Metody numeryczne II
Lista zadań nr 2

1. Równanie ruchu wahadła matematycznego z tłumieniem oraz okresową siłą wymuszającą można przedstawić w postaci

$$\frac{d^2\theta}{d\tau^2} + \frac{1}{Q}\frac{d\theta}{d\tau} + \sin\theta = \hat{A}\cos(\hat{\omega}\tau), \tag{1}$$

gdzie

$$Q = \frac{mg}{\omega_0 \nu}, \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}, \quad \hat{\omega} = \frac{\omega}{\omega_0}, \quad \tau = \omega_0 t, \quad \hat{A} = \frac{A}{mg}.$$

Rozwiąż równanie (1) metodą Rungego-Kutty czwartego rzędu dla:

- $Q = 2$; $\hat{\omega} = 2/3$; $\hat{A} = 0,5$; $\hat{v}_0 = 0$; $\theta_0 = 0,01$;
- $Q = 2$; $\hat{\omega} = 2/3$; $\hat{A} = 0,5$; $\hat{v}_0 = 0$; $\theta_0 = 0,3$;
- $Q = 2$; $\hat{\omega} = 2/3$; $\hat{A} = 1,35$; $\hat{v}_0 = 0$; $\theta_0 = 0,3$.

Wyniki (zależności $\theta = \theta(t)$ oraz trajektorie w przestrzeni fazowej) przedstaw na wykresach.

2. Znajdź trajektorię piłki rzuconej ukośnie do powierzchni Ziemi

   (a) zaniedbując opory powietrza,

   (b) uwzględniając opory powietrza.

W drugim przypadku załóż, że siła oporu powietrza jest postaci

$$F_o = -\frac{1}{2} c_w \rho A |V| \vec{V},$$

gdzie

$c_w \simeq 0,35$	-	współczynnik oporu powietrza,
$\rho \simeq 1,2 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$	-	gęstość powietrza,
$A\ [m^2]$	-	pole przekroju poprzecznego piłki,
$\vec{V}$	-	wektor prędkości piłki.

Obliczenia przeprowadź dla różnych wielkości piłki, prędkości początkowych i kątów rzutu. Wyniki przedstaw na wykresie.