

## Laboratorium 3 — model wahadła

### Zadanie 1 (4 pkt)

Zbuduj model reprezentujący wahadło na podstawie poniższego równania różniczkowego:

$$\ddot{\phi} + \frac{k}{m}\dot{\phi} + \frac{g}{l}\sin(\phi) = 0$$

gdzie:

$m$  – masa wahadła  $\Rightarrow 10$ ,

$l$  – długość wahadła  $\Rightarrow 3$ ,

$k$  – wsp. tłumienia  $\Rightarrow 1$ ,

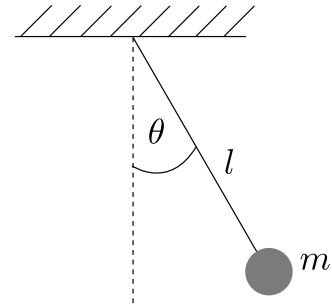
$g$  – przyspieszenie ziemskie  $\Rightarrow 10$ ,

$\phi$  – kąt wychylenia wahadła.

Przyjmij:

Czas symulacji = 100,

Początkowy kąt wychylenia wahadła ( $\phi_0$ ) =  $90^\circ$ .



**Uwaga!** Proszę nie wpisywać wartości parametrów do blozków — należy stosować nazwy zmiennych. Aby wprowadzać wartości dla danych zmiennych należy utworzyć tzw. *maskę* wg. następujących kroków:

- zaznacz wszystkie bloki modelu, naciśnij prawym przyciskiem myszy na dowolnym bloku i wybierz opcję „Create Subsystem”,
- na utworzonym bloku naciśnij prawym przyciskiem myszy i wybierz opcję „Create Mask”,
- wprowadź do maski parametry systemu wraz z ich opisem.

**Uwaga!** Funkcja sinus wymaga zamiany kąta na radiany.

$$\phi_{rad} = \frac{\phi_0 \cdot \pi}{180}$$

### Zadanie 2 (2 pkt)

Zbadaj wpływ doboru kroku oraz doboru metody na działanie modelu.

Porównaj wpływ wielkości kroku na działanie modelu, dla metody Eulera:

- Ode1 (Euler), fixed-step size = 0.1
- Ode1 (Euler), fixed-step size = 0.01

Przyjmij początkowy kąt wychylenia wahadła ( $\phi_0$ ) =  $180^\circ$ .

Porównaj wpływ metody na działanie modelu:

- Ode1 (Euler), fixed-step size = 0.01
- Ode4 (Runge-Kutta), fixed-step size = 0.01

Przyjmij początkowy kąt wychylenia wahadła ( $\phi_0$ ) =  $90^\circ$ .

### Zadanie 3 (4 pkt)

Stwórz wizualizację modelu wykorzystując:

- Blok „S-Function” (rozszerz dołączoną poniżej funkcję). (1pkt)
- Blok „To Workspace” (wykorzystaj polecenia „plot”, oraz pętle). (3pkt)

Przyjmij:

Czas odświeżania = 0.05,

Początkowy kąt wychylenia wahadła ( $\phi_0$ ) = 90°.

### Przydatne linki:

<https://www.mathworks.com/help/simulink/sfg/writing-level-2-matlab-s-functions.html>

### Dodatkowe pliki:

**Laboratorium 3 - wahadlo\_sfunk.m** — s-funkcja z wizualizacją wahadła.

**Laboratorium 3 - C#.cs** — implementacja wahadła w C#.

**Laboratorium 3 - Python.py** — implementacja wahadła w Pythonie.