

**Politechnika
Warszawska**

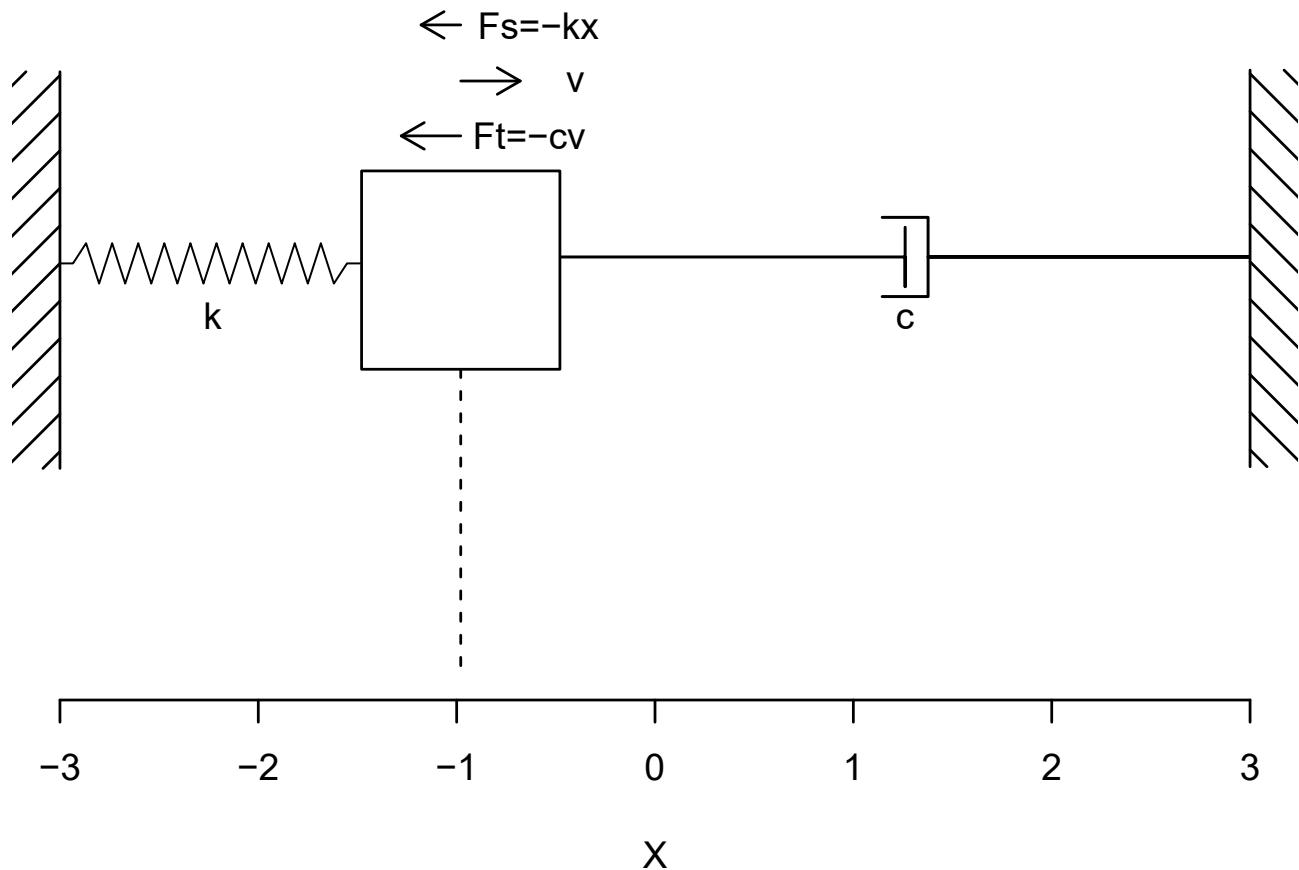
Informatyka II

UKŁAD ZE SPREŻYNĄ I TŁUMIKIEM

Aleksander Gogol 320940

Prowadzący: Mariusz Rutkowski
Data oddania: **15.06.2020**

1 Opis problemu



2 Równania ruchu

Siła wywierana na masę przez sprężynę:

$$F_s = -kx$$

Siła wywierana na masę przez tłumik:

$$F_t = -c\dot{x}$$

Równanie ruchu:

$$m\ddot{x} = F_s + F_t = -kx - c\dot{x}$$

Równanie to można przekształcić na układ równań pierwszego rzędu:

$$\begin{cases} \dot{x} = v \\ \dot{v} = \frac{1}{m} (-kx - c\dot{x}) \end{cases} \quad (1)$$

Energia kinetyczna:

$$E_k = \frac{m\dot{x}^2}{2}$$

Energia potencjalna sprężyny:

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

Całkowita energia mechaniczna:

$$E = \frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

3 Metoda Obliczeniowa

Układ równań został scałkowany przy pomocy metody Runge-Kutta 4-tego rzędu. Czas całkowania: $10s$. Krok całkowania: $\frac{1s}{1000}$.

4 Wyniki

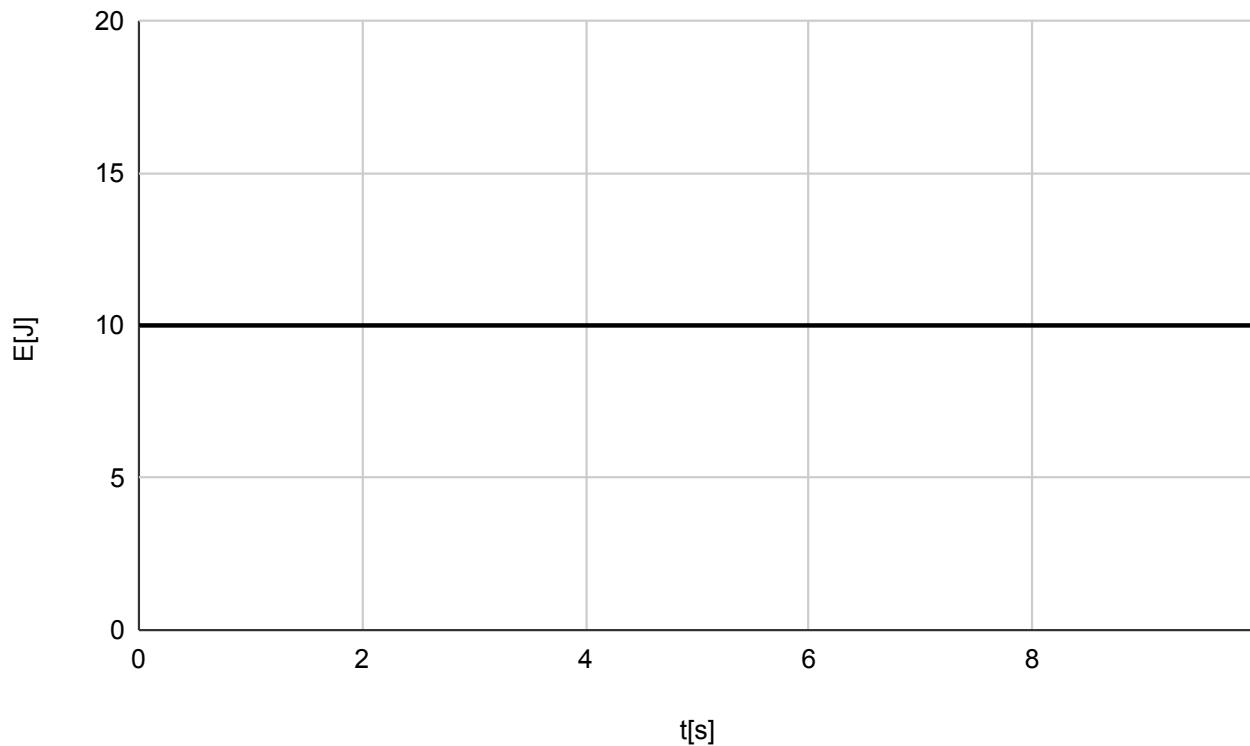
Przeprowadzono symulację dla trzech przypadków: Przypadek bez tłumienia oraz dwa charakterystyczne przypadki z tłumieniem.

Uwaga: we wszystkich symulacjach przyjmuję $m = 10$.
Zagadnienie początkowe przyjmuję zgodne z rysunkiem

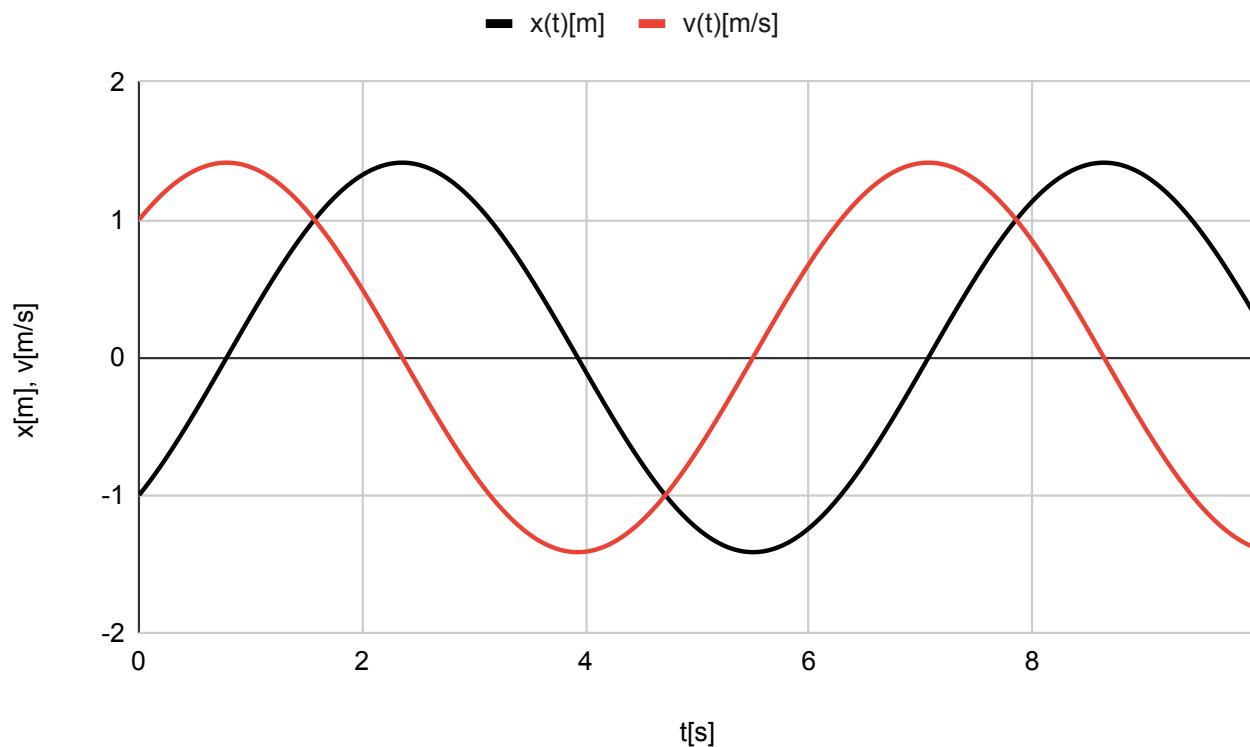
$$\begin{cases} x_0 &= -1 \\ v_0 &= 1 \end{cases} \quad (2)$$

4.1 Przypadek bez tłumienia ($c = 0, k = 10$)

Przy braku tłumienia układ nie traci energii:



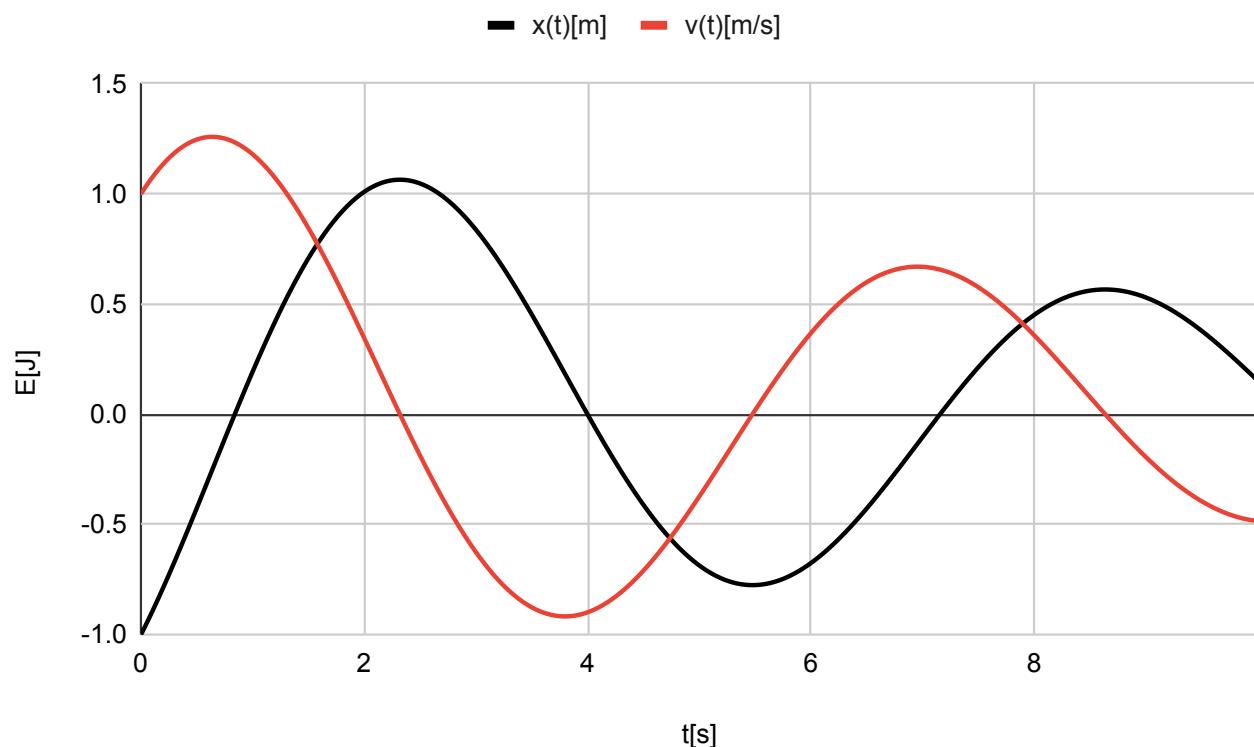
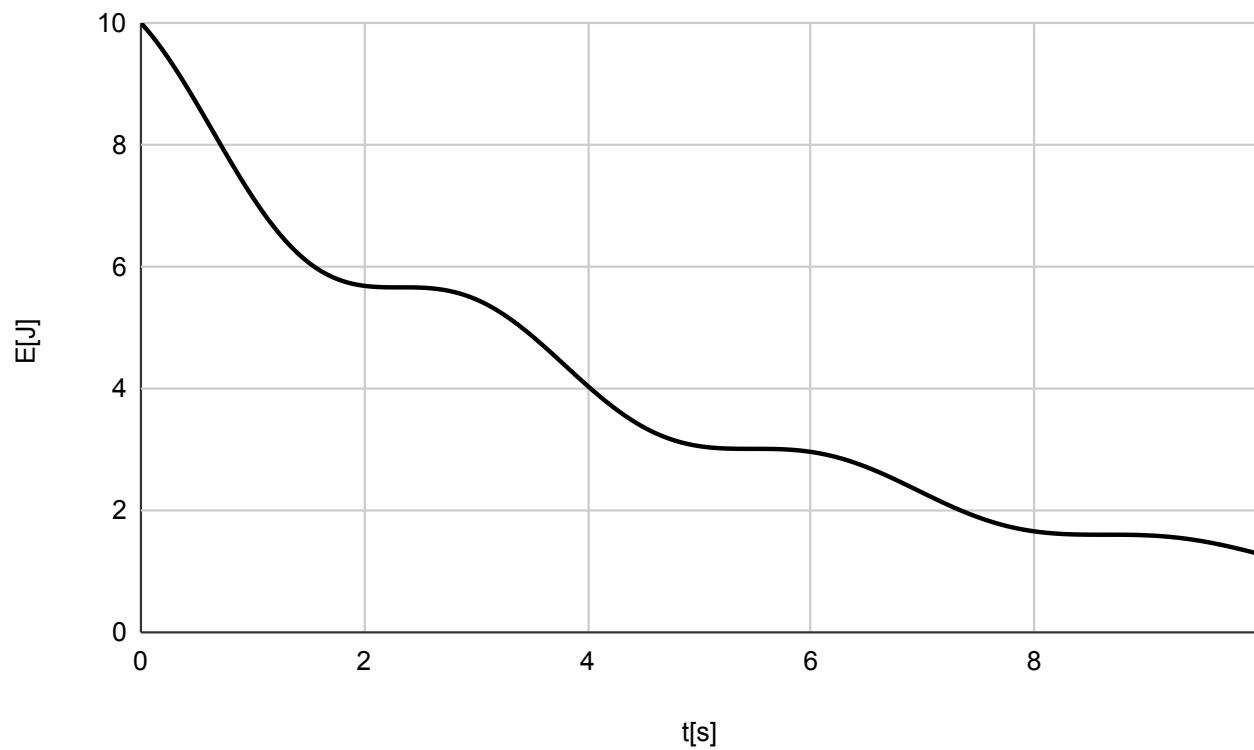
Zgodnie z oczekiwaniami Energia mechaniczna układu jest stała.



Prędkość i położenie zgadzają się z rozwiązaniem analitycznym wyznaczonym za pomocą podstawienia $x = e^r t$

4.2 Przypadek $4k > c^2$ ($c = 2, k = 10$)

W przypadku drugim spodziewam się powolnego spadku energii.



Porównując wykres energii z wykresem położenia i prędkości można zauważyć, że układ najszybciej wytraca energię gdy bloczek ma największą prędkość.

4.3 Przypadek $4k > c^2$ ($c = 10, k = 10$)

Dla wysokich wartości tłumienia spodziewam się gwałtownej utraty energii

