



Carril d'aire (2)

Lleis de Newton

Objectiu

Estudi experimental de la validesa de la primera i segona lleis de Newton.

Material

Carril d'aire amb bomba, lliscador, disparador magnètic, comptador electrònic, dues portes fotoelèctriques, joc de masses.

Fonament teòric

Ja al segle XVII, Isaac Newton (1642-1727), en la seva obra més important, Principis matemàtics de la filosofia natural (1687), va formular rigorosament les tres lleis fonamentals del moviment: la primera llei de Newton o llei de la inèrcia, segons la qual tot cos roman en repòs o en moviment rectilini uniforme si no actua sobre ell cap força; la segona o principi fonamental de la dinàmica, segons el qual l'acceleració que experimenta un cos es igual a la força exercida sobre ell dividida per la seva massa; i la tercera, que explica que per cada força o acció exercida per un cos sobre un altre existeix una reacció igual i de sentit contrari sobre el primer cos.

Aquestes tres lleis permeten, conegudes les forces que actuen sobre una partícula i les condicions inicials del moviment, predir com es mourà el cos en tot moment.

Un cos sotmès a una força constant realitzarà un moviment amb acceleració constant. Aquest és un dels moviments més fàcils de descriure. Si l'acceleració és constant, llavors podem trobar la velocitat i la posició de la partícula per integració, que vénen donats per:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \quad (1)$$

$$v(t) = v_0 + a t. \quad (2)$$

De les equacions anteriors és fàcil deduir una relació entre l'acceleració a del mòbil, la seva velocitat en passar per dos punts donats v_1 i v_2 , i la distància de separació entre ells D :

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2D} \quad (3)$$

Al nostre muntatge experimental, la força ve donada per un pes P_1 que penja d'una corda. L'altre extrem de la corda està unit al lliscador. A la figura 1 es poden veure les forces que actuen sobre el sistema. Si apliquem la segona llei de Newton:

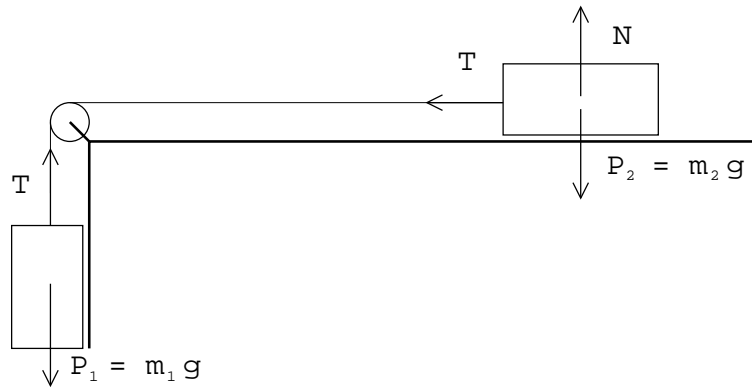


Figura 1: Esquema de les forces

$$F = ma \quad (4)$$

a cadascun dels dos cossos per separat, tenint en compte que han de tenir la mateixa acceleració, s'arriba a l'expressió:

$$a = \frac{P_1}{m_1 + m_2}. \quad (5)$$

En aquesta pràctica anirem augmentant la força P_1 aplicada mantenint constant la massa total $m_1 + m_2$. Obtindrem així diferents acceleracions que han d'ajustar-se al que prediu la segona llei de Newton.

Mètode experimental

A la figura 2 es mostra un esquema del muntatge experimental. Per reduir al màxim el fregament del

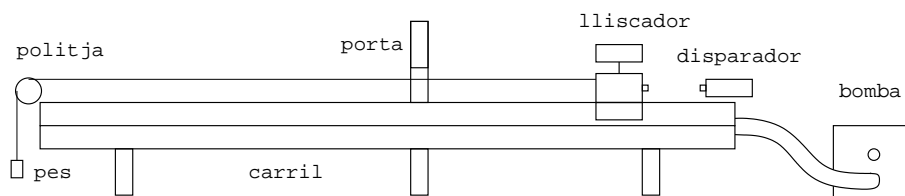


Figura 2: Muntatge experimental

lliscador es disposa d'un carril d'aire. Per no fer massa soroll, mireu de aturar la bomba d'aire quan no estigueu fent mesures.

Per iniciar una mesura, enganxa el lliscador amb el disparador magnètic prement l'interruptor corresponent. Cal penjar el nombre adequat de masses de la corda i cal posar a zero el comptador electrònic amb el botó 'reset'. Consulta amb el professor la configuració adequada del comptador. Després de disparar el lliscador només cal esperar que passi per la porta fotoelèctrica per anotar la mesura del temps.

Abans de començar les mesures, endolleu la porta fotoelèctrica i comproveu que s'encén el diode vermell quan hi passa algun objecte.

Per obtenir les dades segueix els següents passos:

Lleis de Newton.

1. Col·loca les dues portes en la trajectòria del lliscador separades una distància D d'uns 60cm i mesura l'amplada d de la placa del lliscador.
2. Col·loca ara una massa de 50g i tres de 10g a cadascuna de les varetes del lliscador i la massa de 5g a la plataforma de l'extrem de la corda. Comprova que el fil passa per la corriola.
3. Volem determinar la velocitat del lliscador en travessar les portes. Per a això has de mesurar el Δt que triga la placa del lliscador en travessar cada porta seleccionant la segona posició en el comptador de temps. La velocitat vindrà donada per $v = d/\Delta t$. Calcula l'error en cadascuna d'aquestes magnituds.
4. Movent ara les masses subministrades de m_2 a m_1 (veure figura 1), ves incrementant m_1 (alhora que disminueixes m_2) en increments de 5g fins a arribar a un valor de $m_1=65g$.
5. Mesura en cada cas el Δt que triga la placa del lliscador a travessar cada porta.
6. Retira ara la corda del lliscador i mitjançant una petita empenta proporciona-li una velocitat inicial.
7. Mesura el temps Δt que triga la placa del lliscador a passar per cadascuna de les portes.
8. Repeteix el punt anterior per a una altra velocitat inicial del lliscador.

Resultats

Quan s'hagin recollit les dades, s'han de fer els següents càlculs i representacions gràfiques:

1. Anota la distància de separació entre les portes (D) i l'amplada de la placa del lliscador (d).
2. Construeix una taula indicant per a cada cas: el valor de m_1 i la força aplicada $F = m_1g$, el Δt emprat en passar per cada porta, la velocitat corresponent calculada a partir de $v = d/\Delta t$ i l'acceleració del moviment calculada a partir de l'equació (3).
3. Representa gràficament F en funció de a . ¿Té aquesta funció la forma esperada?. Justifica la resposta.

4. Calcula a partir d'una recta de regressió la massa total en moviment i la massa del lliscador.
5. Raona breument si creus que aquests resultats i les mesures realitzades justifiquen la validesa de la primera i segona lleis de Newton.

Questions

1. Dedueix les equacions (3) i (5).
2. Comenta breument com ha d'afectar al moviment del lliscador el fregament amb l'aire. Quina corba de $v(t)$ cal esperar en aquest cas?

Problemes

1^{er} Quatrimestre

1. Un home es troba sobre una balança dins d'un ascensor que puja amb acceleració constant a . L'escala de la balança marca 960N. En agafar una caixa de 20kg, l'escala marca 1200N. Determinar:
 - (a) La massa de l'home
 - (b) L'acceleració de l'ascensor
2. Una caixa de 2kg es llança cap amunt, amb velocitat inicial de 3m/s, per un pla inclinat amb fregament. El pla forma un angle de 60° amb l'horitzontal i el coeficient de fregament cinètic entre les superfícies és $\mu=0.3$. Es demana:
 - (a) Quina distància recorre la caixa abans d'aturar-se momentàniament?
 - (b) Quina és l'energia dissipada pel fregament mentre la caixa puja?
 - (c) Quina és la seva velocitat quan torna a la posició inicial?

Problemas

2^{on} Cuatrimestre

1. En el sistema mostrado en la figura, la cuerda es inextensible, las poleas no tienen masa apreciable y el plano tiene una inclinación de 45° con la horizontal y presenta rozamiento al deslizamiento. Calcular para este sistema: la aceleración de cada bloque, la tensión de la cuerda y el tiempo que tardará la masa C en recorrer la distancia d hasta el final del plano inclinado.

Datos numéricos: $m_A=10$ kg, $m_B=5$ kg, $m_C=2$ kg, $\mu=0.15$ y $d=50$ cm

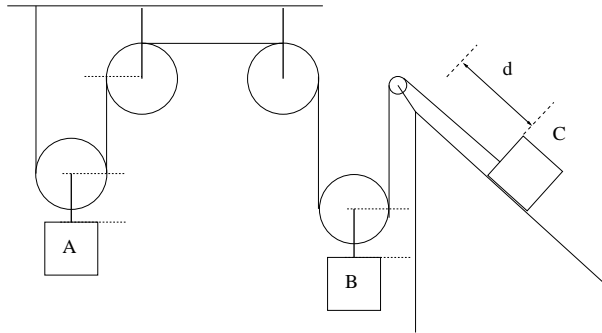


Figura 3: Problema 1

2. Un ingeniero tiene que diseñar una sección curva de carretera que cumpla las siguientes condiciones: con hielo sobre la carretera, cuando el coeficiente de rozamiento estático vale $\mu=0.08$, un coche en reposo no debe deslizar hacia la cuneta, y un coche que circule a menos de 60 km/h no debe deslizar hacia el exterior de la curva. ¿Cuál debe ser el radio mínimo de curvatura de la curva y el ángulo de peralte de la carretera?