

Fuerzas Dependientes de la Posición

Laboratorio 1

- Fuerza Elástica

Ejemplos

- Fuerza Elástica
- Fuerza Gravitatoria

Ejemplos

- Fuerza Elástica
- Fuerza Gravitatoria
- Fuerza Electrostática

Ejemplos

- Fuerza Elástica
- Fuerza Gravitatoria
- Fuerza Electrostática
- ...

Ejemplos

- Fuerza Elástica
- Fuerza Gravitatoria
- Fuerza Electrostática
- ...

En esta práctica...

Estudiaremos las **Fuerzas Elásticas**

Estructura de la práctica

- 1 Relación entre Fuerza y posición.

Estructura de la práctica

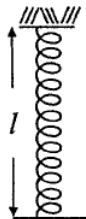
- 1 Relación entre Fuerza y posición.
- 2 Uso del sensor de Fuerza. Calibración

Estructura de la práctica

- 1 Relación entre Fuerza y posición.
- 2 Uso del sensor de Fuerza. Calibración
- 3 Movimiento Armónico de un cuerpo

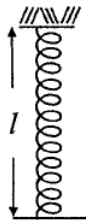
Relación entre Fuerza y Posición

Tenemos un resorte de longitud l



Relación entre Fuerza y Posición

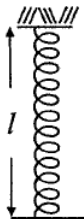
Tenemos un resorte de longitud l



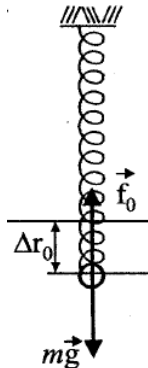
¿Qué pasa cuando colgamos un peso del resorte?

Relación entre Fuerza y Posición

Tenemos un resorte de longitud l

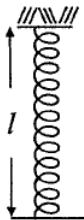


¿Qué pasa cuando colgamos un peso del resorte?

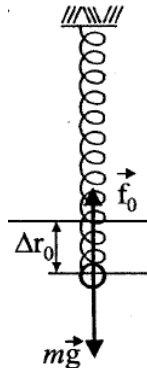


Relación entre Fuerza y Posición

Tenemos un resorte de longitud l



¿Qué pasa cuando colgamos un peso del resorte?



El resorte se elongará hasta alcanzar una posición de equilibrio.

Relación entre Fuerza y Posición

En la posición de equilibrio...

¿Qué pasa con las fuerzas?

Relación entre Fuerza y Posición

En la posición de equilibrio...

¿Qué pasa con las fuerzas?

$$\vec{F}_e = -m\vec{g}$$

Relación entre Fuerza y Posición

En la posición de equilibrio...

¿Qué pasa con las fuerzas?

$$\vec{F}_e = -m\vec{g}$$

Por lo tanto...

EL equilibrio se alcanza cuando la fuerza ejercida por el resorte iguala al peso del cuerpo

Relación entre Fuerza y Posición

Ahora debemos encontrar la relación entre la Fuerza ejercida por el resorte y la elongación del mismo

Relación entre Fuerza y Posición

Pasos a seguir:

- 1 Calibrar el sensor de posición (Como se hizo en el TP4)

Relación entre Fuerza y Posición

Pasos a seguir:

- 1 Calibrar el sensor de posición (Como se hizo en el TP4)
- 2 Montar el resorte con el platillo vacío

Relación entre Fuerza y Posición

Pasos a seguir:

- 1 Calibrar el sensor de posición (Como se hizo en el TP4)
- 2 Montar el resorte con el platillo vacío
- 3 Elegir el rango de variación de las masas de tal forma que la elongación del resorte no supere los 30 cm para evitar la deformación plástica.

Relación entre Fuerza y Posición

Pasos a seguir:

- 1 Calibrar el sensor de posición (Como se hizo en el TP4)
- 2 Montar el resorte con el platillo vacío
- 3 Elegir el rango de variación de las masas de tal forma que la elongación del resorte no supere los 30 cm para evitar la deformación plástica.
- 4 Tomamos 10 masas dentro del rango de masas permitido. Deben pesarse y tener en cuenta la incertidumbre de la balanza

Relación entre Fuerza y Posición

Pasos a seguir:

- 1 Calibrar el sensor de posición (Como se hizo en el TP4)
- 2 Montar el resorte con el platillo vacío
- 3 Elegir el rango de variación de las masas de tal forma que la elongación del resorte no supere los 30 cm para evitar la deformación plástica.
- 4 Tomamos 10 masas dentro del rango de masas permitido. Deben pesarse y tener en cuenta la incertidumbre de la balanza
- 5 Iniciamos la medición con una frecuencia de muestreo baja (aprox 25 Hz) y un tiempo de muestreo aproximadamente 300s

Relación entre Fuerza y Posición

Pasos a seguir:

- 1 Calibrar el sensor de posición (Como se hizo en el TP4)
- 2 Montar el resorte con el platillo vacío
- 3 Elegir el rango de variación de las masas de tal forma que la elongación del resorte no supere los 30 cm para evitar la deformación plástica.
- 4 Tomamos 10 masas dentro del rango de masas permitido. Deben pesarse y tener en cuenta la incertidumbre de la balanza
- 5 Iniciamos la medición con una frecuencia de muestreo baja (aprox 25 Hz) y un tiempo de muestreo aproximadamente 300s
- 6 Sin dejar de medir, en intervalos de 30s colocaremos despacio una de las masas en el platillo.

Relación entre Fuerza y Posición

Pasos a seguir:

- 1 Calibrar el sensor de posición (Como se hizo en el TP4)
- 2 Montar el resorte con el platillo vacío
- 3 Elegir el rango de variación de las masas de tal forma que la elongación del resorte no supere los 30 cm para evitar la deformación plástica.
- 4 Tomamos 10 masas dentro del rango de masas permitido. Deben pesarse y tener en cuenta la incertidumbre de la balanza
- 5 Iniciamos la medición con una frecuencia de muestreo baja (aprox 25 Hz) y un tiempo de muestreo aproximadamente 300s
- 6 Sin dejar de medir, en intervalos de 30s colocaremos despacio una de las masas en el platillo.
- 7 Luego exportamos los datos al Origin para su analisis

Relación entre Fuerza y Posición

A tener en cuenta

Para determinar la incertidumbre en la posición procederemos de la misma forma que en el TP4.
¿Lo recuerdan?

Relación entre Fuerza y Posición

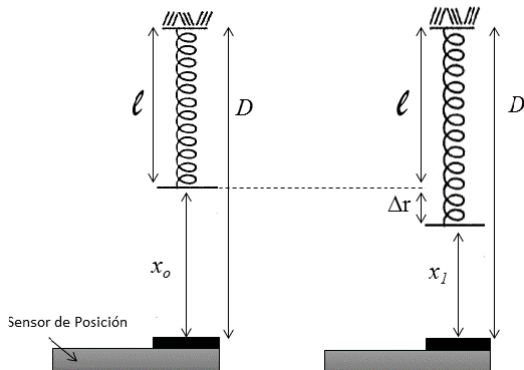
A tener en cuenta

Para determinar la incertidumbre en la posición procederemos de la misma forma que en el TP4.
¿Lo recuerdan?

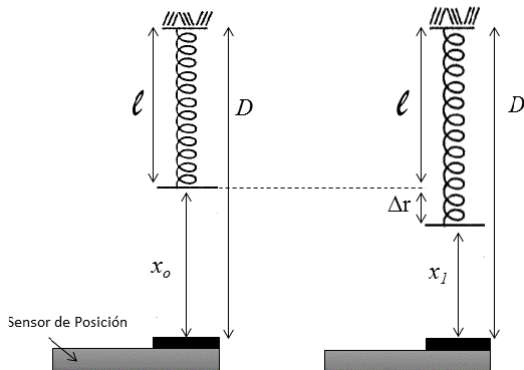
Pregunta

¿La medición de posición que nos da el sensor es realmente la elongación del resorte? ¿Como se relacionan?

Relación entre Fuerza y Posición



Relación entre Fuerza y Posición



Por lo tanto

$$\Delta r = -(x_1 - x_0)$$

Siendo Δr la elongación del resorte, x_1 la distancia **medida** con una masa y x_0 la distancia **medida** sin masa

Relación entre Fuerza y Posición

Con los datos recolectados, debemos graficar el peso en función de la elongación del resorte o viceversa.

¿De que va a depender?
(*Hint: ver TP4*)

Relación entre Fuerza y Posición

Con los datos recolectados, debemos graficar el peso en función de la elongación del resorte o viceversa.

¿De que va a depender?
(*Hint: ver TP4*)

Usando Cuadrados Mínimos debemos obtener la relación entre las variables

Relación entre Fuerza y Posición

Con los datos recolectados, debemos graficar el peso en función de la elongación del resorte o viceversa.

¿De que va a depender?
(*Hint: ver TP4*)

Usando Cuadrados Mínimos debemos obtener la relación entre las variables

A Medir...

Sensor de Fuerza



Figura: Sensor de Fuerza

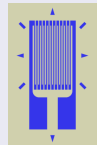
Sensor de Fuerza



Figura: Sensor de Fuerza

Principio de Funcionamiento

El sensor de fuerza funciona midiendo el cambio en la resistencia de pequeñas láminas metálicas cuando son deformadas.



Sensor de Fuerza

Características

Carga máxima Admisible: 5 kg (50 N)

Posee dos rangos seleccionables: ± 10 N y ± 50 N

Resoluciones: 0.01 N (± 10 N) y 0.05 N (± 50 N)

Importante

Antes de comenzar a usarlo, debemos calibrar el sensor

Procedimiento de Calibración (*cont.*)

- Conecte el sensor a la interface **SensorDAQ**

Procedimiento de Calibración (*cont.*)

- Conecte el sensor a la interface **SensorDAQ**
- Abra la solapa **configurar canales**, elija **Seleccionar y modificar archivos de calibración**, luego **Custom 10V** en el canal donde se conectó el sensor de fuerzas. Volvemos a la pantalla de medición.

Procedimiento de Calibración (*cont.*)

- Conecte el sensor a la interface **SensorDAQ**
- Abra la solapa **configurar canales**, elija **Seleccionar y modificar archivos de calibración**, luego **Custom 10V** en el canal donde se conectó el sensor de fuerzas. Volvemos a la pantalla de medición.
- Sin peso colocado en el sensor mida la tensión entregada por el sensor (V_0)

Procedimiento de Calibración (*cont.*)

- Conecte el sensor a la interface **SensorDAQ**
- Abra la solapa **configurar canales**, elija **Seleccionar y modificar archivos de calibración**, luego **Custom 10V** en el canal donde se conectó el sensor de fuerzas. Volvemos a la pantalla de medición.
- Sin peso colocado en el sensor mida la tensión entregada por el sensor (V_0)
- Coloque una masa de aprox. 300 g en el platillo. Mida la tensión entregada por el sensor (V_p)

Procedimiento de Calibración (*cont.*)

- Conecte el sensor a la interface **SensorDAQ**
- Abra la solapa **configurar canales**, elija **Seleccionar y modificar archivos de calibración**, luego **Custom 10V** en el canal donde se conectó el sensor de fuerzas. Volvemos a la pantalla de medición.
- Sin peso colocado en el sensor mida la tensión entregada por el sensor (V_0)
- Coloque una masa de aprox. 300 g en el platillo. Mida la tensión entregada por el sensor (V_p)
- Asumiremos que la relación entre Fuerza y Tensión es lineal de la forma:

$$F = K_0 + K_1 V$$

Procedimiento de Calibración (*cont.*)

- Conecte el sensor a la interface **SensorDAQ**
- Abra la solapa **configurar canales**, elija **Seleccionar y modificar archivos de calibración**, luego **Custom 10V** en el canal donde se conectó el sensor de fuerzas. Volvemos a la pantalla de medición.
- Sin peso colocado en el sensor mida la tensión entregada por el sensor (V_0)
- Coloque una masa de aprox. 300 g en el platillo. Mida la tensión entregada por el sensor (V_p)
- Asumiremos que la relación entre Fuerza y Tensión es lineal de la forma:

$$F = K_0 + K_1 V$$

- Obtenga K_0 y K_1 a partir de V_0 y V_p

Procedimiento de Calibración (*cont.*)

- Con los valores de K_0 y K_1 , abrimos **configurar canales**, luego **Seleccionar y modificar archivos de calibración** y por último **Custom 10V**. En el sector denominado **Equation** debemos reemplazar los valores de K_0 y K_1 y presionamos **Overwrite**

Procedimiento de Calibración (*cont.*)

- Con los valores de K_0 y K_1 , abrimos **configurar canales**, luego **Seleccionar y modificar archivos de calibración** y por último **Custom 10V**. En el sector denominado **Equation** debemos reemplazar los valores de K_0 y K_1 y presionamos **Overwrite**
- Si todo funciona bien, en **Reading** debemos leer el peso que esta colgado del sensor.

Sensor de Fuerza

Una vez realizada la calibración, debemos

- Verificar linealidad del sensor: Debemos medir el peso de las masas que utilizamos en la primera parte de la práctica

Sensor de Fuerza

Una vez realizada la calibración, debemos

- Verificar linealidad del sensor: Debemos medir el peso de las masas que utilizamos en la primera parte de la práctica
- Estimar la incerteza experimental del instrumento: Para cada peso, debemos determinar el desvío estandar y el entorno Máximo-Mínimo

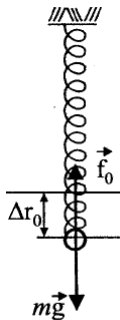
Una vez realizada la calibración, debemos

- Verificar linealidad del sensor: Debemos medir el peso de las masas que utilizamos en la primera parte de la práctica
- Estimar la incerteza experimental del instrumento: Para cada peso, debemos determinar el desvio estandar y el entorno Máximo-Mínimo

A Trabajar...

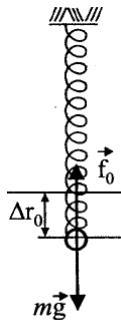
Movimiento Armónico

Hasta ahora trabajamos en equilibrio.



Movimiento Armónico

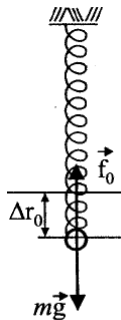
Hasta ahora trabajamos en equilibrio.



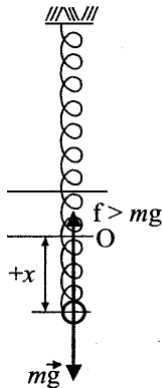
¿Qué pasa si apartamos la masa del equilibrio?

Movimiento Armónico

Hasta ahora trabajamos en equilibrio.



¿Qué pasa si apartamos la masa del equilibrio?



Movimiento Armónico

Fuerza Elástica

$$F = -kx \quad (1)$$

Movimiento Armónico

Fuerza Elástica

$$F = -kx \quad (1)$$

Segunda Ley de Newton

$$F = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

Movimiento Armónico

Fuerza Elástica

$$F = -kx \quad (1)$$

Segunda Ley de Newton

$$F = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

Combinando ambas...

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x \quad (2)$$

Movimiento Armónico

Fuerza Elástica

$$F = -kx \quad (1)$$

Segunda Ley de Newton

$$F = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

Combinando ambas...

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x \quad (2)$$

Solución

$$x(t) = A \cos(\omega t + \psi) \quad (3)$$

Donde A es la amplitud de la oscilación, ω es la frecuencia y ψ es la constante de fase

Movimiento Armónico

Si reemplazamos la solución (3) en la ecuación (2) obtenemos:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Movimiento Armónico

Si reemplazamos la solución (3) en la ecuación (2) obtenemos:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Por lo tanto

La frecuencia de oscilación disminuye al aumentar la masa

Movimiento Armónico

Para llevar a cabo esta última parte de la práctica, implementaremos el siguiente dispositivo

Movimiento Armónico

Mediremos simultaneamente la FUERZA y la POSICIÓN

Movimiento Armónico

Mediremos simultaneamente la FUERZA y la POSICIÓN

Sabiendo que

$$F = -kx$$

OJO!!!: x es el apartamiento de la posición de equilibrio no la posición que uds miden

Movimiento Armónico

Mediremos simultaneamente la FUERZA y la POSICIÓN

Sabiendo que

$$F = -kx$$

OJO!!!: x es el apartamiento de la posición de equilibrio no la posición que uds miden

Podemos

Obtener k a partir del ajuste por **Cuadrados Mínimos**

Movimiento Armónico

Por último...

Tomando dos masas, cuyos valores permitan hacer mediciones distinguibles de la frecuencia podemos verificar si se cumple la relación

Movimiento Armónico

Por último...

Tomando dos masas, cuyos valores permitan hacer mediciones distinguibles de la frecuencia podemos verificar si se cumple la relación

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Movimiento Armónico

Por último...

Tomando dos masas, cuyos valores permitan hacer mediciones distinguibles de la frecuencia podemos verificar si se cumple la relación

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

A Medir...

GRACIAS!!!