

## Laboratorium 1 — 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  $\Rightarrow 1$ ,

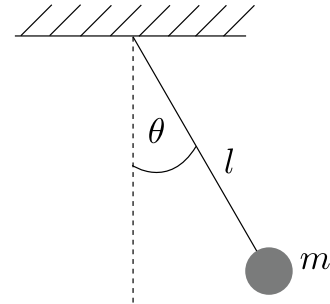
$g$  – przyspieszenie ziemskie  $\Rightarrow 10$ ,

$\phi$  – 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 (4pkt)

Stwórz wizualizację modelu wykorzystując:

- Blok „S-Function” (rozszerz dołączoną poniżej funkcję). (2pkt)
- Blok „To Workspace” (wykorzystaj polecenia „plot”, „line” oraz pętle). (2pkt)

Przyjmij:

Czas odświeżania = 0.05,

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

### Przydatne linki

<http://www.mathworks.com/help/simulink/sfg/maintaining-level-1-matlab-s-functions.html>

<http://bit.ly/MISS-Lab2-2017-cs> — implementacja wahadła w języku C# (metoda Eulera)

<http://bit.ly/MISS-Lab2-2017-sfun> — s-funkcja dla wahadła