

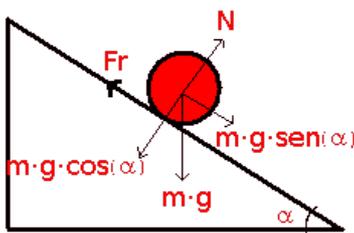
Práctica

Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

Planteamiento

En esta práctica de laboratorio vamos a determinar, experimentalmente, la **aceleración** (a) **de un objeto que se desplaza en línea recta por un plano inclinado** (pendiente α) **bajo la acción de la fuerza gravitatoria** ($m \cdot g$) .

En el movimiento también entra en acción la fuerza de rozamiento (F_R) que se opone al desplazamiento del objeto sobre la superficie del plano inclinado.



Con ayuda de un cronómetro tomaremos varias medidas del tiempo empleado por una bolita en recorrer distancias marcadas a lo largo de nuestro plano inclinado, formado por un raíl metálico con pendiente α . El valor medio de las aceleraciones obtenidas nos permitirá, además, obtener el valor de la velocidad de la bolita en distintos puntos del movimiento y estimar el coeficiente de rozamiento dinámico.

Fundamento teórico

Al soltar la bolita en lo alto del plano inclinada, la **fuerza de la gravedad** será la responsable de su desplazamiento paralelo a la superficie del plano. Esta fuerza de la gravedad, en las proximidades de la corteza terrestre, la expresamos como $m \cdot g$.

Por trigonometría podemos descomponer el vector fuerza gravitatoria en una **componente paralela al plano de deslizamiento** ($m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$) y en una **componente perpendicular a la superficie del plano** ($m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$) , como indica la imagen anterior.

En respuesta a esta componente perpendicular, la **tercera ley de Newton** afirma que la bolita sufrirá la reacción de la superficie del plano, en forma de **fuerza normal** N .

Asimismo, paralela a la superficie de deslizamiento y en sentido opuesto al desplazamiento, aparece la **fuerza de rozamiento** F_R , cuyo módulo es igual al coeficiente de rozamiento dinámico por la fuerza normal: $F_R = \mu \cdot N$.

La **segunda ley de Newton** afirma que la suma de fuerzas que actúan en una misma dirección será igual a la masa del cuerpo por la aceleración en esa dirección. En el plano inclinado la bolita se desplaza a lo largo

del plano (*aceleración* a), pero no avanza en dirección perpendicular a la superficie (*aceleración* 0). Por lo tanto, podemos plantear las siguientes **dos ecuaciones**:

$$m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - \mu \cdot N = m \cdot a$$

$$m \cdot g \cdot \cos(\alpha) - N = 0$$

De la segunda ecuación podemos despejar el valor del módulo de la fuerza normal: $N = m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$. Llevando este valor a la primera ecuación, obtenemos:

$$m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha) = m \cdot a$$

Por lo que el valor de la aceleración resulta:

$$a = g \cdot \sin(\alpha) - \mu \cdot g \cdot \cos(\alpha) \rightarrow a = g \cdot [\sin(\alpha) - \mu \cdot \cos(\alpha)]$$

Determinación experimental de la aceleración

La bolita, en su caída por el plano, realiza un **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (m.r.u.a.)**, cuya ecuación de desplazamiento viene dada por:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Si la bolita parte de una posición inicial $s_0 = 0$, en estado de reposo $v_0 = 0$, la ecuación se simplifica a:

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$$

Si somos capaces de **medir experimentalmente el valor de la aceleración** a , con sucesivas medidas del tiempo que tarda el objeto en recorrer determinadas distancias, podremos a su vez obtener la **velocidad para cualquier tiempo** con la ecuación:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow \text{si partimos del reposo} \rightarrow v = a \cdot t$$

Asimismo, si conocemos la pendiente de inclinación α , podremos **estimar el valor del coeficiente de rozamiento dinámico**:

$$\mu = \frac{g \cdot \sin(\alpha) - a}{g \cdot \cos(\alpha)}$$

Tareas a realizar en el laboratorio e informe a entregar

1. Obtener el **ángulo de inclinación** α del plano inclinado midiendo la **altura del plano** (cateto opuesto) y la **longitud del raíl** (hipotenusa). Medir estas distancias con precisión de centímetro.
2. El raíl tiene marcada la posición de inicio ($s=0$) y las posiciones de 0,50 m, 1,00 m, 1,50 m, 2,00 m, 2,50 m. **Tomar 10 medidas, para cada distancia, del tiempo que tarda la bolita en llegar desde la posición inicial a los puntos señalados** (precisión del cronómetro: centésima de segundo). Soltar la bolita en cada medida intentando que parta de un estado inicial lo más próximo al reposo.
3. Obtener el valor medio del tiempo para cada una de las distancias. Con esos valores medios, obtener **cinco medidas experimentales de la aceleración**. Y, con esas cinco medidas, obtener a su vez el valor medio definitivo de $a_{experimental}$.
4. Calcular el **valor del coeficiente de rozamiento dinámico** a partir del valor obtenido para $a_{experimental}$ y para la inclinación α .
5. Representar gráficamente, con ayuda de un editor de funciones (GeoGebra, WolframAlpha, Graph, etc.), las cinco parejas de valores (t, s) obtenidas para los cinco tiempos medios y las cinco distancias marcadas en el raíl. El eje horizontal representará el tiempo t y el eje vertical la distancia s . Representar, en esa misma gráfica, la parábola $s = \frac{1}{2} a_{experimental} \cdot t^2$ y comentar si los cinco puntos señalados quedan lejos o cerca de la parábola.
6. Para cada uno de los cinco tiempos medios obtenidos y de las cinco aceleraciones medias, **calcular la velocidad** $v = a \cdot t$.
7. Realizar una segunda gráfica con la parábola $s = \frac{1}{2} a_{experimental} \cdot t^2$. Para cada uno de los cinco tiempos medios obtenidos representar el correspondiente valor de s en la parábola. Así tendrás cinco puntos (t, s) sobre la parábola. Trazar, de manera aproximada, la recta tangente a la parábola en cada uno de esos cinco puntos. Obtener la ecuación de esas rectas y sus pendientes. **¿Qué relación tienen las pendientes de las cinco rectas con los valores de las velocidades obtenidas anteriormente?**
8. Al terminar la práctica, debes **mostrar al profesor todos los resultados tomados y los cálculos que haya dado tiempo realizar**. Es obligatorio que el profesor revise y dé el visto bueno a la toma de datos para poder presentar el posterior informe.
9. El profesor evaluará la práctica a partir de un **informe**, realizado **a mano**, que recoja **todos los cálculos, medidas y estimaciones realizadas** en el laboratorio, además de un **breve resumen del fundamento teórico y del procedimiento experimental** seguido en el laboratorio. Si se han solicitado gráficas, pueden realizarse a ordenador, imprimirlas y pegarlas dentro del informe a mano. Cuidar la buena presentación, el orden y claridad en la exposición, y la correcta presentación de los resultados y las conclusiones. Entregar el informe antes de la fecha límite indicada por el profesor.