

Guía de Laboratorio de Física Mecánica. ITM, Institución universitaria.

Práctica 7. Dinámica del plano inclinado

Implementos

Plano inclinado, carro, nueces, soporte universal, porta masas, juego de masas, polea, hilo, cinta, registrador digital de tiempo y fotosensores.

Objetivos

Verificar la segunda ley de Newton de la dinámica mediante un experimento sencillo que involucra un plano inclinado y dos masas unidas por una cuerda. También se espera que el estudiante reconozca el papel de la fricción en este experimento.

Teoría

Cuando en un problema se presenta aceleración en alguna dirección y no hay variaciones en las masas involucradas, escribimos la suma de fuerzas en esa dirección como lo dice la segunda ley de Newton para situaciones con masa constante. Vamos a analizar el problema de un bloque de masa M sobre una superficie inclinada un ángulo β , atado por medio de una cuerda ideal, que pasa por una polea ideal, a otro bloque de masa m , tal como se ve en la figura 1.

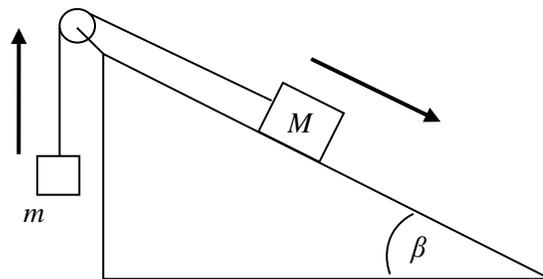


Figura 1. Plano inclinado.

Note que se está dibujando un perfil transversal de la situación física, puesto que no se ve la profundidad de los elementos involucrados. Decimos que una polea es ideal cuando se considera que no tiene masa y que no presenta ninguna fricción en su eje, por lo cual tampoco se analizan fuerzas sobre una polea ideal. Además es importante notar que una cuerda ideal al pasar por una polea ideal, como en este caso, tampoco presenta desgaste por fricción, así que podemos asumir que la cuerda siempre está haciendo rotar la polea y no se desliza sobre ella.

Para resolver el problema experimental, consideremos que no hay rozamiento entre la superficie inclinada y el bloque y también que el bloque de masa m asciende mientras que el bloque de masa M desciende por el plano. La consideración sobre la fricción puede resultar en un porcentaje de error alto si no se generan en el experimento las condiciones apropiadas que eliminen al máximo su influencia. En la figura 1 se ilustra la dirección de movimiento de las masas con una flecha gruesa. Al solucionar teóricamente este problema asumiremos que se conocen las masas y el ángulo β . En este caso nos interesa calcular la aceleración del sistema y la tensión T en la cuerda. Es muy importante recalcar que, al escribir la sumatoria de fuerzas en cada dirección para cada masa, se asumirá como positiva la dirección en la cual se presenta la aceleración. Esto no es más que una convención para escribir como positivas las fuerzas que tienen la dirección en la que se acelera un cuerpo y como negativas las fuerzas que apuntan en sentido contrario, de manera que la aceleración siempre se tome como positiva en la segunda ley de Newton, o mejor dicho, lo que se está buscando así es la magnitud de la aceleración. Según esto, para el cuerpo de masa M , observamos el diagrama de fuerzas en la figura 2 y tenemos las sumatorias de fuerzas en ambas direcciones dadas por:

$$\sum F_x = Mg \text{ Sen}\beta - T = M a \quad (1)$$

$$\sum F_y = N - Mg \text{ Cos}\beta = 0 \quad (2)$$

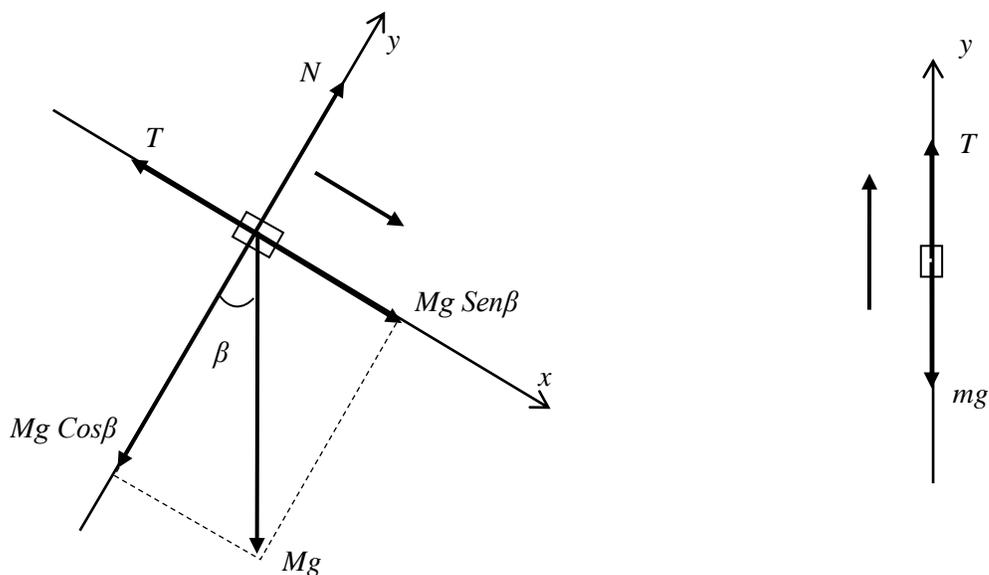


Figura 2. Diagramas de fuerzas.

Vemos en la figura 2 que en este caso los ejes coordenados para la masa M se han rotado el mismo ángulo β de inclinación del plano. Es aconsejable hacer esto porque así sólo hay que descomponer vectorialmente el peso, mientras las fuerzas N y T quedan sobre los ejes y no hay que descomponerlas.

Para el bloque de masa m , el diagrama de fuerzas se ilustra también en la figura 2, y según estas fuerzas la segunda ley conduce a la ecuación

$$\sum F = T - mg = ma \quad (3)$$

Procedimiento e informe:

El montaje y procedimiento de esta práctica es similar al caso de la práctica 5, ahora con la nueva polea y el cuerpo adicional. Tenga en cuenta que la cuerda con el porta pesas no choque con el borde de la mesa. Por simplicidad despreciamos la fricción, y suponemos que la cuerda y la polea son ideales. Antes de iniciar debe escoger las masas apropiadas para lograr que el carro baje por la pendiente arrastrando a la otra masa en un tiempo relativamente corto. Es importante lograr que el carro baje en el menor tiempo posible para así garantizar que se cumple el acercamiento a las condiciones dinámicas. Recuerde que debe poner una mano o algún objeto acolchado al final de la trayectoria inclinada para evitar daños al carro.

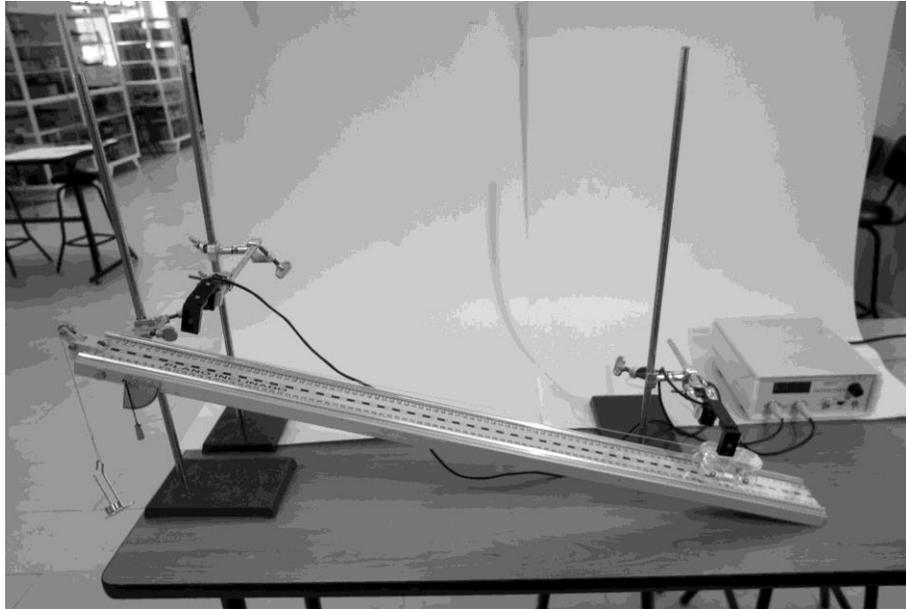
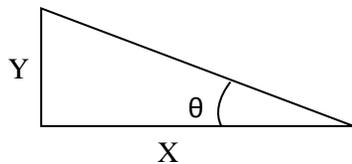


Figura 3. Montaje.

7. Tome el valor de la inclinación del plano θ (en grados), para lo cual debe usar una escuadra y medir una distancia horizontal X , y una altura Y en la parte inferior del plano inclinado. Use la función tangente inversa de su calculadora para hallar el ángulo θ y consígnelo en la tabla 1. Consigne también en la tabla 1 las masas de los cuerpos.



$\theta(^{\circ})$	m (g)	M (g)

Tabla 1.



Figura 4. Detalle del paso del carro por el sensor.

Observe en la figura 4 la precaución que tiene que tener al instalar los fotosensores para que el tornillo del carro pase por entre los sensores.

8. Disponga los fotosensores en la parte superior del plano inclinado, el primero a 10 cm del extremo superior y el segundo a 20 cm del primero (en la figura 5 es la distancia AB). Ponga el registrador digital en modo S2 teniendo en cuenta que el primer fotosensor debe ser el conector número 1 y el segundo el número 2. Ponga la escala en 1 ms. Recuerde usar masas previamente escogidas para lograr una buena aceleración. Suelte el carro para que descienda por el plano, desde la posición mas cercana posible al primer sensor (esto es determinante en el resultado pues equivale a la suposición $v_0=0$). Tome la medida del tiempo que tarda el carro en pasar por entre los dos fotosensores 8 veces (hay que resetear el aparato después de cada medida). No olvide encarrilar las ruedas del carro en la ranura lateral de la pista y poner la mano al final de la misma para que el carro no sufra averías. Recuerde que este tiempo se escribe como una cantidad con error según la teoría vista para una cantidad medida muchas veces. Consigne el tiempo con su error respectivo en la segunda columna de la tabla 2.
9. Cambie ahora la posición del segundo fotosensor, desplazándolo 10 cm hacia abajo. Consigne la nueva medida x entre los fotosensores en la tabla 2. Tome de nuevo ocho veces la medida del tiempo y consigne el valor del tiempo medio con su error en la tercera columna de la tabla 2. Repita este procedimiento cada diez cm hasta que llene la tabla 2 o no disponga de mas pista.

$(t \pm \Delta t)s$	$(\pm)s$							
$(x \pm \Delta x)m$	$(0,2 \pm)m$							

Tabla 2.

10. Grafique la tabla 2 de posición contra tiempo en EXCEL en modo polinómico grado 2, presentando la ecuación y extrayendo de ella la aceleración experimental a_{exp} , consígnela en la tabla 3. Recuerde que el coeficiente del exponente cuadrático está relacionado con la aceleración en un MUA.

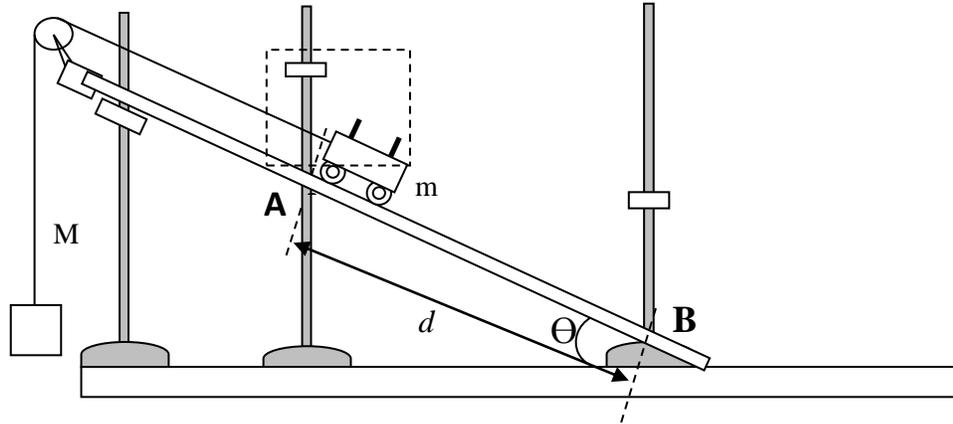


Figura 5. Detalles del montaje.

11. Resuelva el problema dinámico algebraicamente, hallando la aceleración teórica a_{teor} , a partir de las ecuaciones planteadas en la sección de teoría, en función de las masas, la gravedad y el ángulo de inclinación, considerando el sistema libre de fricción (recuerde usar el valor de la gravedad en Medellín). Consigne el valor teórico de la aceleración con su respectivo error en la tabla 3. Finalmente, calcule el porcentaje de error y consígnelo en la tabla 3.

a_{exp}	a_{teor}	%Error

Tabla 3.

12. Comente sus impresiones y conclusiones del experimento, e incluya las posibles causas del porcentaje de error.

Recuerde que el informe escrito de esta práctica debe hacerse en el formato de revista entregado por el docente: debe desarrollarse con todos los datos y operaciones correspondientes a cada numeral, relatorio detallado de todos los procesos, cálculos detallados de los valores pedidos en el desarrollo de la práctica, incluir causas de error y conclusiones.