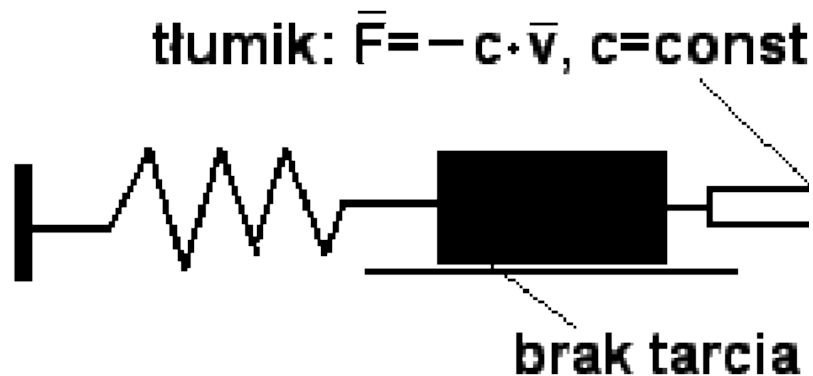


Zadanie domowe

Zadanie 1



Dany jest układ:

a sprężyna ma charakterystykę nieliniową: $k = k_1(1 + k_2 \cdot x^2)$

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiały, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiały, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $x_0 \neq 0$, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 2

Dany jest układ:

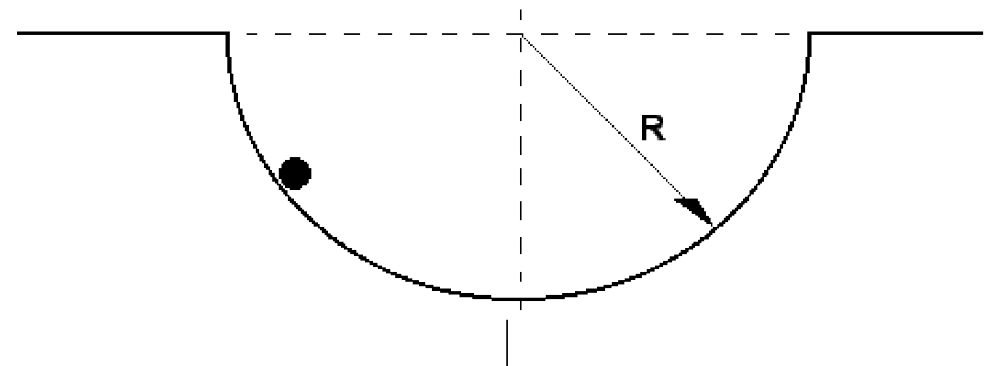


Figure 1:

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiały, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $\alpha(t)$, $\omega(t)$, $\omega(\alpha)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiały, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $\alpha_0 \neq 0$, $\omega_0 \neq 0$

- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 3

Dany jest układ:



Figure 2:

wahadło matematyczne; duże drgania, tzn. $\sin(\alpha) \neq \alpha$

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządnny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $\alpha(t), \omega(t), \omega(\alpha)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $\alpha_0 \neq 0, \omega_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 4

Dany jest układ:

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządnny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t), v_x(t), y(t), v_y(t), y(x)$.

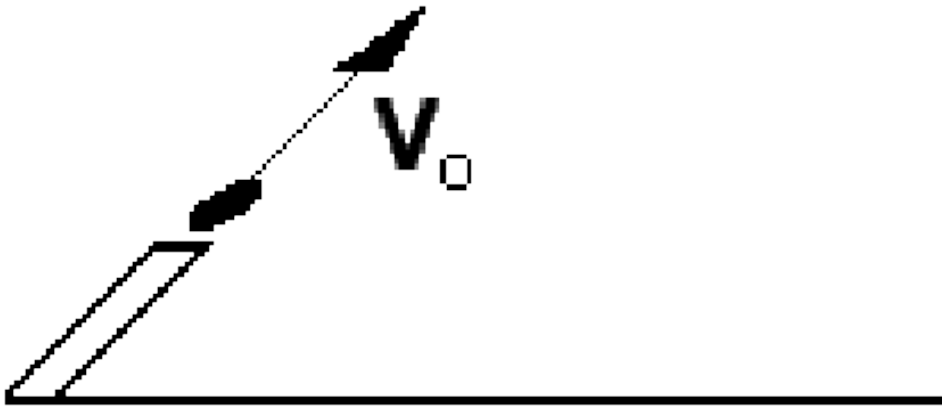


Figure 3:

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0, y_0 – zależnie od wprowadzonego układu, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 5

Dany jest układ:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ – gęstość powietrza, v – prędkość kuli względem powietrza, S – powierzchnia odniesienia i C – stały współczynnik.



Figure 4:

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $z(t), v_z(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $z_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)

- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 6

Dany jest układ:

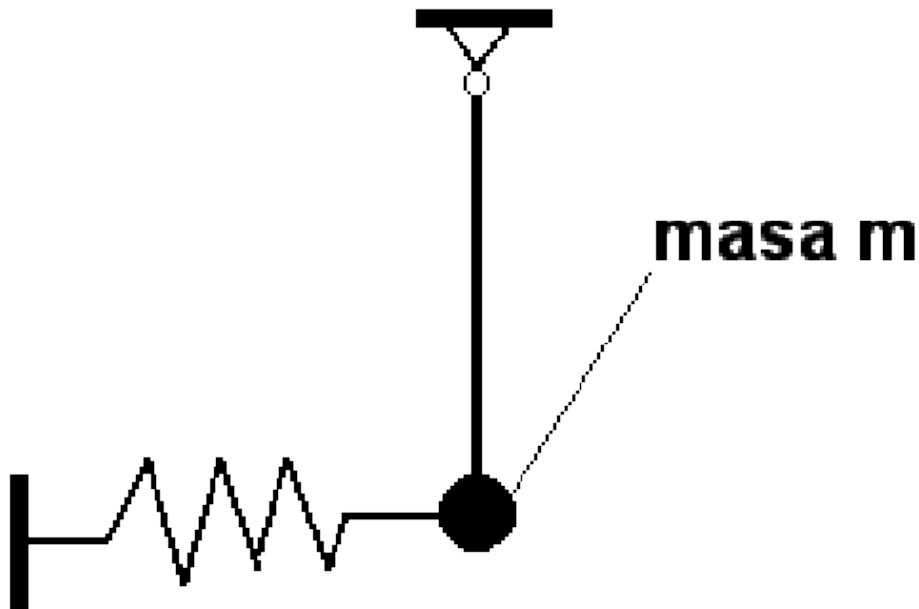


Figure 5:

duże drgania, tzn. $\sin(\alpha) \neq \alpha$; uproszczenie: siła od sprężyny działa zawsze poziomo

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające

na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).

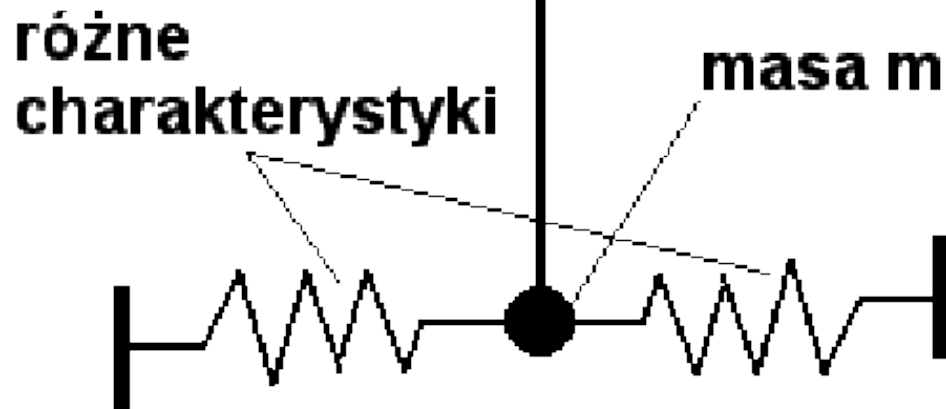
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $\alpha(t)$, $\omega(t)$, $\omega(\alpha)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $\alpha_0 \neq 0$, $\omega_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 7

Dany jest układ:



duże drgania, tzn. $\sin(\alpha) \neq \alpha$; uproszczenie: siła od sprężyny działa zawsze poziomo

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządnny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $\alpha(t), \omega(t), \omega(\alpha)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $\alpha_0 \neq 0, \omega_0 \neq 0$

- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 8

Dany jest układ:

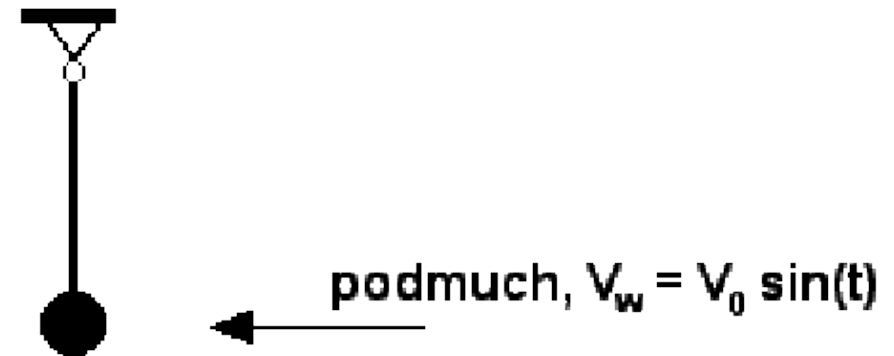


Figure 6:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ -gęstość powietrza, v -prędkość kuli względem powietrza, S -powierzchnia odniesienia i C -stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządnny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).

2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprawdzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $\alpha(t), \omega(t), \omega(\alpha)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $\alpha_0 \neq 0, \omega_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 9

Dany jest układ:



Figure 7:

sprężyna o charakterystyce nieliniowej: $k = k_1(1 + k_2 \cdot x^2)$

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprawdzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t), v_x(t)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $x_0 \neq 0, v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 10

Dany jest układ:



Figure 8:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ -gęstość powietrza, v -prędkość kuli względem powietrza, S -powierzchnia odniesienia i C -stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $y(t)$, $v_y(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0, y_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 11

Dany jest układ:

Stożek w wodzie. Należy tak dobrać gęstość, aby stan równowagi odpowiadał zanurzeniu do $\frac{2}{3}$ wysokości. W celu uproszczenia problemu należy wziąć pod uwagę jedynie siły hydrostatyczne.

W ramach zadania należy:

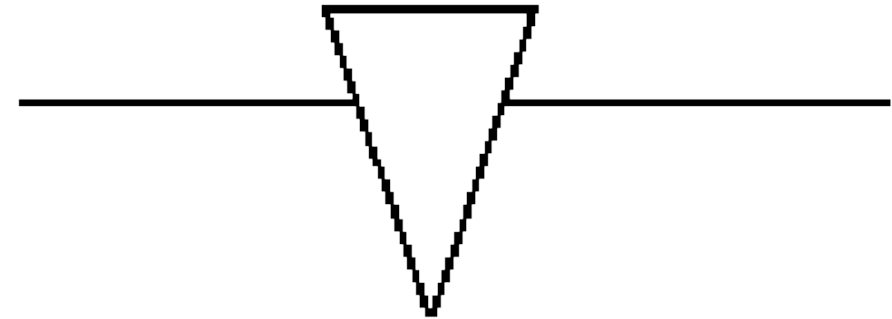


Figure 9:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $z(t)$, $v_z(t)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $z_0 \neq 0$, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 12

Dany jest układ:

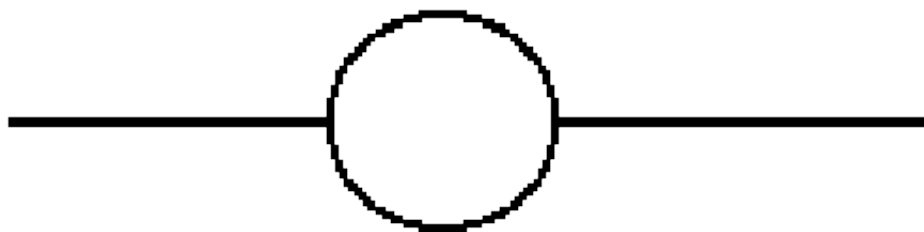


Figure 10:

Kula w wodzie. Należy tak dobrać gęstość, aby stan równowagi odpowiadał zanurzeniu do $\frac{1}{2}$ wysokości. W celu uproszczenia problemu należy wziąć pod uwagę jedynie siły hydrostatyczne.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $z(t), v_z(t)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $z_0 \neq 0, v_0 \neq 0$

- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 13

Dany jest układ:

**upadek kulki
z podmuchem
bocznym**

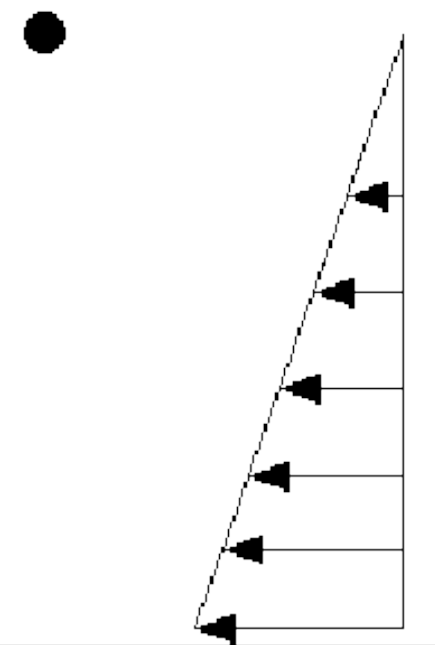


Figure 11:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ -gęstość powietrza, v -prędkość kuli względem powietrza, S -powierzchnia odniesienia i C -stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządnny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiały, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury vrk4.
5. Sporządzić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $y(t)$, $v_y(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiały, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0, y_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

**upadek kulki
z podmuchem
bocznym**

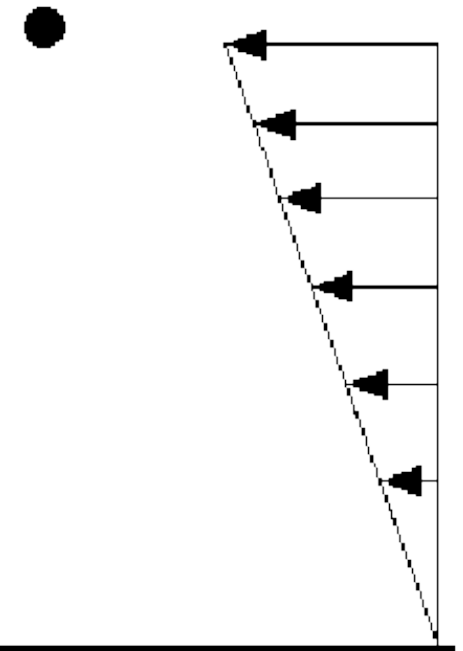


Figure 12:

Zadanie 14

Dany jest układ:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ -gęstość powietrza, v -prędkość kuli względem powietrza, S -powierzchnia odniesienia i C -stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $y(t)$, $v_y(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0, y_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 15

Dany jest układ:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ – gęstość powietrza, v – prędkość kuli względem powietrza, S – powierzchnia odniesienia i C – stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).

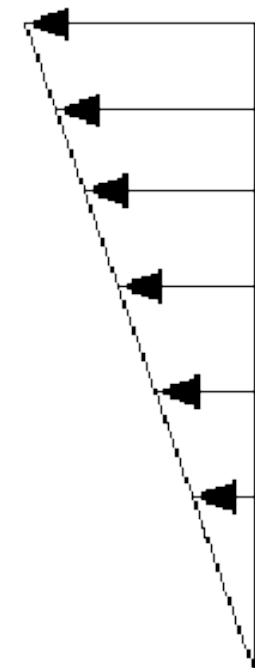


Figure 13:

2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $y(t)$, $v_y(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0, y_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 16

Dany jest układ:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ -gęstość powietrza, v -prędkość kuli względem powietrza, S -powierzchnia odniesienia i C -stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $y(t)$, $v_y(t)$.

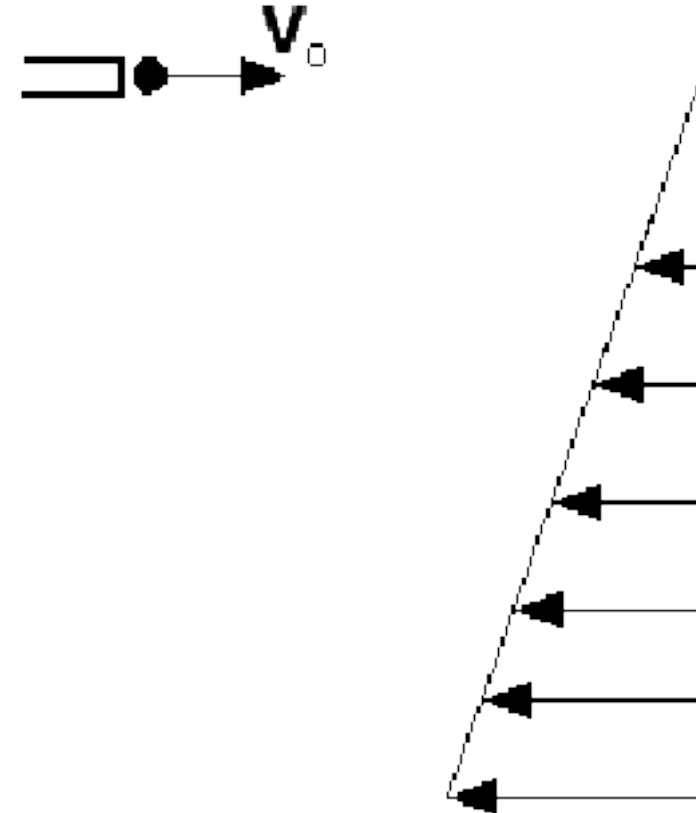


Figure 14:

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0, y_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 17

Dany jest układ:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ -gęstość powietrza, v -prędkość kuli względem powietrza, S -powierzchnia odniesienia i C -stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządnny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t), v_x(t), y(t), v_y(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury

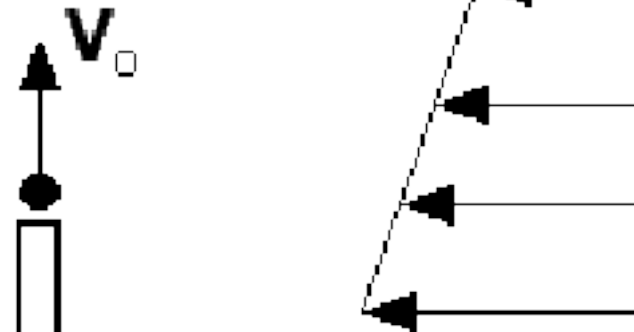


Figure 15:

- warunki początkowe: x_0, y_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 18

Dany jest układ:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ – gęstość powietrza, v – prędkość kuli względem powietrza, S – powierzchnia odniesienia i C – stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządnny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t), v_x(t), y(t), v_y(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0, y_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

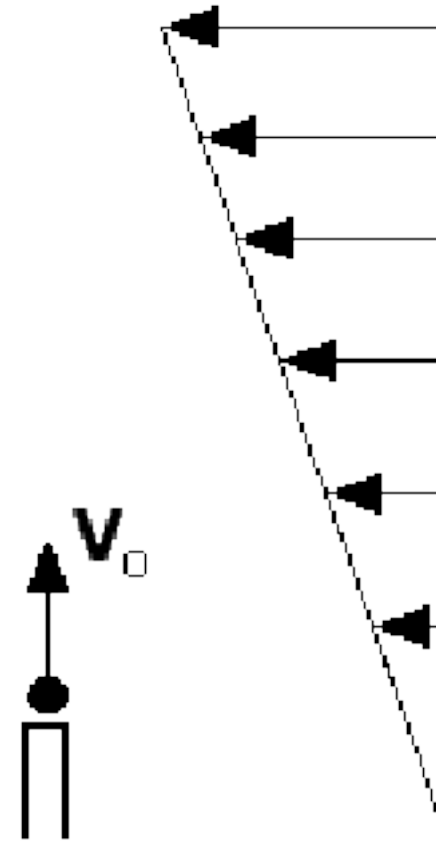


Figure 16:

Zadanie 19

Dany jest układ:

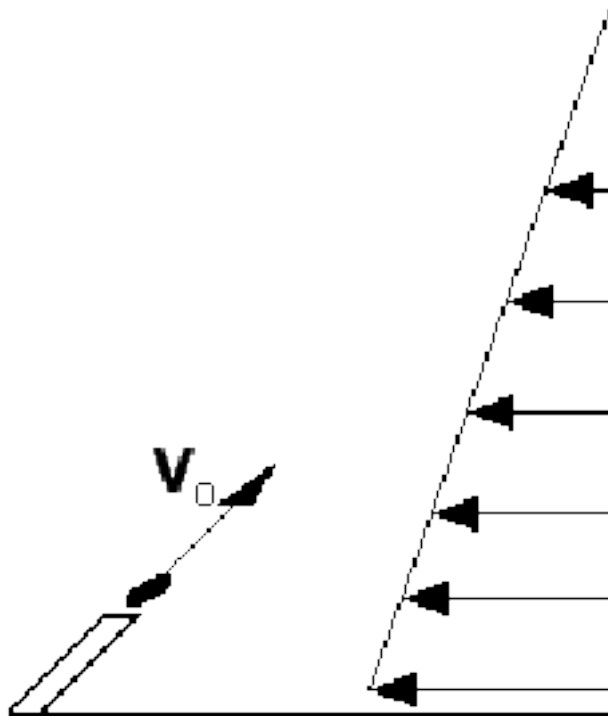


Figure 17:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ -gęstość powietrza, v -prędkość kuli względem powietrza, S -powierzchnia odniesienia i C -stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $y(t)$, $v_y(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0, y_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 20

Dany jest układ:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ -gęstość powietrza, v -prędkość kuli względem powietrza, S -powierzchnia odniesienia i C -stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na ciało, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.

3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$, $y(t)$, $v_y(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- warunki początkowe: x_0, y_0 zależnie od wprowadzonego układu współrzędnych, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

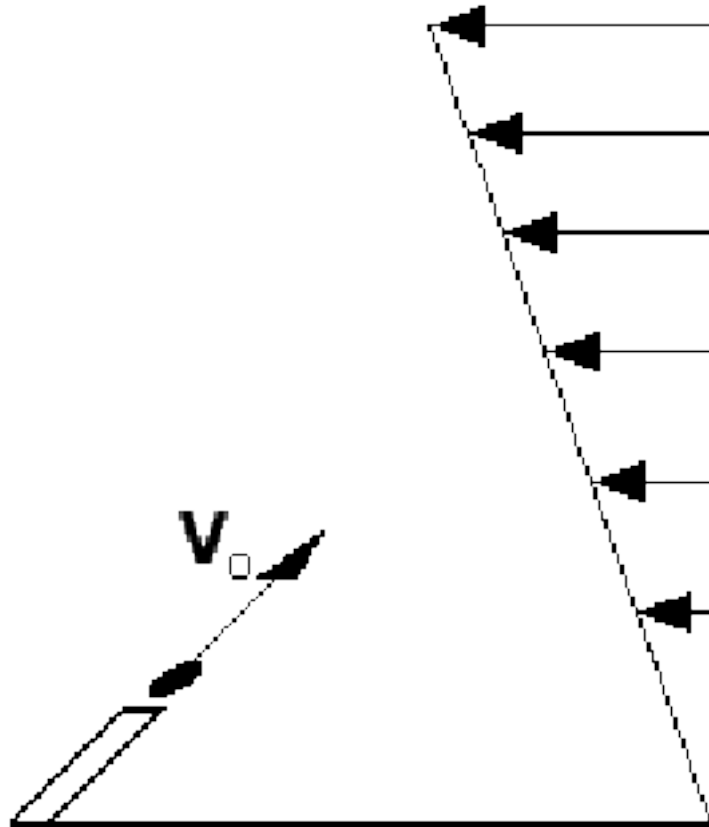


Figure 18:

Zadanie 21

Dany jest układ:

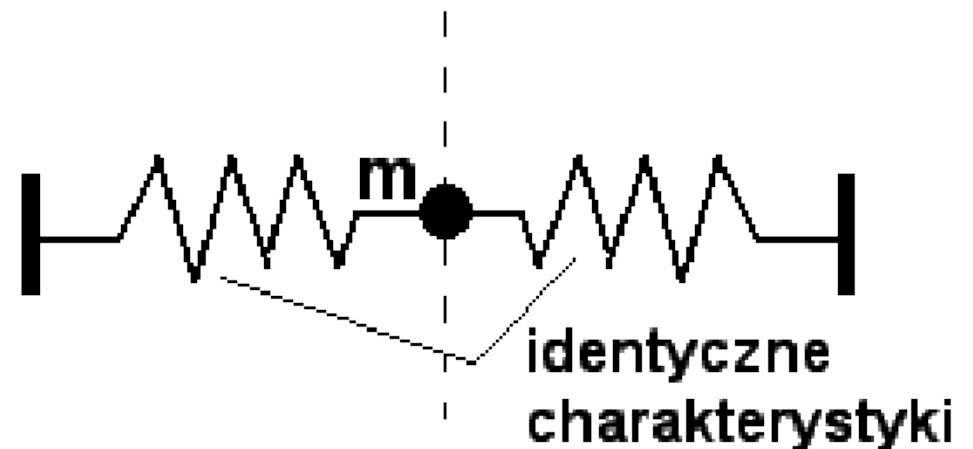


Figure 19:

Ruch masy może odbywać się tylko w pionie, sprężyna o charakterystyce nieliniowej:
 $k = k_1(1 + k_2 \cdot x^2)$.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiały, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $z(t)$, $v_z(t)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiały, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $z_0 \neq 0, v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 22

Dany jest układ:

Ruch masy może odbywać się tylko w pionie.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiały, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $z(t)$, $v_z(t)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

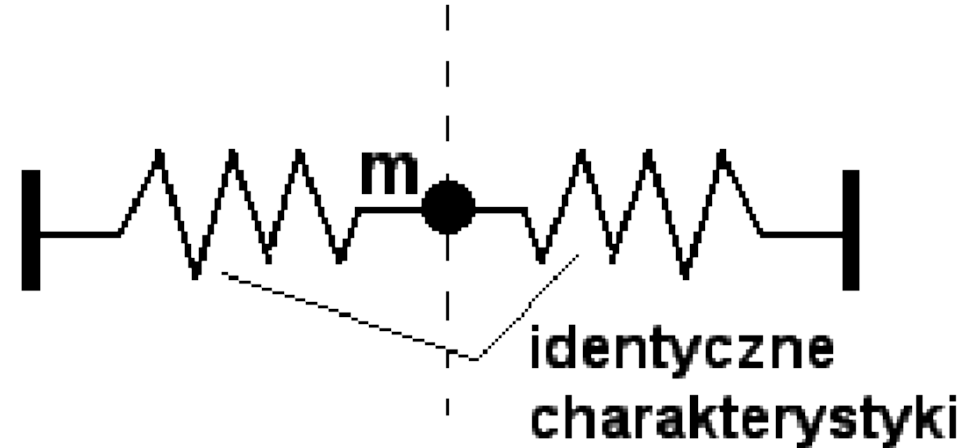


Figure 20:

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiały, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $z_0 \neq 0, v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 23

Dany jest układ:

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiały, współczynniki, itp.).

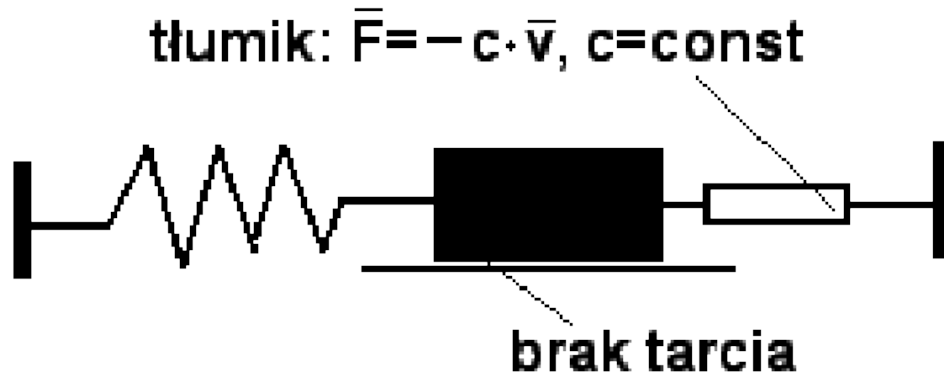


Figure 21:

2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $x(t)$, $v_x(t)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
- Warunki początkowe: $x_0 \neq 0$, $v_0 \neq 0$
- Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
- Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej

Zadanie 24

Dany jest układ:

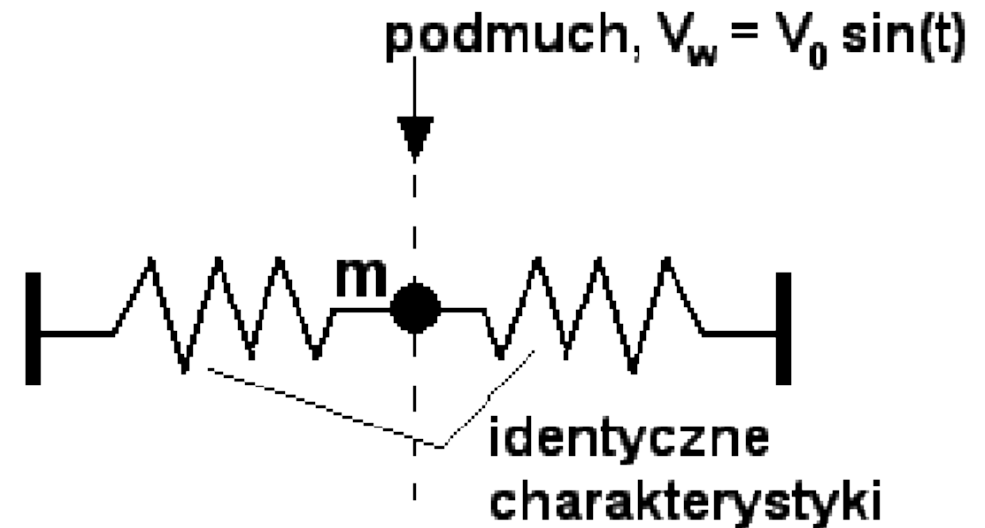


Figure 22:

Ruch masy może odbywać się tylko w pionie, opór powietrza wyraża się wzorem:

$$F_{oporu} = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C$$

gdzie: ρ -gęstość powietrza, v -prędkość kuli względem powietrza, S -powierzchnia odniesienia i C -stały współczynnik.

W ramach zadania należy:

1. Wykonać rysunek (**porządny!**), rysunek powinien zawierać: wprowadzony układ współrzędnych (początek w położeniu równowagi), siły działające na masę, inne wielkości mające wpływ na rozwiązanie zadania (wymiary, współczynniki, itp.).
2. Wyprowadzić różniczkowe równania ruchu.
3. Sprowadzić ww. równania do układu równań I rzędu.
4. Układ równań rozwiązać numerycznie za pomocą procedury `vrk4`.
5. Sporządzić wykresy: $z(t)$, $v_z(t)$.
6. Sporządzić wykres energii mechanicznej w czasie $E_{MECH}(t)$.

Uwagi

- Wszystkie stałe wymagane do rozwiązania zadania (warunki początkowe, wymiary, itp.) proszę zadawać z klawiatury
 - Warunki początkowe: $z_0 \neq 0, v_0 \neq 0$
 - Wykresy sporządzić dla przykładowego zestawu danych (**dane te należy zapisać razem z wykresem**)
 - Wyprowadzenia, rysunki i wykresy należy oddawać w formie pisemnej
-