Zadanie domowe 3

iNFORMATYKA 2

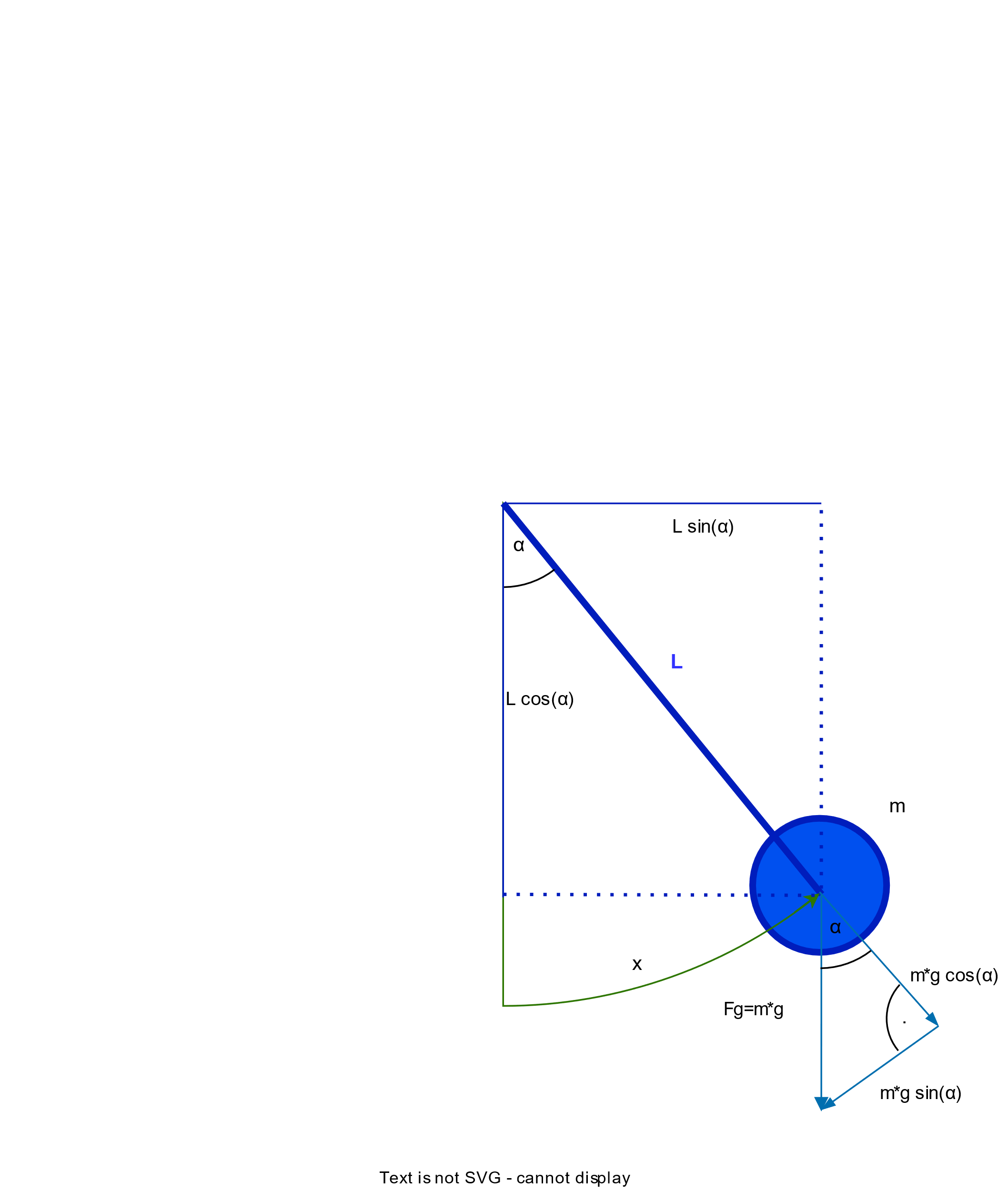
eWA gABRYSZEWSKA (NR INDEKSU)

Prowadzący - mgr inż. Mariusz Rutkowski

Termin oddania – 15.06.2023 r.

2023

# Opis zagadnienia



Rysunek 1 - opis problemu

Wahadło zostało potraktowane jako nieskończenie mały obciążnik na nieważkiej nitce o długości L.  
Oznaczenia używane w rysunkach i obliczeniach:

# Równania ruchu

Na obciążnik działają dwie siły – siła grawitacji i siła naciągu nici. Po rozłożeniu siły na składową normalną do przemieszczenia i styczną zauważamy, że składowa normalna równoważona jest przez siłę naciągu nici (nie obserwujemy przemieszczenia w żadnej innej osi, zmienia ona jedynie kierunek prędkości) Po rozpisaniu powyższego układu równowagi otrzymujemy siłę działającą na obciążnik równą

Jako że w naszym układzie wychylenie obciążnika jest duże, nie możemy traktować go jako układ harmoniczny  
Dla uproszczenia dalszych obliczeń wprowadzimy zmienną przyspieszenia

Przyspieszenie a powoduje przebycie przez obciążnik przemieszczenia x po łuku

Po uproszczeniu otrzymujemy układ równań różniczkowych pierwszego rzędu

gdzie:

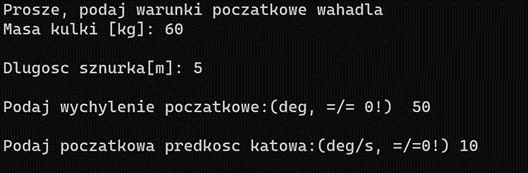
Energia mechaniczna układu określona jest wzorem:S

# Metoda obliczeniowa

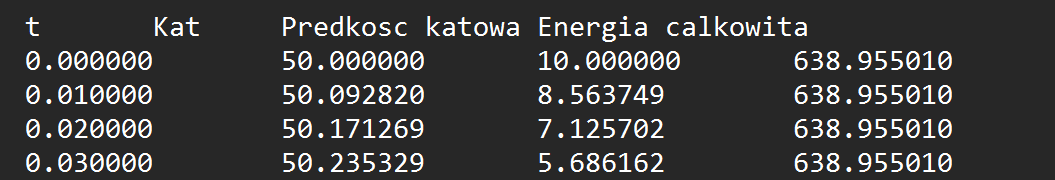
Układ równań został scałkowany przy pomocy metody Runge-Kutta 4-tego rzędu. Czas całkowania: . Krok całkowania .

# wyniki

Symulacja została przeprowadzona dla trzech zestawów danych



Rysunek 2 Ekran konsoli programu z wpisanymi danymi przykładowymi



Rysunek 3 Podgląd formatowania danych Zestawu 2 w wygenerowanym pliku tekstowym

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **T [s]** | **Kat[deg]** | **Prędkość kątowa [deg/s]** | **Energia całkowita[J]** |
| 0 | 50 | 10 | 638,95501 |
| 0,01 | 50,09282 | 8,563749 | 638,95501 |
| 0,02 | 50,171269 | 7,125702 | 638,95501 |
| 0,03 | 50,235329 | 5,686162 | 638,95501 |
| 0,04 | 50,284988 | 4,245432 | 638,95501 |
| 0,05 | 50,320235 | 2,803816 | 638,95501 |
| 0,06 | 50,341063 | 1,361614 | 638,95501 |
| 0,07 | 50,347466 | -0,080873 | 638,95501 |
| 0,08 | 50,339445 | -1,523342 | 638,95501 |
| 0,09 | 50,317001 | -2,965493 | 638,95501 |
| 0,1 | 50,280137 | -4,407026 | 638,95501 |

Tabela 2 Podgląd danych wyeksportowanych do programu Excel

## Zestaw danych 1

Symulacja pierwsza została przeprowadzona dla układu o zmiennych początkowych równych:

## Zestaw danych 2

Symulacja druga przeprowadzona została dla danych identycznych do zestawu 1, poza zmianą długości sznurka.

## Zestaw danych 3

W zestawie danych 3 zwiększona została masa obciążnika:

# Omówienie wyników

Z uzyskanych wyników możemy wyciągnąć kilka wniosków

1. Symulacja spełnia założenia teoretyczne- przy braku oporów powietrza układ nie traci energii, co można zobaczyć zarówno na wykresie Emech(t), jak i zamkniętej ścieżce w wykresie przestrzeni fazowej ω(α)
2. Zmniejszenie długości sznurka skutkuje przyspieszeniem oscylacji obciążnika, co również zgadza się z obserwacjami empirycznymi
3. Masa obciążnika (również zgodnie z obserwacjami) nie wpływa na zmianę okresu wahania a jedynie na całkowitą energię mechaniczną układu