

Movimiento unidimensional: Velocidad y aceleración media e instantánea

Objetivo de la práctica

Determinar el módulo de la velocidad instantánea de un móvil que realiza un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado y analizar la posibilidad de determinar la velocidad instantánea.

Introducción:

La velocidad media de un móvil al moverse a lo largo de una dada trayectoria de un punto \vec{r}_1 a un punto \vec{r}_2 se define como $\langle v \rangle = \Delta \vec{r} / \Delta t$, siendo el vector desplazamiento $\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ y Δt el tiempo que el móvil tarda en llegar del punto \vec{r}_1 al punto \vec{r}_2 . A medida que reducimos Δt el módulo del vector desplazamiento se aproxima a la distancia recorrida por el móvil a lo largo de la trayectoria y su dirección a la de la recta tangente a la trayectoria en el punto \vec{r}_1 . Así, se define la velocidad instantánea \vec{v} como:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Si quisiéramos determinar con qué velocidad pasa un móvil por un punto A de una trayectoria rectilínea (por ejemplo un carro bajando por un plano inclinado) y se dispone de un sistema de compuertas infrarrojas con medición de tiempos, discutir:

1. Se puede medir de manera directa la velocidad instantánea del móvil.
2. Si la respuesta es negativa, ¿de qué manera indirecta puede determinar dicha magnitud?
3. ¿Cómo efectuaría las medidas necesarias para medirla?

Descripción del procedimiento:

Parte A:

1. Ubique la pista en la mesa y levante un extremo de la pista unos pocos centímetros. Elija un punto medio de la pista (x_0) y disponga las foto-compuertas de manera de poder determinar el módulo de la velocidad media $\langle \vec{v} \rangle$ del móvil para distintos desplazamientos D centrados en x_0 , de acuerdo a lo discutido previamente. Para cada desplazamiento, arroje el carrito desde la parte más elevada de la pista tratando de no impulsar el móvil. Para la medida de tiempo, en cada caso tomar algunas medidas (del orden de 10) y a partir del cálculo de la desviación estándar S_x estimar el número óptimo de medidas necesarias que deben efectuarse.
2. Graficar los resultados de $\langle \vec{v} \rangle$ como función de la distancia entre fotocpuertas D. Obtener el módulo de la velocidad instantánea en un punto de la trayectoria a partir de la extrapolación de la curva $\langle \vec{v} \rangle$ versus D, para $D \rightarrow 0$.
3. Analice las limitaciones de esta determinación de la velocidad instantánea y dé una magnitud estimativa de la incertidumbre en dicha magnitud.
4. Haga un modelo sencillo para encontrar analíticamente la magnitud de la velocidad instantánea en el punto x_0 . Mida las magnitudes necesarias para realizar el cálculo y calcule la magnitud de la velocidad instantánea. ¿Esta magnitud tiene alguna incertidumbre asociada? Si la tiene, ¿cuánto vale? Compare el resultado analítico con el valor obtenido y analice las limitaciones del modelo.

Parte B:

1. Retirar las compuertas infrarrojas e incorporar un sensor de posición (en la parte elevada de la pista) para detectar la trayectoria del carrito bajo las mismas condiciones que en la parte A (no ubicar el carrito a seguir a menos de 0.5 m del detector).
2. Calibre el sensor de posición.
3. Registre el movimiento del móvil (x vs t). Estime cuál es la incertidumbre en la posición determinada por el sensor. ¿Es la medida exacta? ¿El grado de exactitud depende del instrumento, del observador o del objeto de medida?
4. Repita el registro teniendo la precaución que el movimiento sea repetitivo y discuta sobre las fluctuaciones de la medida.
5. A partir de los datos de x vs t estime la magnitud de la velocidad media en x_0 . Compare con el valor obtenido en la primera parte y con el valor registrado por el sensor de movimiento.
6. Repita lo mismo para la aceleración media. ¿Por qué los registros de velocidad tienen más “ruido” que los de posición y los de aceleración más que los de velocidad?
7. Proponga un modelo sencillo que explique la variación de x vs t y realice un ajuste con la función apropiada. A partir de los valores resultados del ajuste dé el valor de la aceleración. Compare con el resultado obtenido en el punto anterior. ¿Que representan las otras magnitudes ajustadas?
8. Repita el punto 7 para “ v vs t ” y “ a vs t ”.

Parte C:

1. Con el sensor de posición ubicado en el extremo superior de la pista registre el movimiento (x vs t , v vs t y a vs t) de un carrito que se impulsa desde el extremo inferior de la pista. Tome la precaución de no golpear el sensor.
2. Analice los datos obtenidos (grafique, proponga modelos, ajuste, etc) y obtenga toda la información posible sobre el movimiento.