



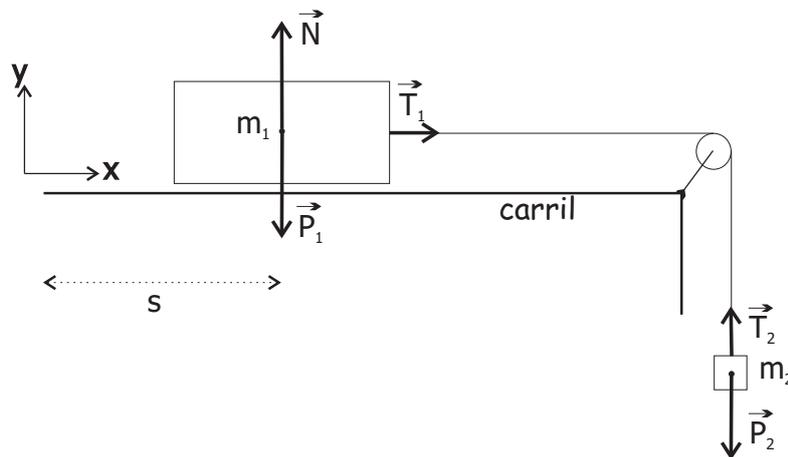
## Práctica 3: LEYES DE NEWTON

### 1 Objeto de la práctica

En esta práctica se determinarán las leyes que rigen las relaciones espacio-tiempo y velocidad-tiempo en movimientos rectilíneos uniformemente acelerados.

### 2 Fundamento teórico

Se estudia el problema concreto de una masa  $m_1$  (carrito) que se mueve como consecuencia del peso de otra masa  $m_2$ , ambas están unidas mediante una cuerda inextensible que pasa por una polea, siendo la masa  $m_2$  la que cuelga del extremo vertical de la cuerda.



La masa  $m_1$  se moverá sobre el carril de aire, de esta forma se puede suponer que el contacto entre ambos es liso, sin rozamiento. Por otra parte, se considera que la cuerda y la polea tienen masas despreciables y que el contacto entre ambas es también liso. Con este tipo de polea, se puede comprobar que el módulo de la tensión a lo largo de la cuerda es el mismo

$$T_1 = T_2 \equiv T$$

El carácter inextensible de la cuerda unido al movimiento lineal de cada cuerpo aseguran que los módulos de las aceleraciones cumplirán:  $a_1 = a_2 \equiv a$ .

Se aplica la segunda ley de Newton a cada uno de los cuerpos:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 : \vec{P}_1 + \vec{N} + \vec{T}_1 = m_1 \vec{a}_1 \\ m_2 : \vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2 \vec{a}_2 \end{array} \right\}$$

Se proyecta sobre los ejes cartesianos:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = m_1 a_1 \\ N_1 - P_1 = 0 \\ P_2 - T_2 = m_2 a_2 \end{array} \right\}$$

teniendo en cuenta que  $T_1 = T_2 = T$  y  $a_1 = a_2 = a$

$$\left\{ \begin{array}{l} T = m_1 a \\ -T + m_2 g = m_2 a \end{array} \right\}$$

Sumando y despejando la aceleración

$$a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} g = cte \quad (1)$$

expresión que es constante.

Las expresiones de la velocidad  $v(t)$  y del espacio  $s(t)$  se obtendrán integrando respecto al tiempo. Teniendo en cuenta que parte del reposo y su posición inicial coincide con el origen de coordenadas, se obtienen las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado:

$$v(t) = a t \quad (2)$$

$$s(t) = \frac{1}{2} a t^2 \quad (3)$$

### 3 Descripción del instrumental

El material preciso para la realización de esta práctica es:

- Un carril de aceleración.
- Un carrito.
- Un ventilador.
- Dos células fotoeléctricas.
- Un cronómetro digital.
- Un conjunto de masas.

Durante el movimiento del móvil  $m_1$  (carrito) se necesita eliminar el rozamiento, para lo cual se conecta el carril a una bomba de aire. El carril está hueco y perforado, por cuyos orificios sale aire formando un colchón entre la superficie del móvil y el carril, por eso **la bomba de aire debe estar al máximo durante las medidas.**

Para medir el tiempo transcurrido por el móvil,  $m_1$ , se sitúa una célula fotoeléctrica lo más cercana posible al móvil cuando éste está en el extremo izquierdo del carril, y la segunda célula fotoeléctrica a una distancia  $s$  de la primera.

La segunda célula fotoeléctrica dispone de un segundo cronómetro que mide el tiempo ( $\Delta t$ ) que tarde la pantallita del móvil ( $\Delta s$ ) en atravesarla; así se determinará la velocidad instantánea:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (4)$$

## 4 Realización de la práctica

### 4.1 Precauciones generales

- Colóquese el móvil en el extremo del carril y sitúese la primera célula fotoeléctrica lo más cerca posible del móvil.
- La bomba de aire **debe estar al máximo durante las medidas**.
- Para cada distancia  $s$  recorrida por el móvil habrá que anotar el tiempo  $t$  que tarda en recorrerla y el tiempo  $\Delta t$  que tarda la pantallita del móvil en atravesar la segunda célula fotoeléctrica.
- Compruébese antes de cada medida que la cuerda no se ha salido de la polea.
- Deténgase el carrito cuando halla pasado por la segunda célula fotoeléctrica para evitar que la masa  $m_2$  choque con el suelo.
- Tómese  $\Delta s = 12 \text{ mm}$ .

### 4.2 Medidas en el laboratorio

1. Téngase en cuenta que se necesita que el carrito parta del reposo, por lo que habrá que poner la célula fotoeléctrica lo más cerca posible de él. Colóquese la segunda célula fotoeléctrica a una distancia de 30 cm de la primera, utilícese la regla adosada al carril para su medida.
2. Actívese la bomba de aire al máximo y mídase el tiempo que tarda el carrito en recorrer esa distancia y el tiempo  $\Delta t$  que tarda la pantallita del carril.
3. Colóquese el carrito al inicio del carril y póngase a cero los dos contadores.
4. Repítase los apartados **3** y **4** tres veces más. Téngase en cuenta que las medidas de tiempo ( $t$ ) deben estar contenidas en un intervalo inferior a 50 ms.
5. Apágese la bomba de aire y colóquese la segunda célula fotoeléctrica a una distancia de 40 cm de la primera y repítase el proceso descrito anteriormente, apartados **2**, **3** y **4**.
6. Sitúese la segunda célula fotoeléctrica a 50, 60 y 70 cm repitiéndose en cada caso el proceso anterior.

### 4.3 Análisis de los datos

- Estudio espacio-tiempo:
  1. Para cada una de las distancias  $s$  calcúlese el valor medio del tiempo  $\langle t \rangle$  y elévelo al cuadrado  $\langle t \rangle^2$ . Además calcúlese la incertidumbre de ambos.
  2. Representétese gráficamente  $s$  frente a  $\langle t \rangle^2$ .
  3. Calcúlese la recta que mejor se ajusta a las medidas experimentales

$$s = A + B \langle t \rangle^2$$

comparándose con la expresión (3), debería de ser

$$A \sim 0; \quad B = \frac{1}{2} a$$

4. Representétese la recta de mínimos cuadrados en la misma gráfica anterior.
5. A partir de la pendiente de esta recta, calcúlese el valor de la aceleración  $a$  y su incertidumbre. Los valores de las masas son  $m_1 = 205 \text{ g}$  y  $m_2 = 20 \text{ g}$ .
6. Calcúlese el valor de la gravedad y su incertidumbre.

- Estudio velocidad-tiempo:

1. Para cada una de las distancias  $s$ , calcúlese el valor medio  $\langle \Delta t \rangle$  y su incertidumbre.
2. Calcúlese la velocidad instantánea  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  y su incertidumbre.
3. Representétese gráficamente  $v$  frente a  $\langle t \rangle$ .
4. Calcúlese la recta que mejor se ajuste a las medidas experimentales

$$v = A + B \langle t \rangle$$

comparándose con la expresión de la velocidad (2), debería de ser

$$A \sim 0; \quad B = a$$

5. Representétese la recta de mínimos cuadrados en la misma gráfica anterior.
6. A partir de la pendiente de esta recta, calcúlese el valor de la gravedad  $g$  y su incertidumbre. Los valores de las masas son  $m_1 = 205$  g y  $m_2 = 20$  g.

#### 4.4 Cuestiones relativas a la realización de la práctica

1. Compárese los dos valores de  $g$ .
2. Se han empleado dos métodos para obtener el valor de la gravedad, ¿cuál consideras que es mejor? ¿y por qué?