



# **MATRIX** | STRUCTURES

## Reactions of a Simply Supported Beam



**MATRIX**

CP3604

[www.matrixtsl.com](http://www.matrixtsl.com)

Copyright © 2021 Matrix Technology Solutions Limited

Introducción	3
Investigación A - Peso único aplicado en el centro	5
Investigación B - Peso único desplazado del centro	6
Investigación C - Un solo peso se mueve a través de la viga	7
Investigación D - Dos pesos	8
Investigación E - Carga uniformemente distribuida en el centro	9
Investigación F - Carga uniformemente distribuida desplazada del centro	10
Material para estudiantes	11
Notas para el instructor	17

Las vigas son una parte vital de las estructuras modernas. Soportan cargas y cubren huecos en puentes, marcos de puertas, tejados, andamios, etc. ....

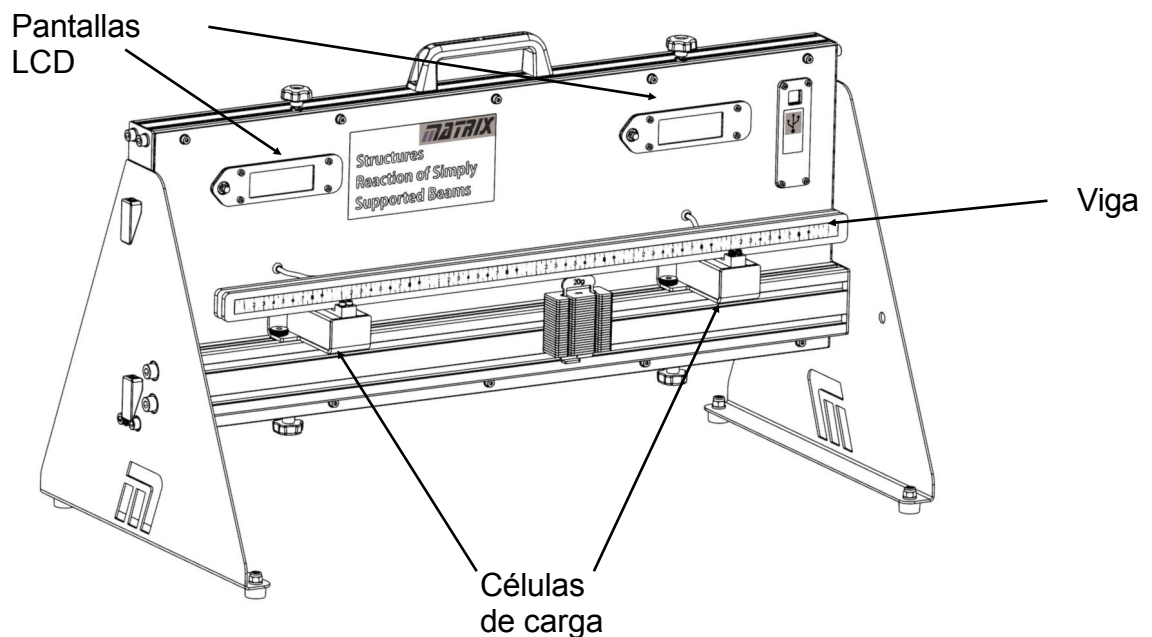
Sus cargas se apoyan en soportes, como los pilares que sostienen un puente, que ejercen fuerzas de reacción opuestas.



## El aparato:

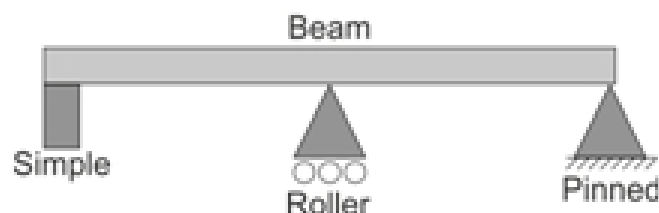
Utiliza dos células de carga para convertir las fuerzas que actúan sobre ellas en señales eléctricas. Éstas se procesan para indicar la magnitud de dichas fuerzas.

La viga se asienta en el centro sobre soportes conectados a las células de carga. Las dos muescas situadas bajo la viga ayudan a ello. Las clavijas que unen los dos lados de la viga están separadas 50 mm. Los soportes de las células de carga están separados 400 mm.



## Los símbolos:

Una viga simplemente apoyada se representa mediante los símbolos que aparecen en el siguiente diagrama:



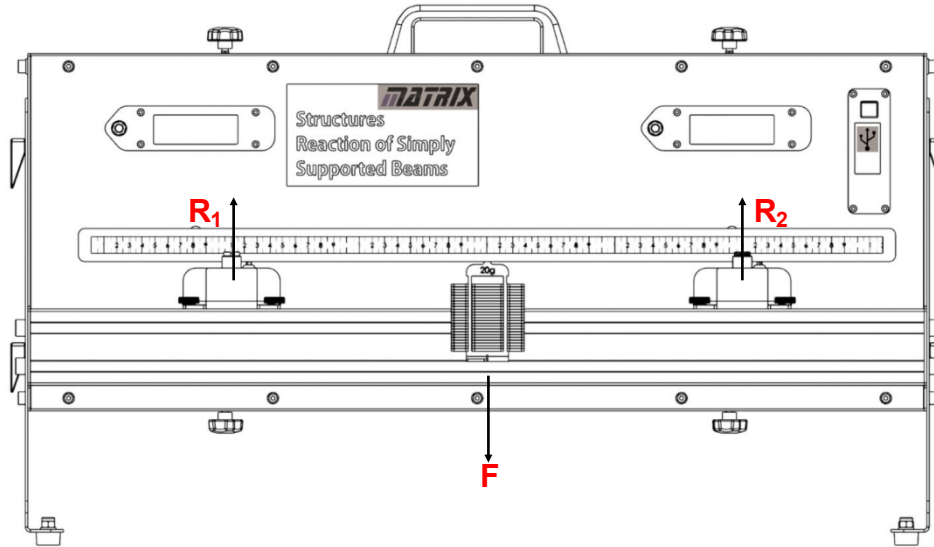
# Introducción

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 conectado 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.

# Investigación A

## Peso único aplicado en el centro

Te toca a ti:



- Coloque la viga sobre los soportes de la célula de carga como se indica en el diagrama.
- Pulse el botón "cero" en cada pantalla LCD para eliminar el peso de la viga de las lecturas.
- Coloca una percha de masa de 100 g en el centro de la viga, a medio camino entre los apoyos.
- Registre las fuerzas  $R_1$  y  $R_2$ , mostradas en las pantallas LCD, en la Tabla 1 del Material para el Alumno.
- Aumenta la carga sobre la viga añadiendo otros 100 g a la percha.
- Una vez más, registre las lecturas de la célula de carga.
- Continúe de este modo hasta una masa total de 500 g y complete la Tabla 1.

### Y qué:

Como la viga está en equilibrio:

- los soportes de la célula de carga proporcionan fuerzas ascendentes que equilibran el peso sobre la viga;
- los momentos de las fuerzas en el sentido de las agujas del reloj se equilibran con los momentos en sentido contrario. En otras palabras:
- las dos fuerzas de reacción siempre suman la carga total,  $F$ , aplicada, es decir,  $F = R_1 + R_2$
- ya que la carga está situada a igual distancia,  $D$ , de los apoyos, igualando los momentos en sentido horario y antihorario en torno al centro de la viga:

$$R_1 \times D = R_2 \times D$$

y así

$$R_1 = R_2$$

La carga en sí no tiene momento (efecto de giro) en torno al centro de la viga.

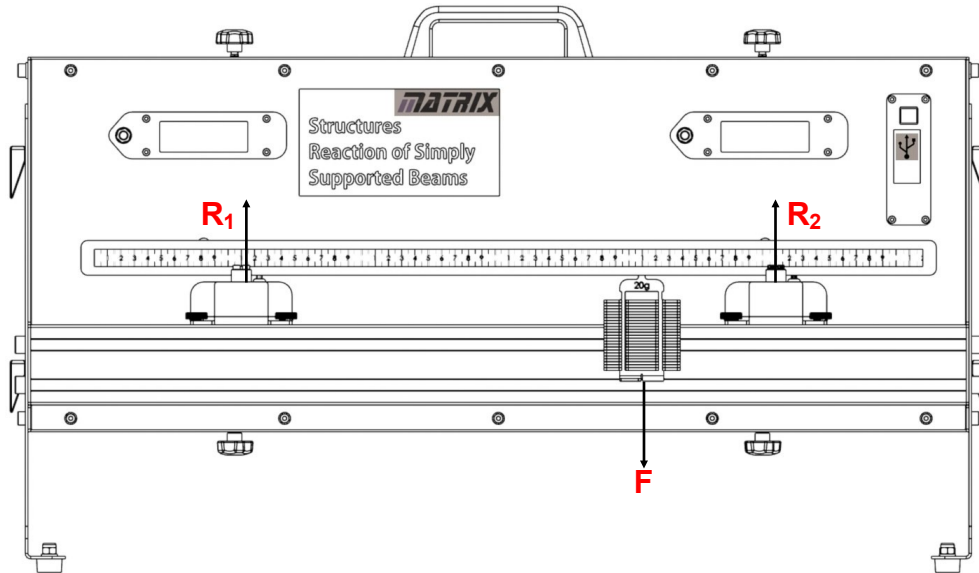
### ¡Desafío!

Dibuja el diagrama de cuerpo libre de este montaje.

# Investigación B

## Peso único desplazado del centro

Te toca a ti:



- Centre la viga en los soportes de la célula de carga como antes.
- Pulse los botones "cero" para eliminar el peso de la viga de las lecturas.
- Añade el colgador de masa de 100 g en la segunda clavija del soporte derecho (es decir, a 100 mm del soporte derecho y a 300 mm del soporte izquierdo) .
- Registre las fuerzas  $R_1$  y  $R_2$  , mostradas en las pantallas LCD de la Tabla 2 del Material para el Alumno.
- Aumenta la carga sobre la viga añadiendo otros 100 g a la percha.
- Una vez más, registre las lecturas de la célula de carga.
- Continuar de esta manera hasta una masa total de 500 g.
- Completa la Tabla 2.

Y qué:

Una vez más, la viga está en equilibrio y así:

- las fuerzas verticales se anulan;
- los momentos horario y antihorario se anulan.

Por lo tanto:  $F = R_1 + R_2$

e igualando los momentos en torno a la posición de la carga:

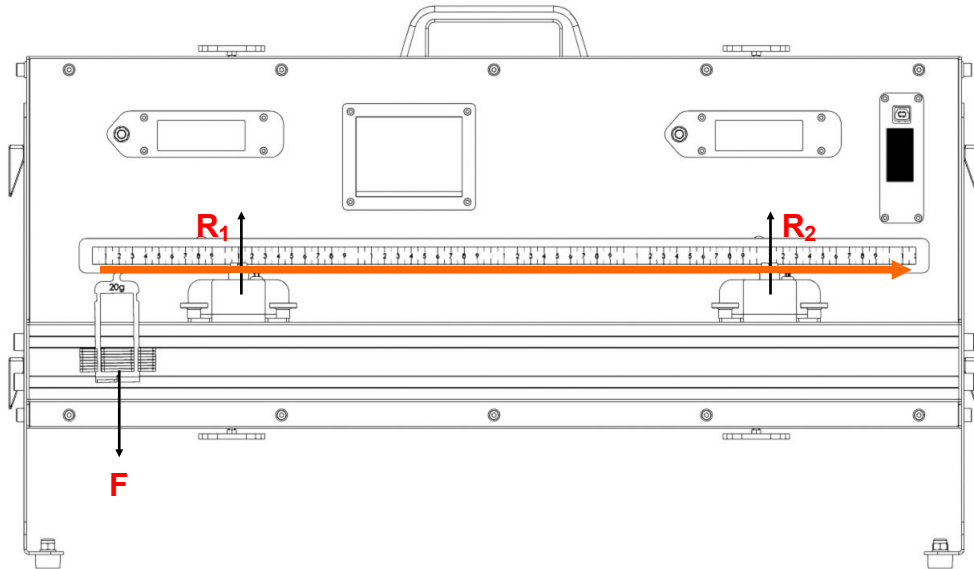
$$R_2 \times 100 = R_1 \times 300$$

$$R_2 = 3 \times R_1 .$$

# Investigación C

## Un solo peso se mueve a través de la viga

Te toca a ti:



- Centre la viga en los soportes de la célula de carga como antes.
- Pulse los botones "cero" para eliminar el peso de la viga de las lecturas.
- Añade la percha de masa de 100 g en la posición más a la izquierda
- Registre las fuerzas  $R_1$  y  $R_2$ , mostradas en las pantallas LCD de la Tabla 3 del Material para el Alumno.
- Desplazar la percha 1 posición hacia la derecha
- Una vez más, registre las lecturas de la célula de carga.
- Continúe así a lo largo de la viga.
- Tabla 3 completa

### Y qué:

Una vez más, la viga está en equilibrio y así:

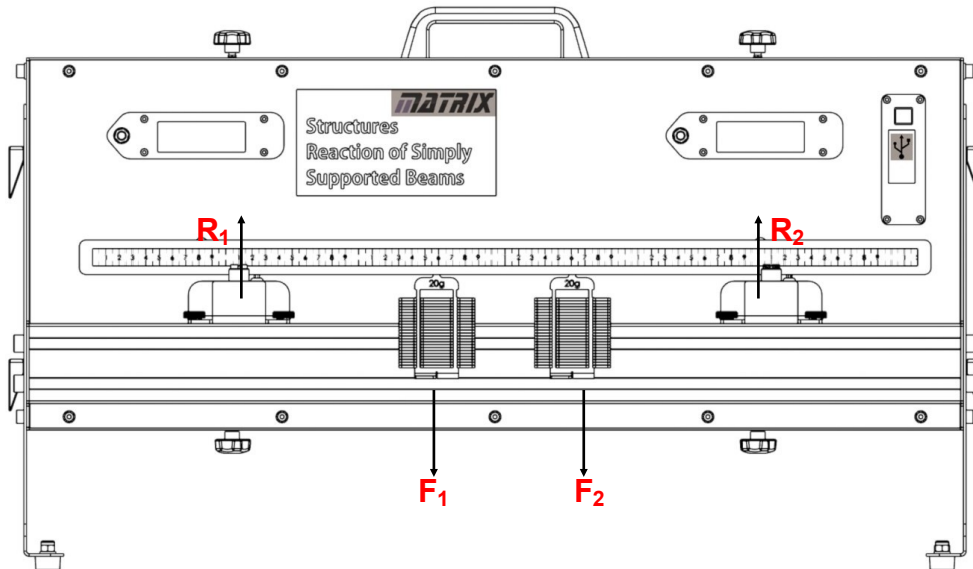
- las fuerzas verticales se anulan;
- los momentos horario y antihorario se anulan.

Por lo tanto:  $F = R_1 + R_2$

Se muestra la transferencia de fuerzas de reacción negativas y positivas a medida que el peso se desplaza dentro y fuera de los apoyos.

## Dos pesos

Te toca a ti:



- Centre la viga en los soportes de la célula de carga como antes.
- Pulse los botones "cero" para eliminar el peso de la viga de las lecturas.
- Añade una percha de masa de 100 g en la segunda clavija del soporte derecho (es decir, a 100 mm del soporte derecho) y una segunda percha en la tercera clavija a partir del soporte izquierdo, (es decir, a 250 mm del soporte derecho) .
- Como antes, registre las fuerzas  $R_1$  y  $R_2$  , en la Tabla 4 de la Hoja del Estudiante.
- Aumente la carga sobre la viga, 100 g cada vez hasta un máximo de 500 g.
- Una vez más, registre todas las lecturas de la célula de carga y complete la Tabla 4.

### Y qué:

Una vez más, la viga está en equilibrio y así:

- las fuerzas verticales se anulan;
- los momentos horario y antihorario se anulan. Por lo

tanto:

$$F_1 + F_2 = R_1 + R_2$$

Tomando momentos sobre el soporte de la célula de carga derecha:

$$R_1 \times 400 = F_1 \times 250 + F_2 \times 100$$

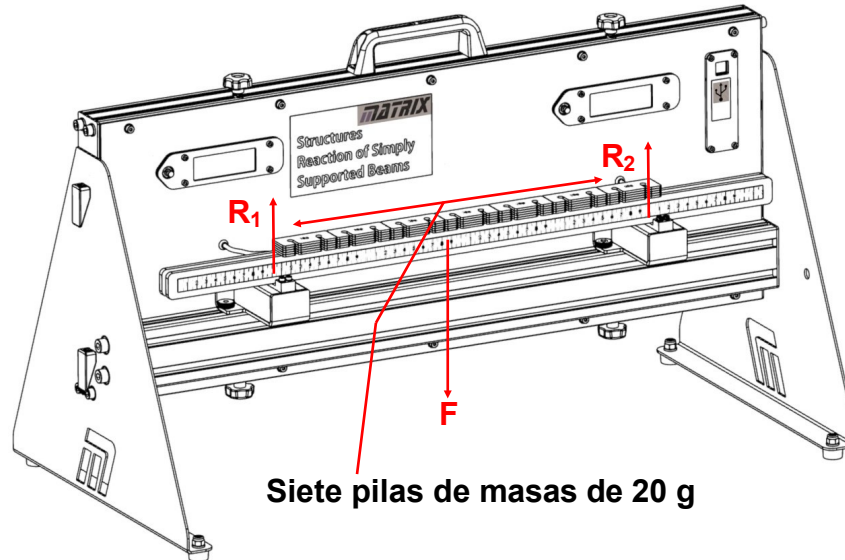
### ¡Desafíos!

- Dibuja el diagrama de cuerpo libre de esta disposición.
- Pruebe estas ecuaciones para un par diferente de fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  y para estas dos fuerzas colocadas a diferentes distancias. Anota tus lecturas en las Tablas 5 y 6.
- ¿Qué ocurre cuando se colocan las perchas fuera de los soportes?



## Carga uniformemente distribuida en el centro

Te toca a ti:



- Centre la viga en los soportes de la célula de carga como antes.
- Pulse los botones "cero" para eliminar el peso de la viga de las lecturas.
- Distribuya siete masas individuales de 20 g en línea a lo largo de la viga entre los dos apoyos. Esto crea una carga uniformemente distribuida (UDL).
- Como antes, registre las fuerzas  $R_1$  y  $R_2$ , en la Tabla 6 de la Hoja del Estudiante.
- Añade otras siete masas de 20 g para formar siete pilas de 40 g cada una.
- Una vez más, registre las lecturas de la célula de carga.
- Repite este proceso hasta que cada pila contenga cinco masas y tenga una masa de 100g. La carga total es ahora de 700g.
- Completa la Tabla 7.

### Y qué:

Hasta ahora, se ha despreciado el peso de la viga (poniendo a cero las células de carga antes de añadir peso). Cuando sea necesario tener en cuenta el peso de la viga, puede representarse de la siguiente manera.

La carga uniformemente distribuida se reparte uniformemente a lo largo de la viga y puede representarse mediante

una carga puntual situada en su centro, en el centro de la viga en este caso.

Como resultado, las fuerzas de reacción son iguales, como en la primera configuración y por lo tanto  $R_1 = R_2$

Tomando momentos alrededor del apoyo derecho :  $R_1 = F \times 200$

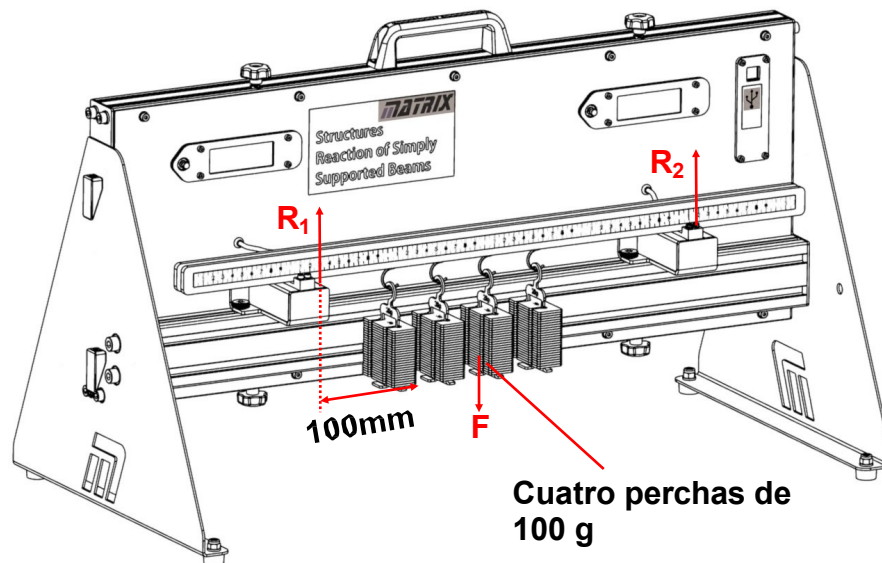
ya que el centro de la viga está a 200mm del apoyo.

### ¡Desafío!

Dibuja el diagrama de cuerpo libre de esta **disposición**.

## Carga uniformemente distribuida desplazada del centro

Te toca a ti:



- Centre la viga en los soportes de la célula de carga como antes.
- Coloque cuatro ganchos "S" en clavijas consecutivas, empezando a 100 mm del soporte izquierdo.
- Pulse los botones "cero" para eliminar el peso de la viga y los ganchos.
- Añade perchas masivas, cada una con un total de 100 g, en cada gancho en forma de "S".
- Registre las lecturas de la célula de carga para  $R_1$  y  $R_2$  en la Tabla 8 del Material para el Alumno.
- Añada masas de 100 g a cada percha y registre en la tabla las fuerzas resultantes  $R_1$  y  $R_2$ .
- Repite este proceso hasta que cada percha tenga una masa de 500 g y completa la Tabla 8.

### Y qué:

Esta investigación muestra lo que ocurre cuando las fuerzas de la UDL actúan como una carga puntual, en el centro de la carga uniformemente distribuida, pero no en el centro de la viga.

Tomando los momentos alrededor del apoyo izquierdo:  $R_2 \times 400 = F \times (100 + 75)$  ya que el UDL se extiende sobre 150mm y actúa como una carga puntual situada en su centro.

Tomando momentos sobre el soporte de la derecha:  $R_1 \times 400 = F \times 225$  ya que el UDL actúa como una carga puntual situada a 225 mm del soporte derecho.

### ¡Desafíos!

- Dibuja el diagrama de cuerpo libre de esta disposición.
- Modifique la disposición para combinar elementos de disposiciones anteriores. Dibuja el diagrama de cuerpo libre de la disposición modificada.
- Utilízalo para calcular los valores esperados de las fuerzas de reacción.
- Compare estos resultados con los valores medidos en las pantallas LCD y comente la comparación.

# Folleto para el alumno

## A. Peso único aplicado en el centro Tabla 1:

<b>A. Carga puntual en el centro</b>				
Carga (g)	Carga F (N)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
100	1			
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

### ¡Desafío!

Diagrama de cuerpo libre para el montaje **A**:

## B. Peso único desplazado del centro Tabla 2:

<b>B. Carga puntual a 100 mm del soporte derecho</b>				
Carga (g)	Carga F (N)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
100	1			
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

C. Un solo peso se mueve a través de la viga Tabla 3:

C. Carga puntual que se desplaza a través de la viga				
Posición	Distancia desde izquierda (mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
1	-100			
2	-50			
3	0			
4	50			
5	100			
6	150			
7	200			
8	250			
9	300			
10	350			
11	400			
12	450			
13	500			

## D. Dos pesos

Tabla 4:

<b>D. Cargas puntuales a 100 mm y 250 mm del soporte derecho</b>						
Carga 1 (g)	Carga 2 (g)	Carga $F_1$ (N)	Carga $F_2$ (N)	$R_1$ (N)	$R_2$ (N)	$R + R_{12}$ (N)
100	100	1	1			
200	200	2	2			
300	300	3	3			
400	400	4	4			
500	500	5	5			

### ¡Desafío!

Diagrama de cuerpo libre para el montaje **D**:

Tabla 4:

<b>D. Cargas puntuales a 100 mm y 250 mm del soporte derecho</b>						
Carga 1 (g)	Carga 2 (g)	Carga $F_1$ (N)	Carga $F_2$ (N)	$R_1$ (N)	$R_2$ (N)	$R + R_{12}$ (N)

Tabla 5:

<b>D. Cargas puntuales en ..... mm y...mm del soporte derecho</b>						
Carga 1 (g)	Carga 2 (g)	Carga $F_1$ (N)	Carga $F_2$ (N)	$R_1$ (N)	$R_2$ (N)	$R + R_{12}$ (N)

Cuando coloque las perchas fuera de los soportes:

.....

.....

.....

## E. Carga uniformemente distribuida

en el centro Tabla 7:

E. UDL en el centro				
Carga total (g)	Carga total F (N)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
140	1.4			
280	2.8			
420	4.2			
560	5.6			
700	7.0			

### ¡Desafío!

Diagrama de cuerpo libre para el montaje E:

## F. Carga uniformemente distribuida

desplazada del centro Tabla 8:

F. UDL descentrado										
Carga <sub>1</sub> (g)	Carga <sub>2</sub> (g)	Carga <sub>3</sub> (g)	Carga <sub>4</sub> (g)	Carga <sub>1</sub> (N)	Carga <sub>2</sub> (N)	Carga <sub>3</sub> (N)	Carga <sub>4</sub> (N)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
100	100	100	100	1	1	1	1			
200	200	200	200	2	2	2	2			
300	300	300	300	3	3	3	3			
400	400	400	400	4	4	4	4			
500	500	500	500	5	5	5	5			

## ¡Desafíos!

Diagrama de cuerpo libre para el montaje **E**:

Diagrama de cuerpo libre para la configuración modificada:

Cálculos para determinar  $R_1$  y  $R_2$  :

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Comenta la comparación con los valores medidos:

.....  
.....  
.....



# Notas para el Instructor

## Sobre este curso

### Introducción

Este módulo permite a los estudiantes investigar los efectos de las fuerzas generadas en estructuras de vigas simples a través de una secuencia estructurada de investigaciones prácticas.

Con el kit, los alumnos completan una serie de hojas de trabajo que se centran en una serie de temas que se encuentran en el BTEC Higher National y cursos equivalentes.

### Objetivo

El curso enseña a los estudiantes las relaciones entre y los efectos de las fuerzas que surgen en estructuras de vigas simples y sus apoyos.

### Conocimientos previos

Se espera que los estudiantes hayan seguido un curso introductorio de ciencias, que les permita tomar, registrar y analizar observaciones científicas y apreciar los errores inherentes a las mismas.

Se requiere cierta capacidad matemática.

### Usando este curso:

Se espera que las hojas de trabajo y el Student Handout se impriman / fotocopien, preferiblemente en color, para uso de los alumnos.

Cada hoja de trabajo incluye:

- una introducción al tema investigado;
- instrucciones paso a paso para la investigación que sigue.

El Student Handout es un registro de las medidas tomadas en cada hoja de trabajo y de las preguntas relacionadas con ellas. Los alumnos no necesitan una copia permanente de las hojas de trabajo, pero sí su propia copia del Student Handout.

Este formato fomenta el autoaprendizaje y permite a los alumnos trabajar al ritmo que mejor se adapte a sus capacidades. Corresponde al profesor comprobar que los alumnos comprenden las fichas a medida que las van completando. Una forma de hacerlo es "firmar" cada hoja de trabajo, a medida que el alumno la completa, y en el proceso tener una breve charla para evaluar la comprensión del alumno de las ideas involucradas en los ejercicios que contiene.

Somos conscientes de que usted, como profesional de la materia, es quien determina cómo y qué aprenden los alumnos. Las hojas de trabajo no pretenden suplantar estos u otros conocimientos de apoyo que decida impartir. Para los expertos en la materia, las "Notas para el instructor" se proporcionan simplemente para revelar el pensamiento que subyace al enfoque adoptado.

Para el personal cuyo conocimiento básico de la materia no pertenezca al ámbito cubierto por el curso, estas notas pueden ser esclarecedoras y orientativas.

### La hora:

Los alumnos tardarán entre tres y cinco horas en completar las fichas. Se espera que se necesite un tiempo similar para apoyar el aprendizaje resultante.

## Objetivos de aprendizaje

Al finalizar con éxito este curso, el alumno será capaz de:

- describir tres aplicaciones que impliquen el uso de vigas;
- enunciar la función de una célula de carga;
- dibujar los símbolos de los apoyos simples, de rodillos y de clavijas;
- calcular el momento de una fuerza dada en torno a un punto situado a una distancia conocida de la fuerza;
- explicar qué se entiende por "*equilibrio*" en términos de las fuerzas que actúan sobre un objeto y sus momentos;
- calcular las fuerzas de reacción de una viga simple de peso conocido en equilibrio sobre dos apoyos;
- dibujar el diagrama de cuerpo libre de un cuerpo sometido a una serie de fuerzas coplanares;
- explicar qué se entiende por *carga uniformemente distribuida (UDL)*;
- Calcular las fuerzas de reacción para una carga uniformemente distribuida en equilibrio sobre dos apoyos;
- comparar los valores calculados y medidos de las fuerzas de reacción y tener en cuenta las posibles diferencias en términos de errores sistemáticos.

Hoja de trabajo	Notas
<p>Introducción</p> <p>Calendario 10 - 20 minutos</p>	<p>Conceptos implicados: célula de carga pantalla LCD soporte simple soporte de rodillos soporte de clavijas fuerza de reacción</p> <p>Los instructores deben ofrecer una guía rápida del equipo, señalando las células de carga, sus botones de reinicio y las pantallas LCD correspondientes.</p> <p>Dependiendo de la experiencia previa de los alumnos, el instructor puede tener que describir la diferencia entre los distintos tipos de apoyo en términos de las fuerzas de reacción que pueden ofrecer.</p>
<p>A</p> <p>Peso único aplicado en el centro</p> <p>Cronometraje 20 - 30 minutos</p>	<p>Conceptos implicados: equilibrio momento de una fuerza diagrama de cuerpo libre</p> <p>Este es un buen momento para distinguir entre diagramas de cuerpo libre (FBD) y diagramas espaciales.</p> <p>El instructor podría dirigir un debate en clase sobre por qué se elimina el peso de la viga descargada al principio de la investigación.</p> <p>Es posible que algunos alumnos necesiten realizar los cálculos descritos en la sección "Y qué". Estos cálculos son fundamentales para el resto del módulo.</p>
<p>B</p> <p>Peso único desplazado del centro</p> <p>Cronometraje 20 - 30 minutos</p>	<p>Se sigue el mismo procedimiento y se utilizan los mismos argumentos que en el apartado anterior, pero para una carga puntual desplazada del centro de la viga.</p>
<p>C</p> <p>Dos pesos</p> <p>Cronometraje 20 - 30 minutos</p>	<p>El procedimiento y los argumentos son los mismos pero para una viga que soporta dos cargas.</p> <p>A continuación, los alumnos realizan sus propias variaciones utilizando diferentes cargas a diferentes distancias. Se puede animar a los grupos más rápidos y capaces a investigar el efecto de tres o más cargas. Un debate en clase podría centrarse en el efecto de colocar las pesas fuera de los soportes.</p>
<p>D Desplazamiento UDL desde el centro</p> <p>Cronometraje 20 - 30 minutos</p>	<p>Conceptos: carga uniformemente distribuida</p> <p>El objetivo es demostrar que el UDL tiene el mismo efecto que una carga puntual en el centro.</p> <p>Este resultado muestra cómo gestionar una viga cuyo peso no puede ignorarse.</p>
<p>E</p> <p>UDL en el centro</p> <p>Cronometraje 20 - 30 minutos</p>	<p>Conceptos implicados: errores sistemáticos y aleatorios</p> <p>Los alumnos investigan el efecto de un UDL colocado descentrado. Parte del plan consiste en calcular las fuerzas de reacción esperadas y comparar los resultados con los valores medidos. Se espera que los resultados sean comparables, pero esto crea un escenario en el que discutir el efecto de los errores en las lecturas, tanto sistemáticos como aleatorios.</p>