

Laboratorio: Constante elástica de un resorte

Objetivos generales

- Realizar mediciones en el laboratorio con distintos instrumentos, que permitan encontrar de manera directa e indirecta el valor de ciertas magnitudes, con sus correspondientes errores.
- Aprender teoría de errores, asociados a las mediciones en Física. Utilizar herramientas estadísticas. Familiarizarse con el método de cuadrados mínimos.
- Comparar los resultados experimentales con aquellos predichos teóricamente y esbozar posibles causas y mejoras a futuro en la realización del laboratorio correspondiente.

Objetivos particulares

- Determinar las dimensiones fundamentales de los materiales que van a utilizarse en este experimento, utilizando al menos dos instrumentos de distinta apreciación. Realizar el cálculo de las propiedades de los materiales mediante relaciones matemáticas, como el volumen y la densidad.
- Medir dos magnitudes que se vinculen mediante una ley o relación física, con una dependencia lineal o linealizable entre ellas.

Fundamento teórico

En este experimento se utilizarán nociones de dinámica del cuerpo puntual, vistas previamente en la materia.

En la figura 1 se muestra el diagrama de cuerpo aislado para un cuerpo unido a un resorte, de constante elástica k , suspendido verticalmente. No se tienen en cuenta los rozamientos entre el cuerpo y el aire, ni entre el cuerpo y la pared, y el movimiento del resorte se supone únicamente vertical (en la dirección Y).

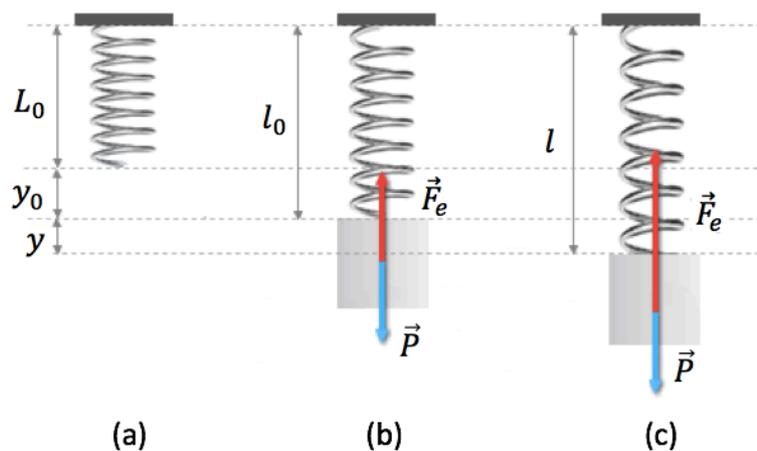


Figura 1. Representación esquemática de un cuerpo suspendido verticalmente del extremo de un resorte.

En la situación (a) planteada en la figura, el resorte se coloca en posición vertical y se sostiene del extremo superior, en equilibrio. En dicho caso, el resorte tendrá una longitud natural L_0 . Si luego, en la situación (b), se engancha un cuerpo de peso \vec{P} en el extremo inferior y el sistema alcanza el equilibrio nuevamente, con una longitud $l_0 = L_0 + y_0$, la sumatoria de fuerzas correspondientes a la segunda ley de Newton resulta:

$$\vec{F}_e - \vec{P} = 0 \quad (1)$$

que considerando las componentes resulta

$$ky_0 - P = 0 \quad (2)$$

Ahora bien, si se cambia el peso colocado en el extremo, de la ecuación (2) se obtiene, para cualquier masa m_i , una deformación de equilibrio:

$$y_i = \frac{g}{k} m_i \quad (3)$$

Esta ecuación permite determinar de manera experimental la constante elástica del resorte por un *método estático*.

Para la situación de la figura 1 planteada en (c), el resorte se aparta voluntariamente de su posición de equilibrio y la fuerza elástica hará que la masa suspendida comience a oscilar, realizando un movimiento armónico simple (MAS) en torno a la posición de equilibrio dada por (3).

Recordando que para un resorte que realiza un MAS el período de oscilación viene dado por:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (4)$$

puede determinarse la constante elástica del resorte mediante un *método dinámico*, conociendo el período de oscilación resultante en función de las masas colocadas en el extremo del resorte. Esto es:

$$T_i = 2\pi \sqrt{\frac{m_i}{k}} \quad (5)$$

Elevando ambos términos al cuadrado, se obtiene una relación lineal entre el cuadrado del período de oscilación y la masa suspendida m_i .

$$T_i^2 = 4\pi^2 \frac{m_i}{k} \quad (6)$$

Observación: Si bien debería considerarse la masa de resorte que contribuye a la oscilación, por no tratarse de un cuerpo puntual, en este trabajo se omitirá dicha contribución.

Materiales y montaje experimental

Resorte	Regla metálica
Canasta porta-peso	Calibre
Esferas metálicas	Tornillo micrométrico
Cronómetros	Balanzas

Se espera que en el laboratorio puedan montar el experimento tal como lo muestra la figura 2. Un resorte se colocará de la pared, con una regla metálica detrás y una canasta en su extremo inferior. En la misma se podrán ingresar esferas metálicas, de una en una, logrando diferentes deformaciones de equilibrio y períodos de oscilación del sistema canasta + esferas. La presencia de la regla facilitará la medida de la deformación

en función de la masa agregada y el período se determinará con cronómetro, eligiendo arbitrariamente un instante de inicio y finalización del ciclo. Se deberá controlar que el sistema canasta-resorte no se toque la pared en cada oscilación, dado que se consideran despreciables en la teoría los rozamientos existentes.

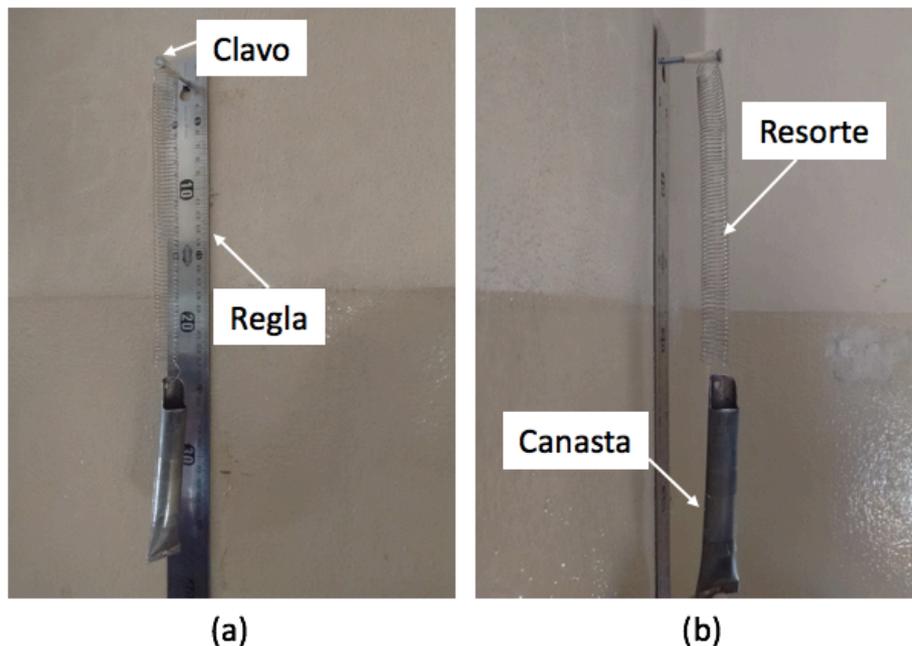


Figura 2. Foto de la representación esquemática del sistema para determinar la constante elástica. En (b) puede verse lateralmente la separación entre el resorte y la canasta y la pared.

Procedimiento experimental

Mediciones directas

En relación a las dimensiones de las esferas:

- Se medirá el diámetro de las esferas, con por lo menos dos instrumentos apropiados: calibre, tornillo micrométrico y/o cinta métrica (se puede utilizar regla milimetrada).
- Se utilizarán las balanzas disponibles para determinar sus masas.

- Para una dada masa incorporada en la canasta, se medirá el tiempo de una oscilación con un cronómetro, al menos 5 veces.

Mediciones indirectas

A partir de las mediciones registradas anteriormente se calculará el volumen y la densidad de una de las esferas. Luego se utilizará la teoría de propagación de errores para determinar la incertidumbre que tendrán dichos valores.

Para el mismo valor de masa que se determinó el período de oscilación en forma directa, se registrará en esta ocasión el tiempo que transcurre mientras el sistema realiza 10 oscilaciones consecutivas para luego obtener el período, y su error, de manera indirecta.

Teoría estadística

Para la canasta con 6 esferas en su interior se registrará, al menos 50 veces, el tiempo que tarda en realizar un ciclo de forma manual (con el uso de un cronómetro). Esto es, deberán realizar 50 mediciones (por lo menos) de 1 vez el período de oscilación de la canasta.

Método de cuadrados mínimos

Con el fin de poder realizar un análisis entre dos de las variables del sistema mediante el método de ajuste de cuadrados mínimos, se registrarán en primer lugar la masa agregada a la canasta y la deformación que la misma provoca en el resorte (método estático). Por otro lado, para cada valor de masa agregada se registrará el tiempo de 10 oscilaciones consecutivas para luego calcular el periodo correspondiente (método dinámico). Esto se repetirá para, al menos, 6 esferas incorporadas a la canasta. Con este análisis, a partir del uso de las relaciones obtenida en la ecuaciones (3) y (6), se espera determinar de manera alternativa la constante elástica del resorte, mediante un método estático y uno dinámico.

Resultados

En esta sección se esperará que sean indicados los resultados obtenidos de las mediciones directas e indirectas, expresándolos de forma correcta (valor medio, su incertidumbre asociada, cifras significativas y sus unidades). Los cálculos realizados para la obtención de los errores por propagación, deberán figurar en un Anexo, al final del informe.

De las mediciones realizadas para desarrollar la teoría estadística, se espera que muestren el valor promedio obtenido para el período de oscilación de la canasta, el desvío estándar, el histograma correspondiente y la curva de Gauss *sobre* el mismo. La tabla con los valores experimentales deberá ser incluida en el Anexo.

Deberá indicarse claramente el valor experimental obtenido para la constante elástica del resorte, con el error propio del método correspondiente. Se deberá realizar un análisis comparativo de los valores obtenidos por el método estático y el dinámico. Los datos obtenidos en el laboratorio deberán formar parte del anexo, así como también todos los cálculos auxiliares que consideren relevantes.

Conclusiones

En esta sección se incluirá un resumen de lo realizado en el laboratorio junto con los resultados principales obtenidos. Se deberá mencionar si lo obtenido experimentalmente se corresponde con lo esperado y las mejoras que se proponen a futuro.

Anexo

Toda la información complementaria deberá ser incluida en esta sección, a fin de poder reproducir los resultados informados.

Informe

El informe tendrá la estructura en secciones antes detalladas y servirá como material de lectura para quienes quieran reproducir el experimento. Por esta razón, su lectura debe ser fluida y su redacción debe ser realizada pensando en un lector que desconoce el experimento.

Se entregará 1 (un) informe por grupo, donde se incluyan todas las secciones mencionadas anteriormente. La primera entrega, en la fecha preestablecida, se hará por mail. Se les reenviará con las correcciones y deberán entregar en forma impresa la segunda versión, en la fecha indicada. El informe deberá estar aprobado para cursar la materia.