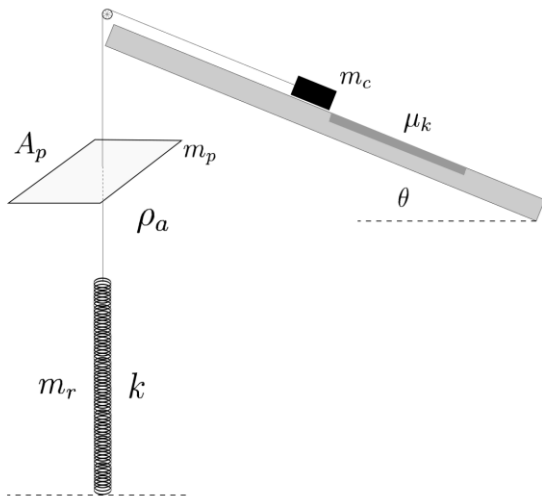


Experimento 5: Movimiento Complejo

Objetivos:

- Modelar un cuerpo deslizando en un plano inclinado bajo la fuerza de gravedad, resistencia debido al aire, fuerza elástica, y fuerza de fricción cinética.
- Construir un diagrama Forrester del movimiento complejo y simularlo con el programa Stella

Teoría:



Las fuerzas que actúan sobre el carrito son:

1. gravedad $F_g = mg$
2. resistencia turbulenta $D_t = C_t \rho A v^2$
3. fuerza elástica $F_s = k \Delta x$
4. fricción cinética $f_k = \mu_k N$

Lenguaje Stella:

Cantidad física que nos dice cuan rápido algo cambia (explícitamente) con el tiempo, ejemplo:

- $\Delta \text{posición} / \Delta \text{tiempo}$ [m/s]
- $\Delta \text{velocidad} / \Delta \text{tiempo}$ [(m/s)/s]
- $\Delta \text{momentum} / \Delta \text{tiempo}$ [(kg m/s)/s]
- etc.



Cantidad física que cambia (implícitamente) con el tiempo o que queremos medir, ejemplo:

- posición
- velocidad
- etc.



acumulador

Cantidad física que no depende (explícitamente) del tiempo, que es constante, un parámetro, o que es una conversión, ejemplo:

- masa
- fuerza
- aceleración = fuerza/masa
- etc.



Conexión conceptual entre dos cantidades físicas donde la primera cantidad (cola) afecta o se necesita por la segunda cantidad (flecha).



Combinaciones posibles de símbolos:

1. - combinación mínima en un modelo
- solamente un flujo puede cambiar un acumulador

2. -la flecha blanca significa una acumulación positiva con un flujo positivo
-la flecha negra significa una acumulación negativa con un flujo positivo

3. o

- 4.
- 5.

6. -acumuladores pueden cambiar parámetros pero no el opuesto

Un **diagrama Forrester** es la combinación de los iconos de Stella formando su modelo sistema dinámico.

Procedimiento e interpretación de los resultados:

1. Medir: la masa del carrito, la masa del papel cuadrado, la masa del resorte, el ángulo de inclinación de la pista, el tamaño del papel cuadrado, la constante de resorte k , la posición inicial del carrito (posición donde el resorte no está estirado), la posición donde hay fricción en la pista.
2. Determinar experimentalmente la posición y velocidad en función de tiempo de un carrito inicialmente en reposo que se mueve sujeto a las fuerzas de gravedad, resistencia, elástica, y fricción. Exportar los datos de Capstone a Excel.
3. Importar en Stella sus datos experimentales de posición versus tiempo y graficarlo.
4. Construir un diagrama Forrester para su sistema dinámico.
 - a. Modelar la posición del carrito bajo todas las fuerzas de gravedad actuando en nuestro sistema.
 - b. Incluir en el modelo la fuerza elástica.
 - c. Incluir en el modelo la fuerza de resistencia debido al aire.
 - d. Incluir en el modelo la fuerza de fricción cinética.
5. Ajustar todos los parámetros para que haya buena correlación entre curvas experimental y teórica.
6. Importar en Stella sus datos experimentales de velocidad versus tiempo y graficarlo. ¿Hay buena correlación entre las curvas experimental y teórica de velocidad?