

PROJEKT NR B 1.8

Drgania wymuszone – rezonans mechaniczny.

Oscylator harmoniczny oddziaływując z ośrodkiem w którym się znajduje (opory ruchu) wykonuje drgania o malejącej w czasie amplitudzie. Siła oporu ośrodka jest proporcjonalna do prędkości ciała i zawsze przeciwnie skierowana. Zmianie amplitudy można zapobiec jeżeli na układ będzie działać dodatkowa zewnętrzna siła wymuszająca F_w :

$$F_w = F_0 \cos(\Omega t) \quad (1)$$

gdzie: Ω jest częstością siły wymuszającej

Dругa zasada dynamiki dla oscylatora tłumionego z siłą wymuszającą:

$$F_s + F_t + F_w = m \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (2)$$

z niej otrzymujemy równanie ruchu:

$$-kx - b \frac{dx}{dt} + F_0 \cos \Omega t = m \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (3)$$

o rozwiązaniu analitycznym:

$$x = \frac{F_0}{m \sqrt{(\omega^2 - \Omega^2)^2 + 4\beta^2 \Omega^2}} \cos \left(\Omega t + \arctg \left[-\frac{2\beta\Omega}{\omega^2 - \Omega^2} \right] \right), \quad (4)$$

gdzie: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$,

$$\beta = \frac{b}{2m}.$$

Amplituda wychylenia osiąga maksimum, gdy $\Omega = \Omega_r = \sqrt{\omega^2 - 2\beta^2}$ i jest równa:

$$A_r = \frac{F_0}{2m\beta\sqrt{\omega^2 - \beta^2}} \quad (5)$$

Należy wykonać:

1. Napisać program rozwiązujący równanie ruchu metodą Rungego-Kutty 4 rzędu.
2. Narysować krzywe rezonansu – wykresy $A(\Omega)$ - dla kilku wartości β (w tym dla $\beta = 0$) i porównać wyniki z rozwiązaniem analitycznym.
3. Wykonać punkty 1 i 2 dla siły oporu typu: $F_t = -c \left(\frac{dx}{dt} \right)^2$.

Literatura:

1. Czesław Bobrowski: „Fizyka – krótki kurs”
2. J.M. Thijssen “Computational Physics”