

**DEMO 34**

**Ley de Hooke con Dinamómetros**



<b>Autor de la ficha</b>	M. Carmen Martínez Tomás, Roberto Pedrós Esteban, Enric Valor																	
<b>Palabras clave</b>	Mecánica, dinámica, muelles, Ley de Hooke, elasticidad																	
<b>Objetivo</b>	<p>Comprobar la ley de Hooke cuando se alarga un muelle por el efecto de una fuerza (elasticidad por tracción). Determinar cuantitativamente la constante elástica del muelle <math>k</math>.</p> <p>Comprobar que cuando se calibra este desplazamiento, un muelle puede servir como dinamómetro (se pueden medir directamente fuerzas).</p>																	
<b>Material</b>	<p>- Dinamómetros de muelle de diferentes intervalos de medida:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>azul</th> <th>verde</th> <th>marrón</th> <th>rojo</th> <th>blanco</th> <th>amarillo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250 g/ 2.5 N</td> <td>500 g/ 5 N</td> <td>1 kg/ 10 N</td> <td>2 kg/ 20 N</td> <td>3 kg/ 30 N</td> <td>5 kg/ 50 N</td> </tr> </tbody> </table> <p>- Pesas de 50 g, 100 g, 200 g, 500 g y 1 kg.</p>						azul	verde	marrón	rojo	blanco	amarillo	250 g/ 2.5 N	500 g/ 5 N	1 kg/ 10 N	2 kg/ 20 N	3 kg/ 30 N	5 kg/ 50 N
azul	verde	marrón	rojo	blanco	amarillo													
250 g/ 2.5 N	500 g/ 5 N	1 kg/ 10 N	2 kg/ 20 N	3 kg/ 30 N	5 kg/ 50 N													
<b>Tiempo de Montaje</b>	5 minutos																	
<b>Descripción</b>	<p><u>Características de los dinamómetros:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Están calibrados en Newton y en gramos (tomando <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>), por lo que pueden ser usados para medir fuerzas y masas.</li> <li>- Disponen de ajuste de cero.</li> <li>- En la parte superior tienen una cara plana, por lo que pueden ser usados en planos inclinados.</li> </ul> <p><u>Demostración básica:</u> Si estiramos un muelle o suspendemos una pesa de este, observamos que el muelle se alarga. Cuanta más fuerza aplicamos tirando con la mano o mayor es la masa de las pesas, mayor es el alargamiento del muelle. Al eliminar la fuerza o las pesas, el muelle vuelve a su posición inicial porque es elástico. Si adaptamos una regla graduada en milímetros, podemos medir el alargamiento del muelle debido a la fuerza aplicada. Se pueden ir colgando pesas del muelle y comprobar los alargamientos correspondientes. Lo más demostrativo es colgar pesas que cada vez sean mayores en un factor fijo, por ejemplo 2, de manera que se ve fácilmente que el doble de fuerza produce el doble de alargamiento. Es decir, que hay una relación de proporcionalidad entre la fuerza y el alargamiento.</p> <p>Si se cambia el dinamómetro (de muelle) se sigue verificando esta relación, aunque el factor de proporcionalidad entre</p>																	

la fuerza y el alargamiento cambia.

**Principio físico:** La fuerza necesaria para contraer un muelle o alargarlo en un pequeño desplazamiento  $\Delta x$  respecto a la longitud en reposo del muelle, es proporcional a *este*:  $F_x = k \Delta x$ . Esta es la denominada **ley de Hooke**. La constante de proporcionalidad  $k$  es la constante elástica que determina la rigidez del muelle (una  $k$  más grande corresponde a un muelle más fuerte, “duro”, más difícil de deformar). En el equilibrio, el muelle ejerce una fuerza de reacción a la fuerza de estiramiento igual a  $-F_x$ , que es, por tanto, de sentido contrario al desplazamiento del muelle.

Al colgar pesas de diferente masa  $m$  se aplica al dinamómetro una fuerza gravitatoria  $mg$  de valor conocido que en el equilibrio se iguala a la fuerza elástica del muelle  $-k\Delta x$ . Por lo tanto

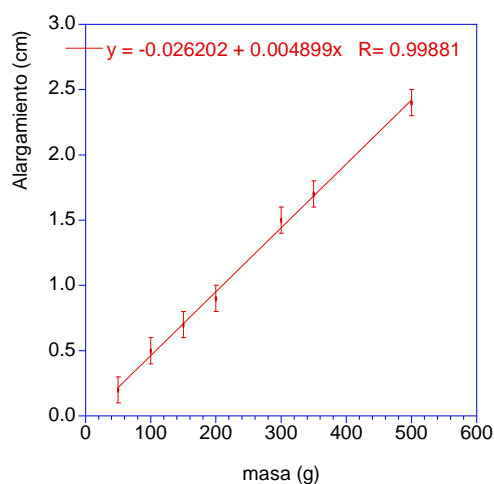
$$\Delta x = (g/k) m \cdot \tag{1}$$

**Realización de medidas con el dinamómetro marrón (10 N) y determinación de la constante elástica  $k$**

Tomamos las pesas y construimos una tabla de masa (en g) y alargamiento producido (en cm). Para conseguir las masas a veces hemos de combinar más de una pesa.

**Tabla 1.** Masa y alargamiento producido en el muelle.

m (masa, g)	$\Delta x$ (alargamiento, cm)
50	0.2
100	0.5
150	0.7
200	0.9
300	1.5
350	1.7
500	2.4



**Fig.1** Alargamiento en función de la masa. Las barras de error indican que el error en la masa (1 g) es bajo en términos relativos, pero el error es alto en el alargamiento (0.1 cm). Afortunadamente no llegan a solaparse los valores.

Si representamos en el eje  $x$  la masa  $m$ , y en el eje  $y$  el alargamiento  $\Delta x$  obtenemos la **figura 1**. Mediante un ajuste por mínimos cuadrados de estos datos, obtenemos la ecuación de la recta  $y = A x + B$ , que representa la relación

$$\Delta x \text{ (cm)} = A m \text{ (g)} + B \tag{2}$$

En base a la ley de Hooke y la relación [1] para el equilibrio de fuerzas,  $A=4.899 \cdot 10^{-3} \text{ cm/g}=4.899 \cdot 10^{-2} \text{ m/kg}$  y  $B=0.026 \text{ cm}$  es de un orden de magnitud inferior a la incertidumbre (de hecho,  $B$  debe ser nula en base a la ley de Hooke). Como  $A = g/k$  se deduce que la constante elástica  $k=g/A=204 \text{ N/m}$ .

El dinamómetro es, en definitiva, un muelle que está ya calibrado usando esta constante de proporcionalidad, de forma que el alargamiento del muelle indica directamente la fuerza en Newton.

**Comentarios y sugerencias**

No estirar demasiado los muelles, porque se pueden deformar y no recuperar su forma original.  
Otras fuerzas que pueden ser medidas:  
 - Fuerzas magnéticas (de atracción entre imanes)  
 - Fuerza que detiene el desplazamiento de un cuerpo sobre un plano inclinado

**Bibliografía**