

# Determinación de la constante elástica de un resorte El título debe ser representativo del contenido del trabajo, no debe ser TP N°1

Ariel Kleiman, Alejandro Pardo Pintos, Ariel Berardino y Lorena Pereyra Gualda

*Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires*

## Resumen

En el resumen de un trabajo se describe brevemente, sin dar detalles, de qué se trata el trabajo. Cuál fue el objetivo, qué se hizo, cómo se hizo, es decir qué técnicas se utilizaron, y cuáles fueron los resultados más relevantes. Necesariamente se repite información que se da en el resto del informe. Si bien es la primera sección, el resumen se escribe una vez terminado el resto del informe. Para confeccionarlo pueden tomarse algunas frases de otras secciones.

En este trabajo se determinó la constante elástica de un resorte mediante un método estático que consistió en medir el estiramiento del resorte al colgar del mismo distintas masas. A partir de la relación lineal observada entre las magnitudes, mediante un ajuste por cuadrados mínimos se obtuvo para la constante elástica un valor de  $(30,0 \pm 0,5)$  N/m.

## Introducción

Más allá de que el resumen va primero, la introducción es la primera sección propiamente del trabajo. Lo mencionado en el resumen no debe considerarse como ya mencionado o explicado a la hora de escribir el resto del informe. De hecho, como se dijo antes, el resto del informe debe escribirse antes que el resumen.

En la introducción, en un trabajo de investigación, se expone la motivación del trabajo y se hace una reseña de los antecedentes en el tema. También se incluye una breve explicación de los modelos teóricos presentando las ecuaciones relevantes, que deben numerarse para futuras referencias. Deben definirse todos los símbolos empleados. Finalmente, se presentan los objetivos del trabajo.

Cuando un resorte se estira en régimen elástico experimenta una fuerza elástica ( $F_{el}$ ) restitutiva que, según la ley de Hooke [1], es proporcional al estiramiento. Considerando el módulo de la fuerza, esta ley puede escribirse como:

$$F_{el} = k(l - l_0) \quad (1)$$

donde  $k$  es la constante elástica del resorte,  $l$  su longitud y  $l_0$  su longitud natural. Cuando el resorte se halla en posición vertical y se cuelga del mismo un cuerpo de masa  $m$ , en la posición de equilibrio la fuerza elástica es igual en módulo al peso del cuerpo colgado:

$$F_{el} = mg \quad (2)$$

siendo  $g$  la aceleración gravitatoria. Igualando las ecuaciones (1) y (2), y despejando la longitud, se llega a la ecuación:

$$l = \frac{g}{k} m + l_0 \quad (3)$$

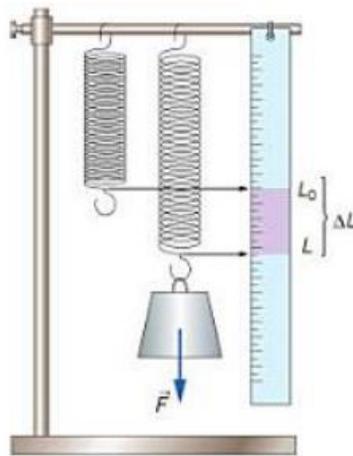
que plantea una relación lineal entre la longitud del resorte y la masa del cuerpo colgado del mismo en situación estática.

En este trabajo se planteó analizar el estiramiento de un resorte en función de la masa colgada con el objetivo de determinar, a partir de la relación entre estas magnitudes, la constante elástica del resorte.

### Procedimiento experimental

En esta sección se describe en detalle la configuración experimental y los dispositivos utilizados, así como los aspectos relevantes de la metodología empleada en las mediciones. Se deben especificar también las características de los instrumentos de medición (apreciación, rango de medición). Se recomienda presentar figuras con esquemas de los dispositivos empleados, puesto que facilitan tanto la descripción para el autor como la comprensión para el lector. La descripción debe ser detallada al nivel que una persona que no conozca o no haya visto el experimento sea capaz de reproducirlo.

Se colgó un resorte dispuesto verticalmente, fijando su extremo superior a un soporte como se muestra en la figura 1. En el extremo libre (inferior) del resorte se colgaron sucesivamente 10 masas distintas en el rango 0,1 – 1 kg. Las masas fueron determinadas mediante su pesaje en una balanza digital de apreciación 0,01 g. Para sujetar las pesas se empleó un porta-pesas; en cada caso se midió la masa del conjunto pesa + porta-pesas. Una vez colgada cada masa, se la dejó descansar en su posición de equilibrio, y se midió la longitud del resorte con una cinta métrica milimetrada. Debido a dificultades en la determinación de la longitud provocadas por vibraciones en el resorte, para estas mediciones el error fue estimado en 0,005 m. La longitud natural del resorte se determinó en  $(0,352 \pm 0,005)$  m.



**Figura 1.** Esquema del dispositivo experimental. Todas las figuras y tablas deben ir numeradas, deben tener epígrafe, y deben presentarse y describirse/comentarse en el texto principal.

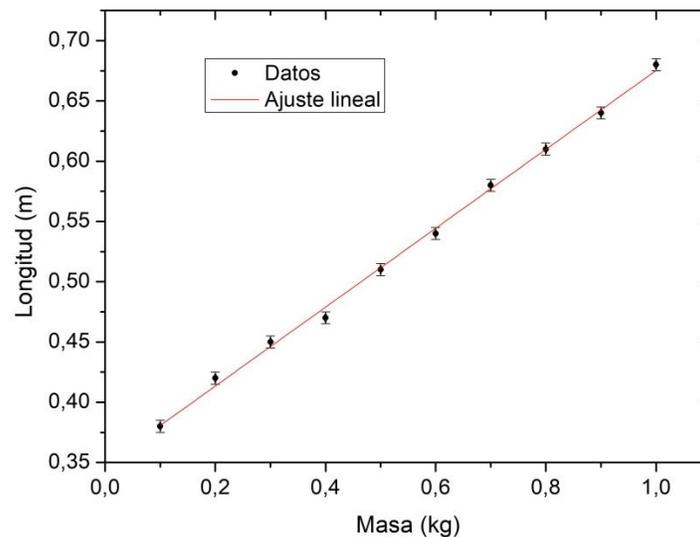
## Resultados y discusión

En esta sección se presentan los resultados obtenidos, ya sea en gráficos (figuras) o tablas, o directamente en el texto. En cualquier caso, esta sección, al igual que las demás, se presenta siempre con un texto principal desde el cual se presentan y comentan las figuras y tablas, que deben ser numeradas y mencionadas por su número. Se describe también la forma en que fueron evaluadas las incertezas y en que fueron obtenidos los resultados.

Cuando se estudia la relación funcional entre dos magnitudes conviene presentar los resultados en gráficos, ya que permiten visualizar la dependencia entre las magnitudes de manera más directa que las tablas. Cuando se presenta un único resultado para una determinada magnitud o parámetro, puede hacerse directamente en el texto. Puede usarse una tabla si, por ejemplo, se determina el valor de la magnitud varias veces para distintas condiciones o por distintas técnicas.

Aquí también se interpretan y discuten los resultados, se comparan con los modelos planteados en la introducción y/o se propone un nuevo modelo. Esto puede hacerse a medida que se presenta cada resultado, figura o tabla y/o de forma global al final de la sección. Algunas veces puede ser conveniente separar en dos secciones distintas “Resultados” y “Discusión”.

Los resultados obtenidos para la longitud del resorte en función de la masa colgada en equilibrio se encuentran graficados en la figura 2. Puede observarse que entre ambas magnitudes se mantiene una dependencia lineal en todo el rango de masas analizado, tal como plantea la ecuación (3). Debido a esta relación observada en los datos, se realizó un ajuste lineal por cuadrados mínimos, que también se muestra en la figura 2. Para esto se tuvo en cuenta que las incertezas en las determinaciones de las masas resultaron despreciables respecto a las de las longitudes, puesto que el método de cuadrados mínimos no tiene en cuenta los errores en la magnitud graficada en el eje de las abscisas.



**Figura 2.** Longitud del resorte en función de la masa colgada del mismo en situación estática, en equilibrio. Todas las figuras y tablas deben ir numeradas, deben tener epígrafe, y deben presentarse y describirse/comentarse en el texto principal. Los gráficos van numerados como “figuras”. Debe indicarse en cada eje la magnitud que se grafica y su respectiva unidad.

Del ajuste lineal se obtuvo  $(0,327 \pm 0,005)$  m/kg para la pendiente y  $(0,348 \pm 0,003)$  m para la ordenada al origen. En la ecuación (3) puede verse que a partir de la pendiente puede obtenerse el valor de la constante elástica del resorte. Considerando la aceleración gravitatoria  $g = (9,80 \pm 0,02)$  m/s<sup>2</sup> [2] se obtuvo:

$$k = (30,0 \pm 0,5) \text{ N/m}$$

El cálculo del error puede verse detallado en el apéndice. Por otro lado, en la ecuación (3) puede verse también que la ordenada al origen corresponde a la longitud natural del resorte, y el resultado obtenido del ajuste coincide dentro del intervalo con el valor medido de forma directa.

Notar que no es necesario incluir una tabla con los resultados para cada masa y cada longitud, puesto que esa información ya está incluida en el gráfico de la figura 2. Si, por ejemplo, se hubiese calculado la constante elástica por distintos métodos, los resultados podrían incluirse en una tabla en lugar de ponerlos en el texto principal. Por ejemplo:

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos para la constante elástica a partir de distintos métodos. Puede observarse que el método 1 es el más preciso y que los resultados obtenidos por los métodos 1 y 2 coinciden dentro del intervalo del error. El resultado obtenido por el método 3 presenta diferencias significativas con los otros resultados.

Método	$k$ (N/m)
1	$30,0 \pm 0,5$
2	$29,8 \pm 0,8$
3	$32,3 \pm 0,6$

**Tabla 1.** Constante elástica del resorte obtenida por distintos métodos.

## Conclusiones

En esta sección se discute cómo, a partir de los resultados, se demuestra lo que se planteó como objetivo del trabajo. Se pueden volver a mencionar resultados y aspectos importantes discutidos en secciones anteriores, pero no deben incluirse resultados nuevos. También se suelen mencionar perspectivas a futuro y/o interrogantes abiertos. En este caso, pueden plantearse alternativas que permitirían mejorar distintos aspectos de las prácticas propuestas.

Se midió la longitud del resorte al sujetar distintas masas en equilibrio. En concordancia con el modelo teórico planteado, se observó una relación lineal entre la longitud del resorte y la masa colgada para un amplio rango de masas, lo cual permitió calcular la constante elástica del resorte a partir de un ajuste lineal. En relación al diseño experimental, puede destacarse la dificultad al medir la longitud, debido a la vibración del sistema, que impidió determinar esta magnitud con mayor precisión.

## Apéndice

Los apéndices son secciones complementarias que pueden incluirse o no en los trabajos. En el/los apéndice/s puede incluirse información complementaria que se considera importante pero que no es esencial para entender el trabajo, y que en el cuerpo principal distraería la atención del lector. Por ejemplo, pueden incluirse cálculos auxiliares para llegar a los resultados y/o cálculos de propagación de errores. Los apéndices deben ser citados en el

texto principal y, en caso de haber más de uno, deben diferenciarse como Apéndice A, Apéndice B, etc.

La constante elástica se calculó a partir de la pendiente obtenida en el ajuste lineal ( $p$ ) usando la relación:

$$k = \frac{g}{p} \quad (\text{A.1})$$

Para obtener su error  $\Delta k$  se empleó la fórmula de propagación de errores:

$$\Delta k = \left( \frac{g}{\Delta g} + \frac{p}{\Delta p} \right) k \quad (\text{A.2})$$

donde  $\Delta g$  y  $\Delta p$  son los errores absolutos de  $g$  y  $p$ , respectivamente.

### **Referencias**

[1] Sears & Zemansky, Física Universitaria, Volumen 1, 12da edición, Pearson Educación, México, 2009.

[2] A. Kleiman, A. Pardo Pintos, A. Berardino y L. Pereyra Gualda. Determinación de la aceleración gravitatoria mediante un experimento de caída libre. T.P. N°2, Laboratorio de Mecánica y Termodinámica, 2021.