

Segunda ley de Newton

Fundamento

La segunda ley de la mecánica de Newton se expresa matemáticamente.

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

El sumatorio se refiere a las fuerzas exteriores. En la práctica, dentro de las fuerzas exteriores que se pueden aplicar al cuerpo también estarán presentes las fuerzas de rozamiento.

Si el sistema mecánico está formado por dos masas enlazadas por una cuerda, como en los casos que estudiaremos, se distinguen las fuerzas exteriores al sistema y las llamadas interiores, en este caso las tensiones de las cuerdas. Si el sistema no se considera ideal habrá también que tener en cuenta las fuerzas de rozamiento e incluso la influencia de la polea.

Las fuerzas interiores no producen efecto en el movimiento del centro de masas del sistema, por lo que a efectos de la aceleración de éste, la influencia vendrá dada por las fuerzas exteriores y las de rozamiento.

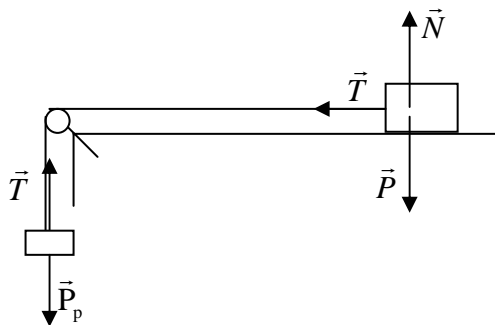
En un **caso ideal**, la polea se considera de momento de inercia despreciable y también las fuerzas de rozamiento, con lo que no es necesario considerar momentos y la ecuación de la dinámica de la rotación, con lo que basta para resolver el problema la expresión matemática de la ley de Newton escrita en la ecuación (1).

En el experimento que hacemos, intentamos compensar las fuerzas de rozamiento dando una pequeña inclinación a la vía respecto de la horizontal y utilizamos una polea de momento de inercia pequeño y con poco rozamiento. Esto nos permitirá que nuestro sistema mecánico se gobierne aproximadamente por la ecuación (1).

Los componentes del sistema mecánico son un vagón de juguete que rueda por una vía, un portapesas y un juego de ocho pesas de *10 gramos* cada una.

En el experimento se coloca primero sobre el portapesas una pesa de *10 gramos* y las siete restantes sobre el vagón. Se hace una fotografía y a partir de ella se determina la aceleración del sistema. Luego se colocan en el portapesas dos pesas de *10 gramos* y las seis restantes sobre el vagón, se fotografía y se determina la aceleración. El procedimiento se repite pasando pesas desde el vagón al portapesas y midiendo la aceleración en cada caso. La masa total del sistema mecánico es constante.

En la figura lateral se muestra un diagrama de las fuerzas.



Las fuerzas exteriores son \vec{P}_p portapesas y pesas, \vec{P} peso del vagón y pesas que lleve encima, \vec{N} es la reacción o fuerza con que la vía empuja al vagón. La suma vectorial de \vec{N} y \vec{P} es nula y las fuerzas interiores (tensiones) no afectan al movimiento general del sistema, por lo que de la ley de Newton:

$$\vec{P}_p = m \cdot \vec{a}$$

\vec{P}_p es la variable que introducimos al cambiar las pesas del vagón al portapesas y \vec{a} es la aceleración que se obtiene en cada caso. Puesto que m es constante, al representar el módulo de P_p frente al de la aceleración a , se debe obtener una línea recta cuya pendiente m es la masa total del sistema.

Fotografías

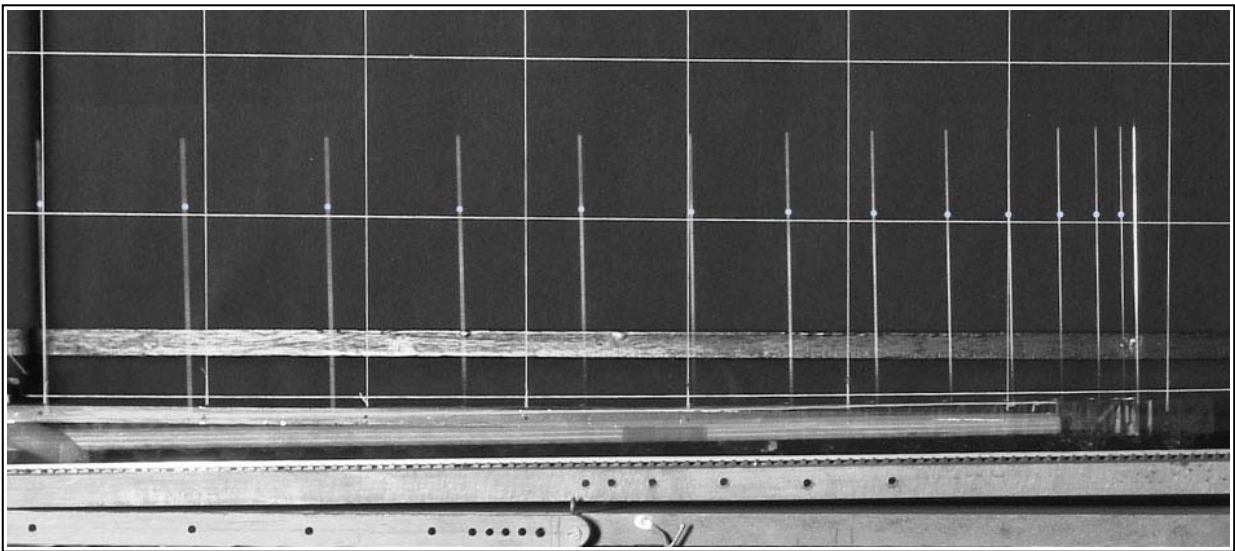
En esta fotografía se observa el dispositivo experimental. El vagón lleva incorporada una varilla metálica delgada que sirve de testigo, para localizar sus distintas posiciones respecto del tiempo.



Primera medida:

Portapesas + 10 g Intervalo entre dos posiciones sucesivas 0,101 s.

Valor real del lado de cada cuadrado del enrejado 0,10 m.



Mediante el enrejado mida los centímetros que hay en la fotografía para una distancia real de 0,70 m y determine el factor de escala.

$$f = \frac{0,70 \text{ m reales}}{\text{_____ cm en la fotografía}}$$

El origen de tiempos y posiciones es la primera varilla situada más a la derecha, que lleva una señal blanca. Complete la Tabla 1 corriendo con el factor las posiciones medidas en la fotografía.

Tabla 1

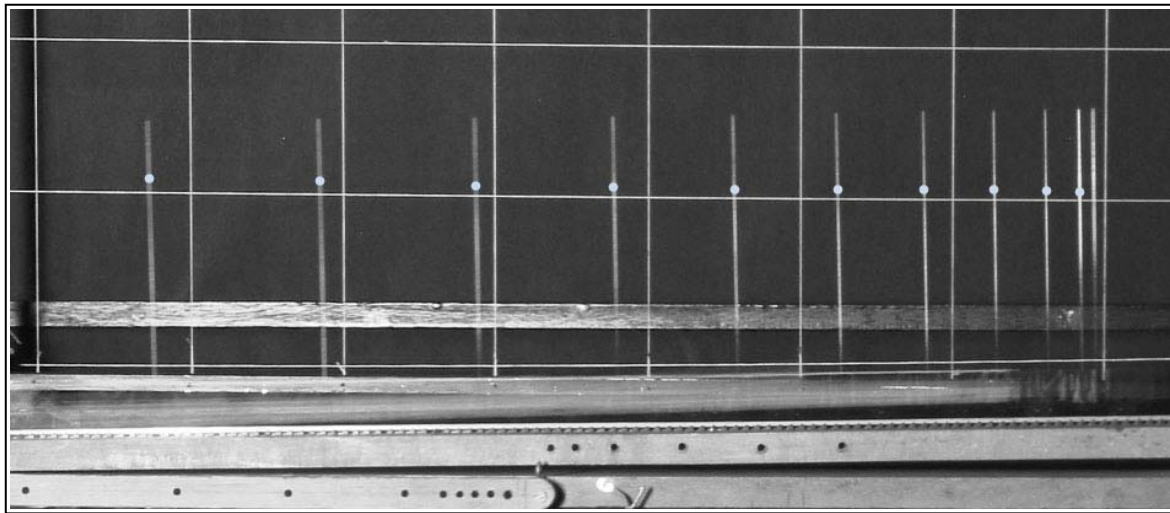
<i>Posiciones en la fotografía en cm</i>												
<i>Tiempo /s</i>												
<i>Posiciones reales en metros</i>												

Con ayuda de la hoja de cálculo dibuje la *gráfica posición-tiempo* y obtenga el valor de la aceleración

$$a_1 =$$

Segunda medida

Portapesas + 20 g, intervalo entre dos posiciones sucesivas 0,101 s.
 Valor real del lado de cada cuadrado del enrejado 0,10 m



Mediante el enrejado mida los centímetros que hay en la fotografía para una distancia real de 0,70 m y determine el factor de escala.

$$f = \frac{0,70 \text{ m reales}}{\text{_____ cm en la fotografía}}$$

El origen de tiempos y posiciones es la primera varilla situada más a la derecha, que lleva una señal blanca. Complete la Tabla 1 corriendo con el factor las posiciones medidas en la fotografía.

Tabla 2

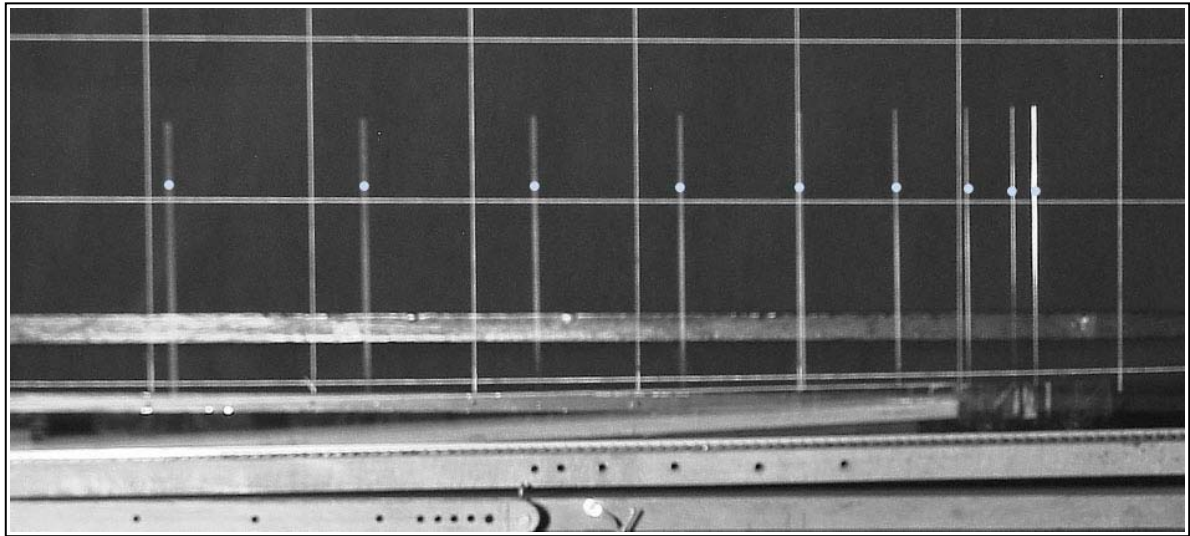
<i>Posiciones en la fotografía en cm</i>													
<i>Tiempo /s</i>													
<i>Posiciones reales en metros</i>													

Con ayuda de la hoja de cálculo dibuje la gráfica posición-tiempo y obtenga el valor de la aceleración

$$a_2 =$$

Tercera medida

Portapesas + 30 g, intervalo entre dos posiciones sucesivas 0,101 s
 Valor real del lado de cada cuadrado del enrejado 0,10 m



Mediante el enrejado mida los centímetros que hay en la fotografía para una distancia real de 0,70 m y determine el factor de escala.

$$f = \frac{0,70 \text{ m reales}}{\text{_____ cm en la fotografía}}$$

El origen de tiempos y posiciones es la primera varilla situada más a la derecha, que lleva una señal blanca. Complete la Tabla 1 corriendo con el factor las posiciones medidas en la fotografía.

Tabla 3

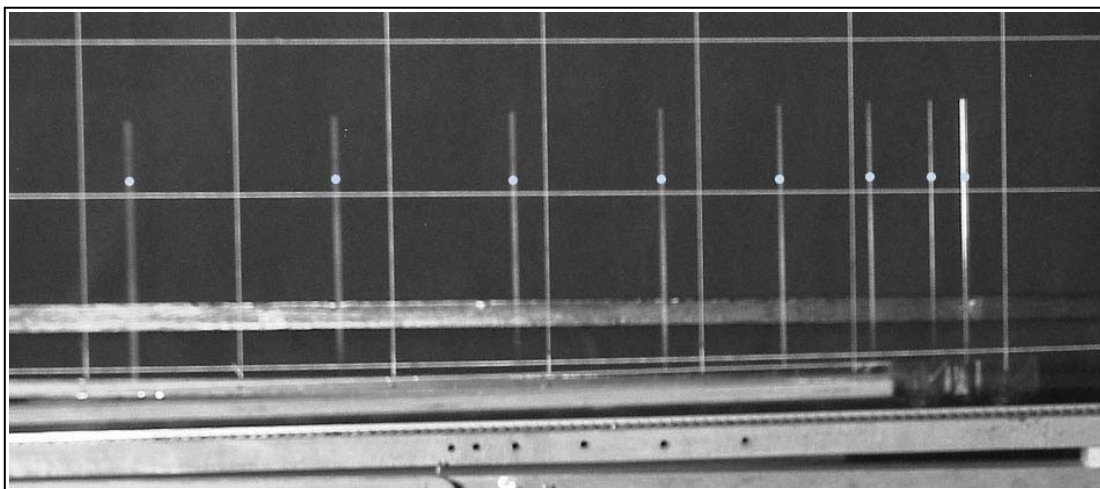
<i>Posiciones en la fotografía en cm</i>													
<i>Tiempo /s</i>													
<i>Posiciones reales en metros</i>													

Con ayuda de la hoja de cálculo dibuje la *gráfica posición-tiempo* y obtenga el valor de la aceleración

$$a_3 =$$

Cuarta medida

Portapesas + 40 g, intervalo entre dos posiciones sucesivas 0,101 s
 Valor real del lado de cada cuadrado del enrejado 0,10 m



Mediante el enrejado mida los centímetros que hay en la fotografía para una distancia real de 0,70 m y determine el factor de escala.

$$f = \frac{0,70 \text{ m reales}}{\text{_____ cm en la fotografía}}$$

El origen de tiempos y posiciones es la primera varilla situada más a la derecha, que lleva una señal blanca. Complete la Tabla 1 corriendo con el factor las posiciones medidas en la fotografía.

Tabla 4

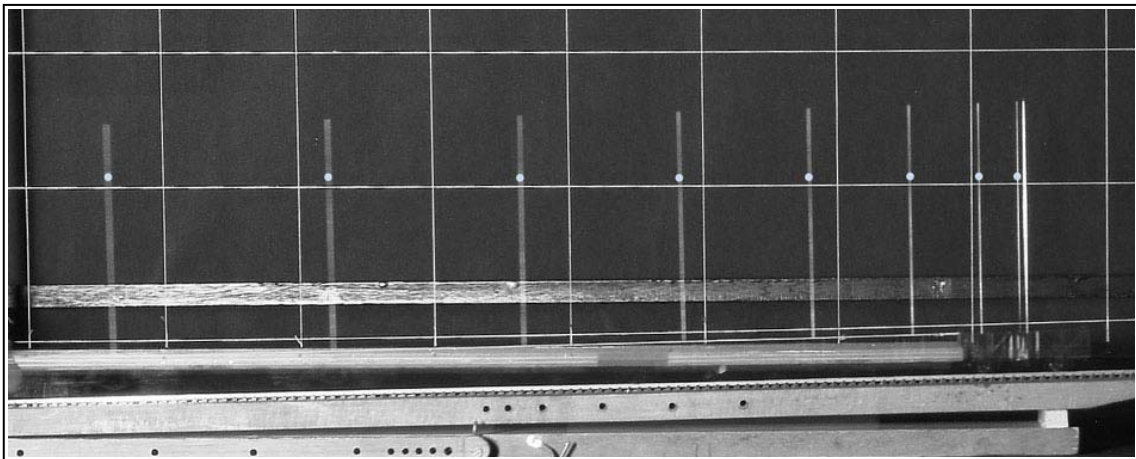
<i>Posiciones en la fotografía en cm</i>												
<i>Tiempo /s</i>												
<i>Posiciones reales en metros</i>												

Con ayuda de la hoja de cálculo dibuje la gráfica posición-tiempo y obtenga el valor de la aceleración

$$a_4 =$$

Quinta medida

Portapesas + 50 g, intervalo entre dos posiciones sucesivas 0,101 s
 Valor real del lado de cada cuadrado del enrejado 0,10 m



Mediante el enrejado mida los centímetros que hay en la fotografía para una distancia real de 0,70 m y determine el factor de escala.

$$f = \frac{0,70 \text{ m reales}}{\text{_____ cm en la fotografía}}$$

El origen de tiempos y posiciones es la primera varilla situada más a la derecha, que lleva una señal blanca. Complete la Tabla 1 corriendo con el factor las posiciones medidas en la fotografía.

Tabla 5

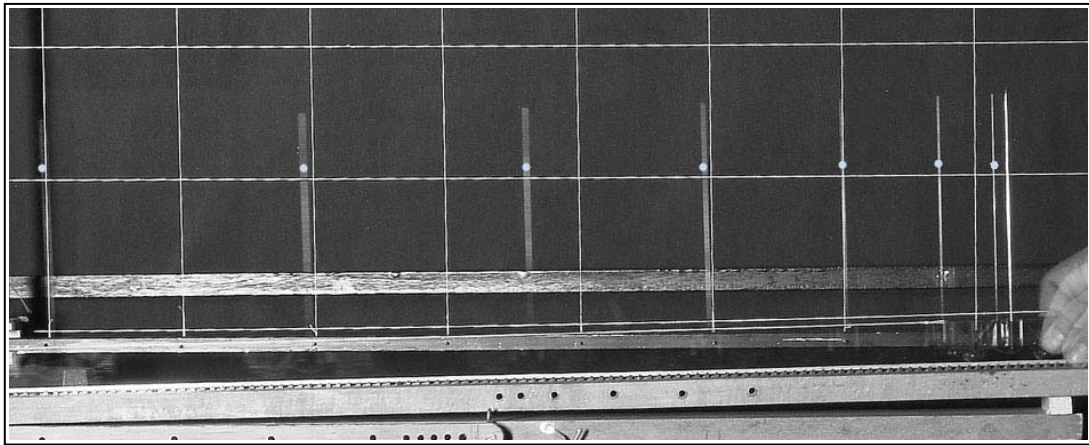
<i>Posiciones en la fotografía en cm</i>													
<i>Tiempo /s</i>													
<i>Posiciones reales en metros</i>													

Con ayuda de la hoja de cálculo dibuje *la gráfica posición-tiempo* y obtenga el valor de la aceleración

$$a_5 =$$

Sexta medida

Portapesas + 70 g, intervalo entre dos posiciones sucesivas 0,101 s
 Valor real del lado de cada cuadrado del enrejado 0,10 m



Mediante el enrejado mida los centímetros que hay en la fotografía para una distancia real de 0,70 m y determine el factor de escala.

$$f = \frac{0,70 \text{ m reales}}{\text{_____ cm en la fotografía}}$$

El origen de tiempos y posiciones es la primera varilla situada más a la derecha, que lleva una señal blanca. Complete la Tabla 1 corriendo con el factor las posiciones medidas en la fotografía.

Tabla 6

<i>Posiciones en la fotografía en cm</i>												
<i>Tiempo /s</i>												
<i>Posiciones reales en metros</i>												

Con ayuda de la hoja de cálculo dibuje *la gráfica posición–tiempo* y obtenga el valor de la aceleración

$$a_6 =$$

Complete la Tabla 7 con los valores de las aceleraciones a_i y de P_p que ha hallado anteriormente. La masa del portapesas es 11,3 gramos.

Tabla 7

Portapesas + pesas						
Pp en N						
Aceleración en m/s						

Graficas

Represente en el eje Y los valores de la fuerza P_p y en el eje X las aceleraciones. Mida la pendiente de la recta que corresponde a la masa constante del sistema.

Teniendo en cuenta que la masa total del sistema, medido con una balanza es $0,257 \text{ kg}$, calcule el error relativo cometido

$$\varepsilon_r = \text{---} \cdot 100\% =$$