces.

Utiliza colores diferentes para los dos trazos, de modo que puedas distinguirlos fácilmente.



Ficha 1

El diagrama muestra el diagrama de cuerpo libre para esta disposición cuando la carga es de 300 g. Complete los diagramas de fuerza cortante y de momento flector correspondientes. Marque los valores significativos del esfuerzo cortante y del momento flector.



Ficha 2 - Desplazamiento de la carga

Distancia x de la izquierda en m	Lectura de la célula de carga en g	Lectura de la célula de carga en N	Reacción R_A en el soporte en N	Mo- mento de flexión medido en Nm	Mo- mento de flexión teórico en Nm
0					
0.04					
0.08					
0.12					
0.16					
0.20					
0.24					
0.28					
0.32					
0.36					
0.40					
0.44					
0.48					
0.52					
0.56					
0.60					

Completa la tabla utilizando las fórmulas siguientes:

Peso = masa x fuerza del campo gravitatorio donde fuerza del campo gravitatorio = $9,8N.kg^{-1}$.

(Nótese que todas las masas deben estar en kg).

La carga suspendida de 300g pesa $0,3 \times 9,81 = 2,94N$

Momento flector **medido** = $L \times 0,025$

Para calcular la reacción R_A :

aplicar el principio de momentos a las fuerzas **externas** que ejercen momentos

sobre el apoyo **B**: $R_A \times 0,4 = 2,94 \times (0,6 - x)$

Entonces, utilizando la fórmula dada en la p5:

Momento flector **teórico** = $(R_A \times 0,2) - [2,94 \times (0,4 - x)]$.

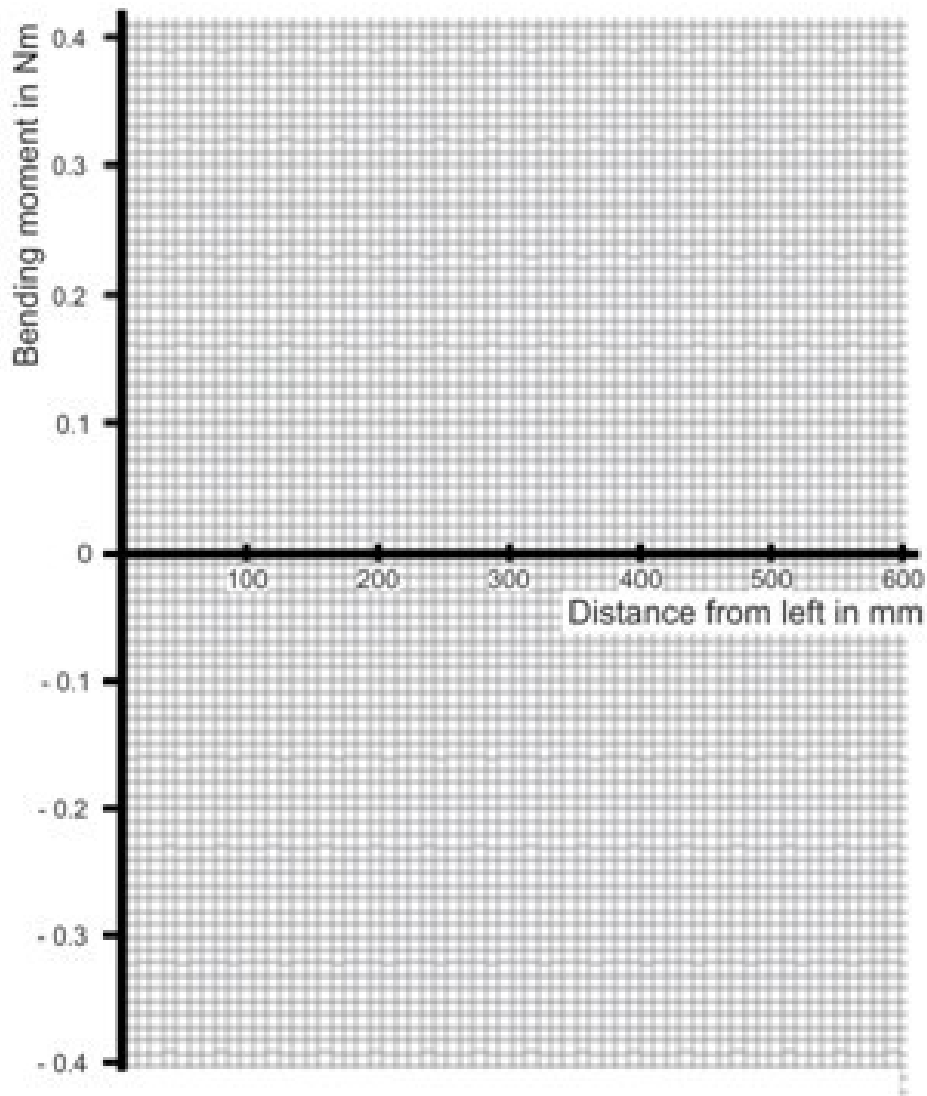
Ficha 2

En los mismos ejes, trace los gráficos del momento flector **medido** frente a la carga aplicada y el **teórico** momento flector vs carga aplicada.

Gráfico de deflexión en función de la carga:

Muestra tus medidas como pequeñas cruces.

Utiliza colores diferentes para los dos trazos, de modo que puedas distinguirlos fácilmente.



Ficha 3 - Cargas múltiples

Si lo desea, utilice el espacio siguiente para dibujar tablas con sus resultados.

Ficha 4 - Carga uniformemente distribuida

Si lo desea, utilice el espacio siguiente para dibujar tablas con sus resultados.

