

Práctica 3

Medida de magnitudes dínamicas mediante un carril de aire

Objetivos

En esta práctica se mide la constante de fuerza asociada a un muelle mediante dos métodos y se comparan los resultados. Posteriormente se estudia el acoplamiento de las constantes de fuerza de dos muelles según estén dispuestos en serie o en paralelo. Finalmente, se mide la aceleración gravitatoria, utilizando un dispositivo experimental basado en el deslizamiento de un cuerpo en un plano inclinado.

Material

- Balanza de masas
- cronómetro
- coche dinámico
- varias masas acoplables al coche (aproximadamente 5)
- muelles (2)
- carril dinámico
- soporte vertical y cinta métrica.

Repaso de teoría

- Plano inclinado.
- Ley de Hooke.

Fundamento teórico

Determinación de la constante de fuerza de un muelle.

Una masa sujeta a un muelle tiene un periodo de oscilación que viene dado por la expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (3.1)$$

donde m es la masa que está oscilando y k , la constante del muelle.

Según la ley de Hooke, la fuerza ejercida por un muelle es proporcional a la elongación de este respecto a su longitud de equilibrio. Matemáticamente, dicha fuerza viene dada por la expresión $|F| = |kx|$, donde k es la constante de proporcionalidad (de recuperación del muelle) y x , la elongación del muelle. La constante k puede ser determinada aplicando diferentes fuerzas al muelle, a fin de obtener un conjunto de elongaciones. Si se representa el módulo de la fuerza frente las x obtenidas, la pendiente de la línea recta resultante es igual a k . Por otra parte, midiendo el periodo de oscilación se puede determinar la constante del muelle a partir de la ecuación (1).

Si una masa se encuentra sujeta a la acción de dos muelles iguales en el mismo sentido, estos pueden estar dispuestos en serie o en paralelo. El conjunto es equivalente a un único muelle con una constante de fuerza que se denomina $k_{efectiva}$. Dependiendo de las maneras en que se combinen los muelles, el valor de la $k_{efectiva}$ estará determinado por una de las siguientes expresiones:

$$k_{efectiva} = k + k = 2k \quad (3.2)$$

$$\frac{1}{k_{efectiva}} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k} = \frac{2}{k} \rightarrow k_{efectiva} = \frac{1}{2} k \quad (3.3)$$

En estas fórmulas k hace referencia a la constante de cada muelle por separado (ambos muelles se consideran iguales y, por lo tanto, tienen aproximadamente la misma constante).

Determinación de la aceleración gravitacional.

Si se sitúa el coche sobre un plano inclinado, este rueda hacia abajo por acción de la gravedad. La componente de la gravedad paralela al plano inclinado es $g \sin \theta$. Por tanto, esta es la aceleración que experimentará el carro si se desprecia el rozamiento (ver figura 1).

Para medir la aceleración del coche, se parte de una situación en la cual el coche se encuentra en reposo y se mide el tiempo t que tarda en recorrer cierta distancia d . Entonces, partiendo de la expresión que determina la distancia recorrida por un cuerpo sometido a una aceleración constante, $d = (\frac{1}{2}at^2)$, se puede obtener la aceleración del móvil sin más que despejarla de dicha expresión. La ecuación resultante es:

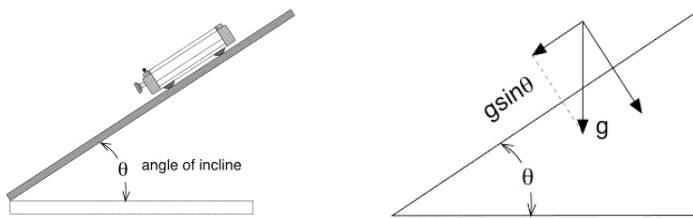
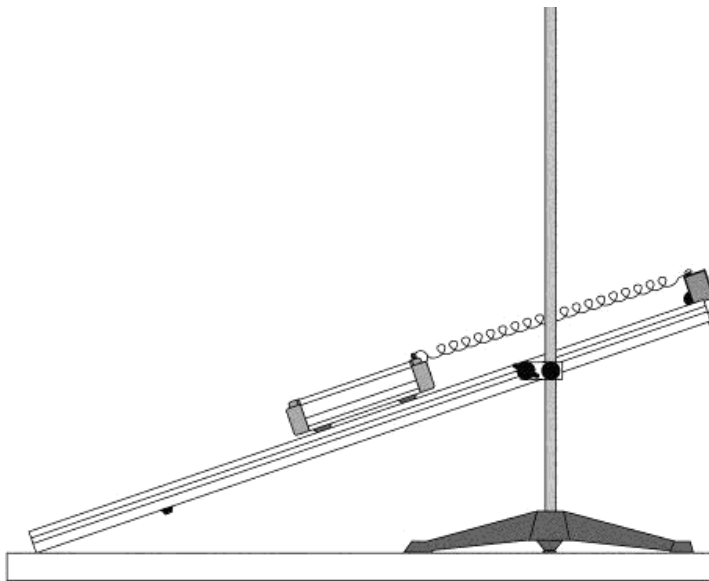
$$a = \frac{2d}{t^2} \quad (3.4)$$

Teniendo en cuenta que $a = g \sin \theta$, una representación de la aceleración del coche frente al seno del ángulo correspondiente, para distintas inclinaciones del plano, se debe ajustar a una recta cuya pendiente es la aceleración gravitacional, g .

Método operatorio

1. Oscilaciones sobre el plano inclinado

- a) Primeramente, medid con la balanza la masa del coche.
- b) Se monta el equipo según la figura 2.
Se fija el muelle a un extremo del coche y a un extremo del carril y se inclina éste último.
Es recomendable que el ángulo de inclinación del carril sea grande (que la altura del extremo del carril sea de unos 40 cm).
Verificad que el coche esté correctamente situado en el carril.

**Figura 1****Figura 2**

- c) Poned a oscilar el muelle, para ello desplazar el coche (sin masa añadida) una cierta distancia hacia arriba por el carril y dejarlo en libertad.
La elección de esta distancia, que sería la amplitud inicial de las oscilaciones, se hace teniendo en cuenta que tiene que ser lo suficientemente grande para que se puedan contar 3 oscilaciones y lo

suficientemente pequeña para que al desplazar el coche hacia arriba no se desenganche el muelle.

- Medid el tiempo que invierte en realizar tres ciclos completos.
- Repetid esta medida cinco veces como mínimo.
- Calculad la media del tiempo (y su error) para las cinco medidas y a partir de ese resultado
- obtened el período (y su error) de ese movimiento oscilatorio.
- Expresar los resultados por medio de una tabla similar a la siguiente:

Tabla 2:

(Tiempo para tres oscilaciones)						
Medida 1	2	3	4	5	Media	Período

Cuestión:

¿Cambiaría ese período si variamos el ángulo del plano inclinado?

- d) Utilizando la ecuación (1), determinad el valor de la constante k y su error.

2. Muelles en serie y en paralelo

- a) Manteniendo el carril con el mismo ángulo de inclinación que en el apartado anterior, añadid un segundo muelle en **SERIE** con el primero, según se muestra en la figura 3.
- Como en el apartado c) del punto 1), desplazad el coche del equilibrio una cierta distancia y dejarlo en libertad.
 - Medid el tiempo que invierte en realizar tres ciclos completos. Repetir esta medida cinco veces.
 - Calcular el período medio.
 - Usando el período y la masa del coche, calculad la constante efectiva y su error, asociada al conjunto de los muelles por medio de la ecuación (1).
- b) Disponed los dos muelles en **PARALELO**, como se muestra en la figura 4, y repetid los pasos del apartado anterior. Utilizando los datos de los apartados anteriores, completad una tabla de la forma:

Tabla 3:

Muelles	Medida 1	2	3	4	5	Media	Período	$k \pm \Delta k$
Uno:								
Serie:								
Paralelo:								

- c) ▪ Comparad la $k_{efectiva}$ de las dos disposiciones de muelles con la constante de fuerza asociada a un sólo muelle (k).
- Comparad con las expresiones (2) y (3) del fundamento teórico y asignar la válida en cada caso.

3. Aceleración en un plano inclinado

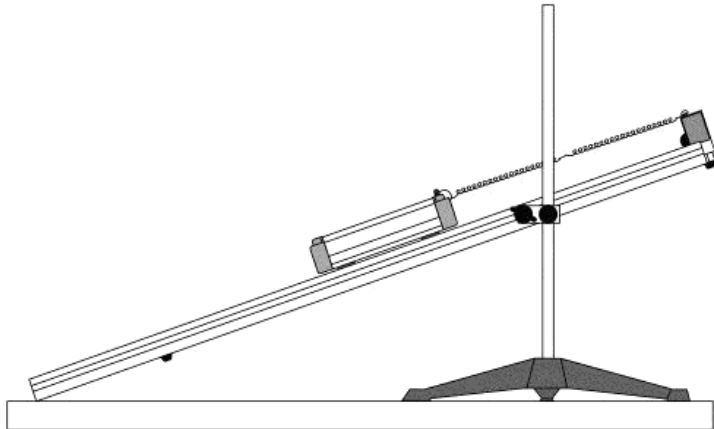
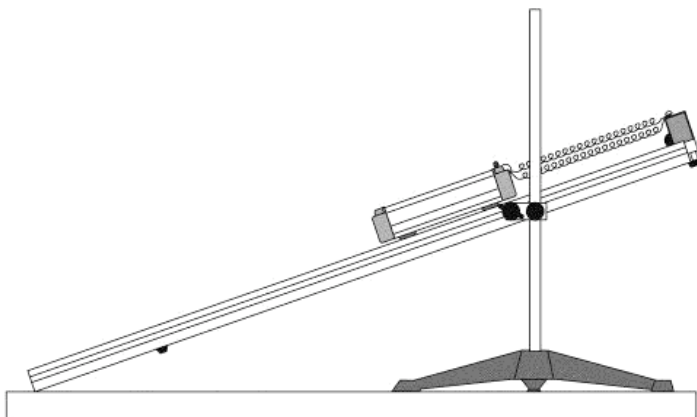
**Figura 3****Figura 4**

Tabla 3:

Muelles	Medida 1	2	3	4	5	Media	Período	$k \pm \Delta k$
Uno:								
Serie:								
Paralelo:								

- a)
- Inclínalo de forma que la altura del extremo elevado sea de 10 cm. (figura 5).
 - Calcular el valor de $\sin \theta$.
 - Para determinar el seno del ángulo de inclinación, $\sin \theta$, mide la longitud del carril y la altura a la que se encuentra el extremo de este en cada caso y utiliza la relación trigonométrica correspondiente.

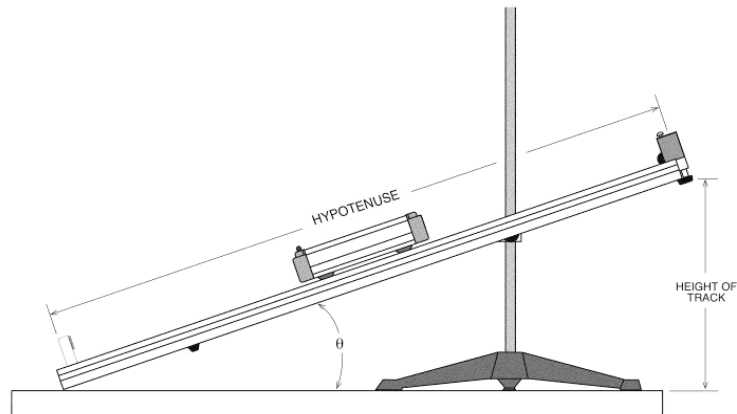


Figura 5

- Colocad el coche sobre el carril y llevadlo hasta el extremo más elevado.
 - Anotad la posición inicial desde la que el coche va a comenzar el movimiento.
 - Llevad el coche ahora al extremo opuesto, el más bajo, y anotad la posición final del coche. De esta forma, se obtiene la distancia total que va a recorrer el coche desde un extremo del carril al otro (d).
- b)
- Dejad el coche en libertad partiendo del reposo y medid con el cronómetro el tiempo invertido en recorrer todo el trayecto. La persona que suelta el coche deberá usar el cronómetro.
 - Repetid esta medida 4 veces, intercambiándose en la tarea de cronometrar.
 - Bajad el extremo del carril 1 cm y repetid las medidas anteriores, determinando en cada caso el valor del $\sin(\theta)$.
 - Seguid realizando medidas de este tipo disminuyendo 1 cm la altura del extremo del carril en cada paso hasta un total de 7 ángulos, completando una tabla de tiempos de la forma siguiente:

Tabla 4:

	10cm	9cm	8cm	7cm	6cm	5cm	4cm
Medida 1:							
Medida 2:							
Medida 3:							
Medida 4:							
Media:							

(Se pueden coger otros valores para la altura del extremo del carril, siempre que abarquen aproximadamente un intervalo semejante)

- Calculad el tiempo medio (t) para cada ángulo

- Determinad las aceleraciones correspondientes a cada inclinación, utilizando la fórmula (4).
- Completad una tabla de la forma:

Tabla 5:

Altura (cm)	Aceleración(cm/sg ²)	sen θ
-------------	----------------------------------	--------------

Para los valores de la aceleración, no es necesario determinar el error. Para determinar el número cifras que se ponen, haced una estimación a ojo. Para ello, tened en cuenta el número de cifras que tienen los valores a partir de los cuales se determina la aceleración.

c) Utilizando el ordenador

- representad gráficamente los puntos experimentales obtenidos de la aceleración frente a $\sin \theta$
- haced la correspondiente regresión lineal.
El valor de la pendiente obtenida debe ser igual a g .
- Comparad el valor de g obtenido con el valor teórico.

Cuestiones:

- Existe un error en las medidas, debido al tiempo de reacción de la persona que cronometra. Explicar como depende con el ángulo de inclinación.
- Si se dobla la masa del coche, cómo se ven afectados los resultados? Hacer una prueba.

Ejercicios Previos

1. Teniendo en cuenta la ecuación (1), determinar explícitamente la expresión de Δk en función de los errores de m y T .

