

Leyes de Newton

Objetivos

Comprobar la validez de las leyes de Newton mediante el estudio experimental de un problema sencillo de mecánica.

Material

1 Banco neumático SF/DC, 2m:
 1 Soplador con manguera
 1 Deslizadores
 1 Electroimán de retención
 1 Caja de accesorios (pesas, ...)
 1 Contador digital AC7E
 1 Barrera fotoeléctrica 1208

1 Caja de conexiones para banco
 1 Pie 20 cm para varillas 10 mm \varnothing
 1 Varilla 12/10 \varnothing x 500 mm
 1 Nuez tridimensional
 1 Polea de precisión
 1 Fuente de alimentación
 2 Pares de cables de conexión r/n 50 cm

Fundamento teórico

La ecuación de Newton para el movimiento de una partícula puntual de masa m , sometida a una fuerza \vec{F} , viene dada por:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

donde \vec{a} es la aceleración.

Un ejemplo en el que un móvil está sometido a una fuerza constante es el mostrado en la figura 1. Dos objetos, m_1 y m_2 , están unidos mediante un hilo que pasa por una polea de masa despreciable. Nosotros estamos interesados en analizar el movimiento de la masa m_2 sometida a la fuerza F comunicada a través del hilo por el peso de la masa m_1 .

Aplicando la segunda ley de Newton (ecuación 1) al problema de la figura 1, se encuentra que la partícula m_2 está sometida a una fuerza constante :

$$\left. \begin{array}{l} m_1 a = m_1 g - F \\ m_2 a = F \end{array} \right\} \Rightarrow F = m_2 \frac{m_1 g}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

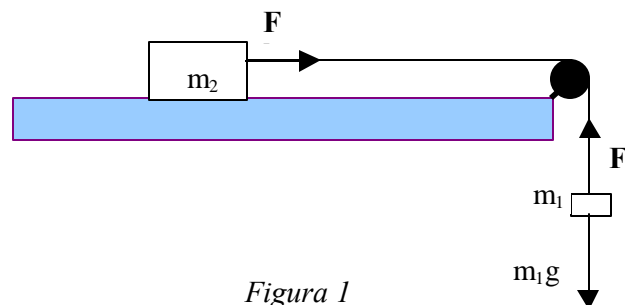


Figura 1

Si m_2 es mucho mayor que m_1 ($m_2 \gg m_1$), la ecuación (2) implica que la fuerza F ejercida sobre la partícula m_2 es aproximadamente igual al peso de m_1 :

$$F = P_1 \quad (3)$$

Por tanto, la segunda ley de Newton aplicada a la partícula m_2 se reduce a

$$a = P_1/m_2 \quad (4)$$

El objetivo de esta práctica es comprobar experimentalmente la validez de (4).

Dispositivo experimental

Para realizar la experiencia mostrada en la figura 1, disponemos de un banco neumático sobre el que puede moverse un objeto (deslizador) de masa m_2 . También disponemos de un dispositivo electrónico que permite efectuar medidas precisas de tiempos.

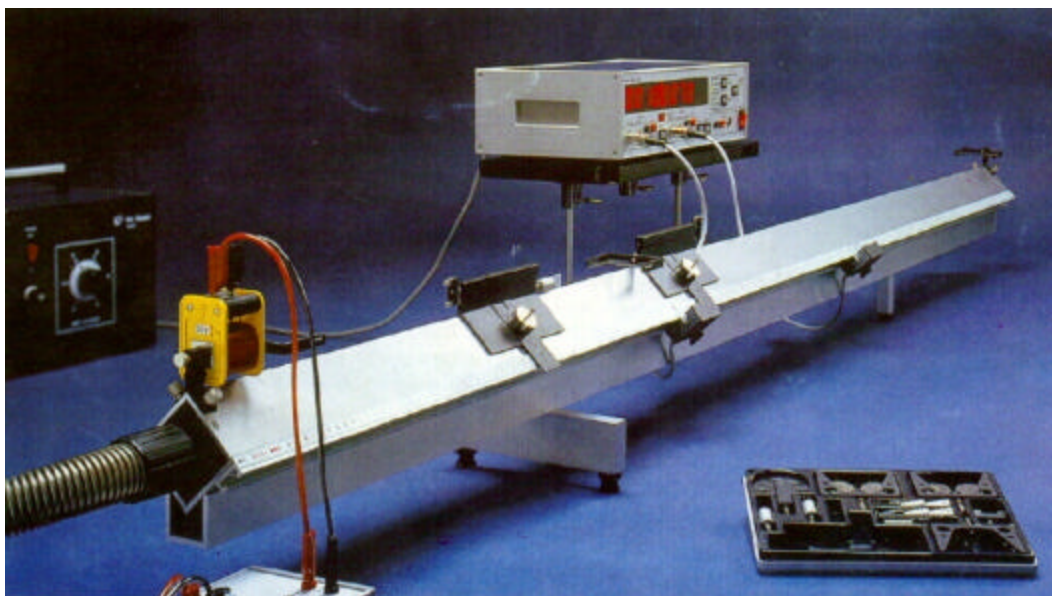


Figura 2

El banco neumático está constituido por una barra metálica hueca de sección triangular, de unos 2 m de longitud (figura 2). La barra posee numerosos orificios pequeños por los que sale el aire inyectado en uno de los extremos del banco, mediante un compresor. Esto produce un “colchón de aire” que permite el deslizamiento, prácticamente sin rozamiento, de un objeto que se ajuste a la forma triangular de la barra. Durante toda la realización de esta práctica, el alumno debe recordar que el ruido del compresor puede resultar molesto para el resto de sus compañeros, por lo que *sólo debe conectarlo el tiempo que sea estrictamente preciso*.

En uno de los extremos de la barra, hay un electroimán alimentado, a través de una caja de conexiones, por una fuente de 8V. Cuando el interruptor de la caja de conexiones está cerrado, dejando pasar la corriente eléctrica, el campo magnético del electroimán impide que el deslizador m_2 pueda moverse. Al cortar la alimentación del electroimán, mediante el interruptor de la caja de conexiones, el deslizador comenzará a moverse desde el reposo por efecto de la fuerza F .

El dispositivo para medir el tiempo empleado por el móvil desde que comienza a moverse hasta que llega a un determinado punto del banco neumático está constituido por un cronómetro electrónico y una barrera fotoeléctrica. Al iniciarse el movimiento del deslizador (desconectando el electroimán de retención), el cronómetro electrónico se pone automáticamente en marcha. Cuando el objeto pasa por la barrera fotoeléctrica, ésta envía una señal que detiene el funcionamiento del cronómetro. Para ello, las clavijas de “comienzo” en el cronómetro deben estar conectadas a las clavijas “taeller” de la caja de conexiones, mientras que las clavijas de “parada” en el cronómetro deben estar conectados a los cables del mismo color de la barrera fotoeléctrica.

Antes de comenzar la práctica, es importante comprobar la horizontalidad del banco neumático. Para ello, conecte el compresor y sitúe el deslizador en el centro de la barra triangular. Ajuste los tornillos del banco hasta conseguir que el deslizador no se mueva.

Teniendo en cuenta que, en esta práctica, el movimiento del deslizador es uniformemente acelerado a partir del reposo, el tiempo t empleado por el deslizador para recorrer una distancia d está relacionado con la aceleración mediante:

$$d = \frac{1}{2} at^2 \quad (5)$$

Método experimental

1. Aceleración en función de la masa acelerada.

En esta primera parte de la práctica, el peso suspendido del hilo (fuerza) permanecerá constante, mientras se varía la masa m_2 del deslizador (figura 1). El objetivo es comprobar que la aceleración adquirida por este último es inversamente proporcional a su masa

- a) Mida la masa del deslizador y del portamasas (o anote los valores indicados en ellos).
- b) Una vez preparado el dispositivo experimental esquematizado en la Figura 1, conecte todos los dispositivos electrónicos. Inicialmente, el deslizador debe estar sujeto por el electroimán a uno de los extremos del banco neumático, mientras que la barrera fotoeléctrica debe estar situada a la mayor distancia permitida por el recorrido del hilo en la caída del portamasas (al que se le ha acoplado una pesa ranurada). *No olvide comprobar la horizontalidad del banco neumático.*
- c) Anote la distancia entre el deslizador y la barrera fotoeléctrica. Ésta permanecerá constante durante toda la práctica.
- d) Con el interruptor de la caja de conexiones, desconecte el electroimán de retención para que el deslizador comience a moverse y el cronómetro comience a funcionar (la potencia del compresor debe estar ajustada a un valor suficientemente alto para eliminar el rozamiento). Anote el tiempo (con su error) empleado por el deslizador hasta llegar a la barrera fotoeléctrica.
- e) Usando (5), calcule la aceleración del deslizador y anote el resultado con su error.

- f) Ponga a cero el cronómetro electrónico y vuelva a unir el deslizador al electroimán. Repita 5 veces más el procedimiento (d)-(e) pero añadiendo en cada caso dos pesas idénticas a cada lado del deslizador. En cada caso, el deslizador tendrá un peso total añadido de 10, 20, 30, 40 y 50 gr.
- g) Represente la gráfica de a en función de $1/m_2$ y encuentre, por mínimos cuadrados, la recta de regresión que mejor se ajusta a los datos experimentales.
- h) Calcular a partir de la pendiente y la ecuación (4), el valor de P_1 y compararlo con el valor medido en la balanza.

Cuestiones

- 1) Indique el método o fórmula empleada para calcular el error de: a y P_1
- 2) De acuerdo con la recta de regresión obtenida experimentalmente, ¿podemos concluir que la aceleración es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre la partícula?. Explicar.
- 3) ¿Es coherente el valor encontrado para la ordenada en el origen de dicha recta, con el valor esperado teóricamente?. Explicar
- 4) ¿Qué sucedería si no se cumple que $m_2 \gg m_1$?

2. Aceleración en función de la fuerza

En esta segunda parte de la práctica, haremos variar el peso P_1 suspendido del hilo (es decir, la fuerza aplicada sobre m_2). En cambio, la masa m_2 del deslizador permanecerá constante (figura 1). El objetivo es comprobar que, de acuerdo con (4), la aceleración adquirida por una partícula de masa m_2 es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre ella.

- a) Repita un procedimiento similar al anterior, salvo que ahora deberá ir añadiendo pesas ranuradas al portamasas suspendido del hilo (por ejemplo, de unos 2, 4, 10 y 15g). El deslizador no debe tener ninguna pesa adicional. Anote en una tabla los distintos valores usados para m_1 , así como los tiempos empleados en cada caso por la masa m_2 en recorrer la distancia d .
- b) Usando (5), calcule en cada caso la aceleración del deslizador.
- c) Represente la gráfica de a en función de P_1 y encuentre, por mínimos cuadrados, la recta de regresión que mejor se ajusta a los datos experimentales.
- d) Calcular a partir de la pendiente y la ecuación (4), el valor de m_2 y compararlo con su valor experimental.

Cuestiones

- 1) De acuerdo con la recta de regresión obtenida experimentalmente, ¿podemos concluir que la aceleración es inversamente proporcional a la masa acelerada?. Explicar.

5) ¿Es coherente el valor encontrado para la ordenada en el origen de dicha recta, con el valor esperado teóricamente?. Explicar.

NOTA: Incluya el detalle de los cálculos efectuados para obtener los distintos resultados experimentales (junto con sus errores) de esta práctica.