	<p style="text-align: center;"><b>Akademia Górniczo-Hutnicza</b>  <b>Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej</b>  <b>Fizyka Techniczna</b>  <b>Metody Obliczeniowe Fizyki i Techniki 1</b></p>	<p><b>Zrealizował:</b>  Ryś Przemysław</p>
Rok akademicki: 2022/2023	Semestr VI	Grupa projektowa nr 1
<p>Temat projektu:</p> <p style="text-align: center;">Lab 2: Dynamika punktu materialnego</p>		
<p>Data wykonania ćwiczenia</p> <p style="text-align: center;">19.04.2023</p>	<p>Data oddania sprawozdania</p> <p style="text-align: center;">20.04.2023</p>	<p style="text-align: center;">Ocena</p>

## 1 Wstęp

Tematem projektu było rozwiązanie równań ruchu dla punktu materialnego o masie  $m = 1[\text{kg}]$ , poruszającego się w potencjale:

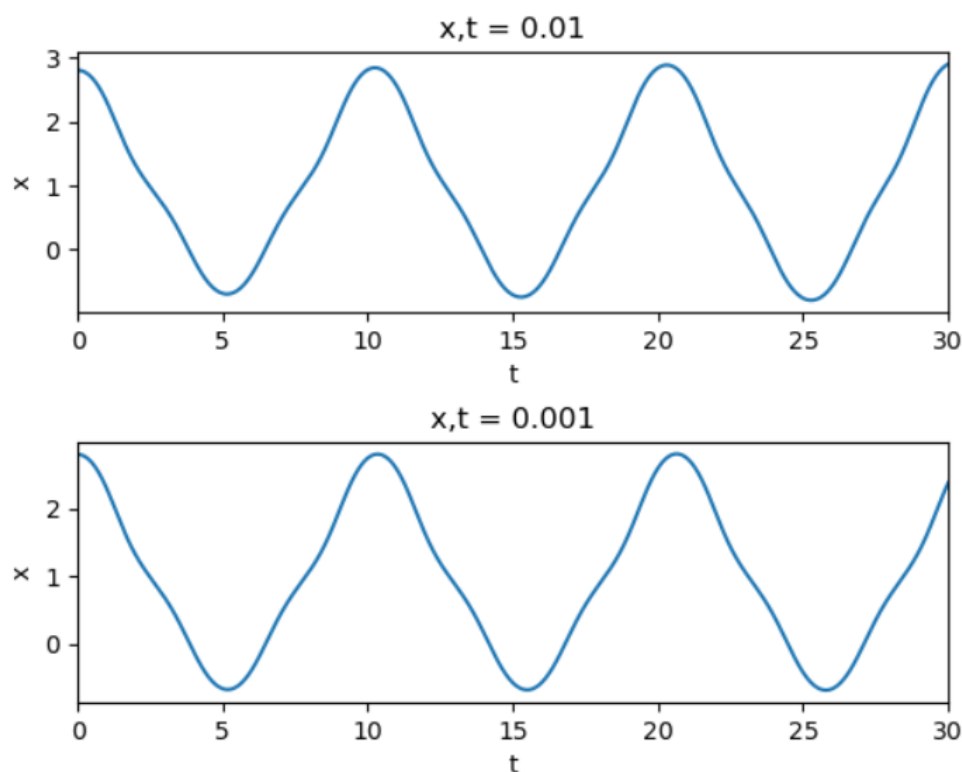
$$V(x) = -e^{(-x^2)} - 1.2e^{-(x-2)^2} \quad [\text{J}] \quad (1)$$

W chwili początkowej ciało znajdowało się w spoczynku  $v = 0$  w punkcie  $x = 2.8[\text{m}]$ .

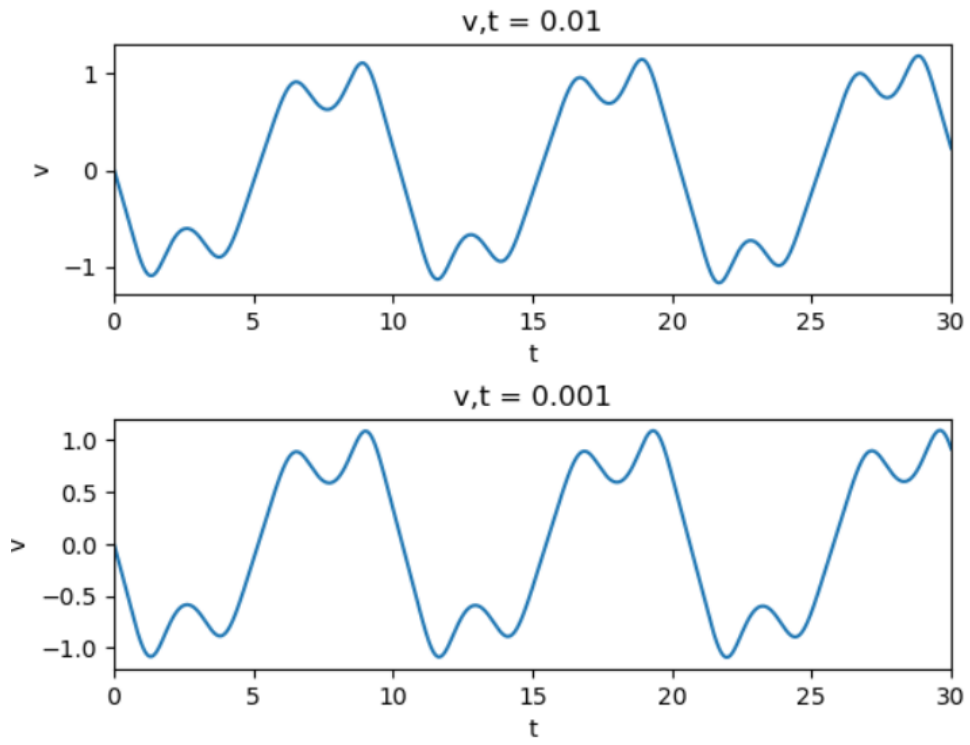
Projekt realizowałem z wykorzystaniem środowiska Jupyter opartego na kernelu Python 3. Przydatna w realizacji tego projektu była biblioteka sympy, która umożliwiała obliczanie pochodnej symbolicznie, bez niepotrzebnych błędów przybliżeń.

## 2 Wyniki symulacji

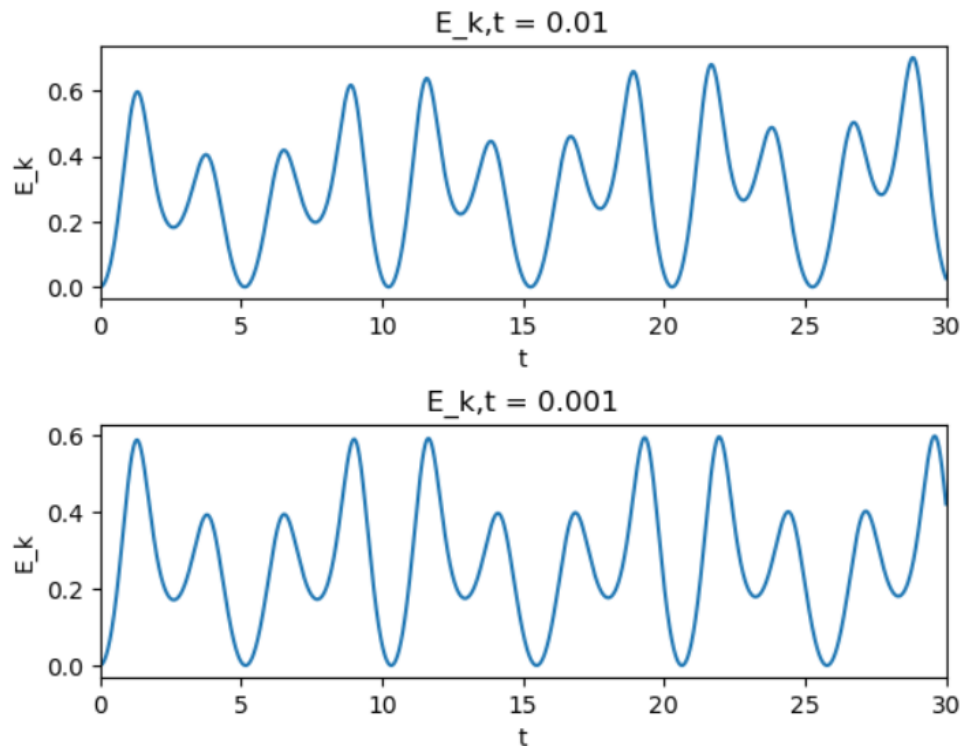
### 2.1 1. Całkowanie równań ruchu jawnym schematem Eulera.



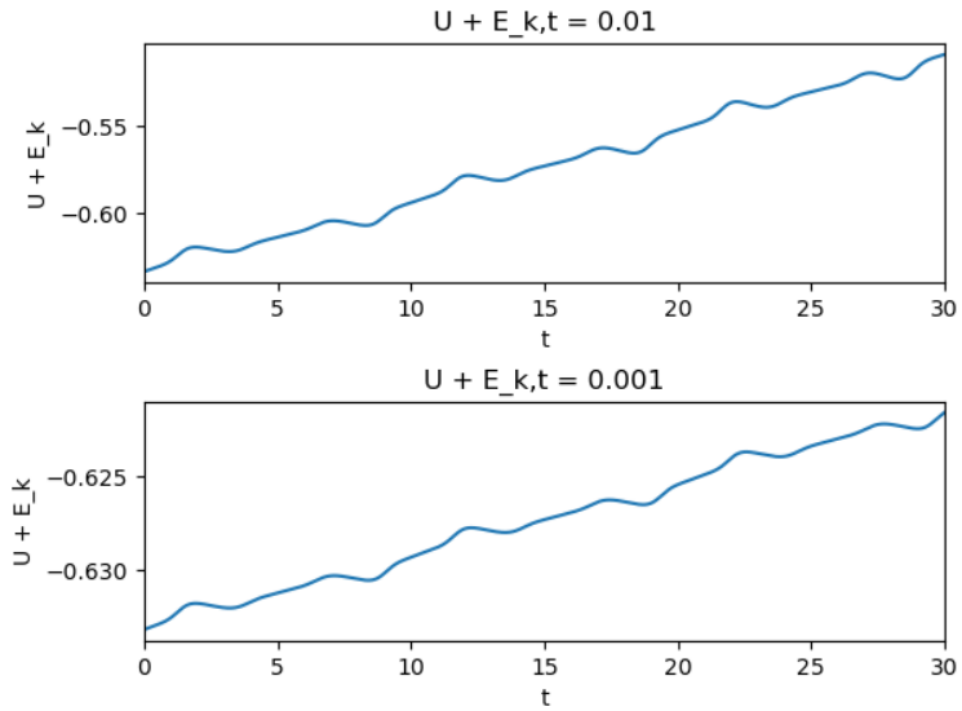
Rys. 1: Wykres położenia  $x$  punktu od czasu, dla kroku czasowego  $dt1 = 0.01$  oraz  $dt2 = 0.002$ .



Rys. 2: Wykres prędkości  $v$  punktu od czasu, dla kroku czasowego  $dt1 = 0.01$  oraz  $dt2 = 0.002$ .

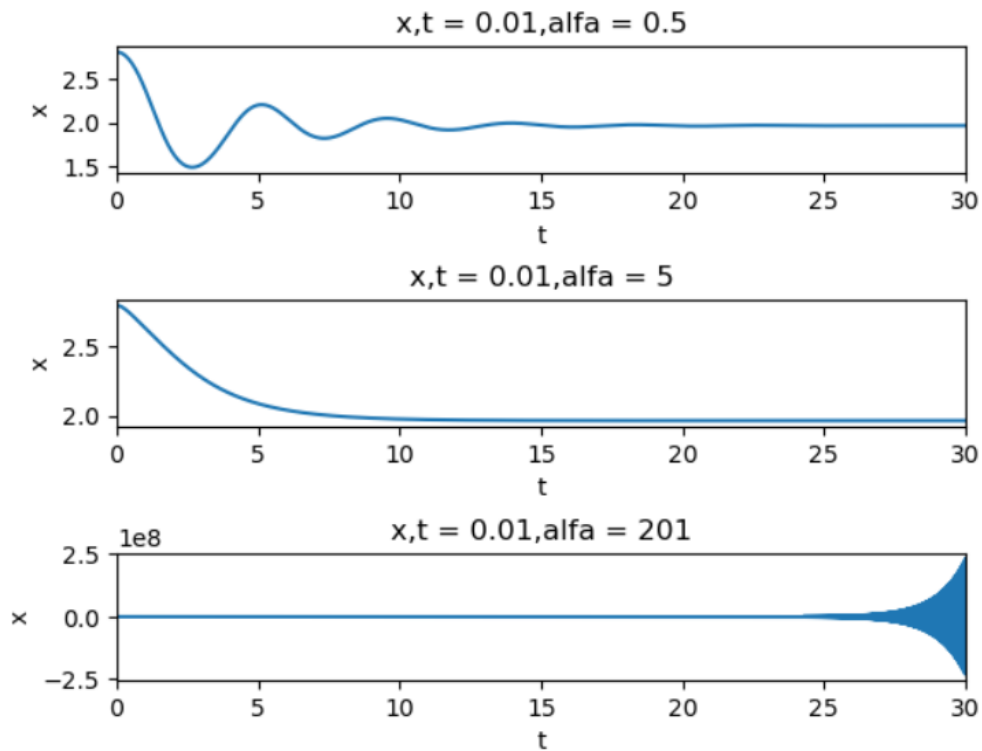


Rys. 3: Wykres energii kinetycznej  $E_k$  punktu od czasu, dla kroku czasowego  $dt1 = 0.01$  oraz  $dt2 = 0.002$ .

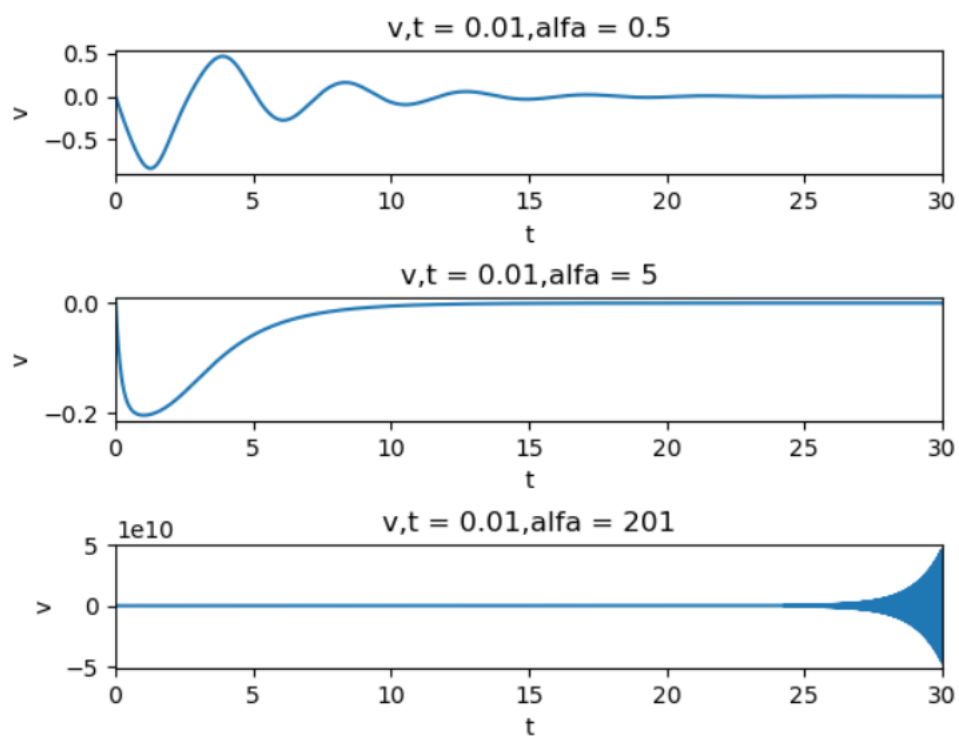


Rys. 4: Wykres energii całkowitej  $E_k + U$  punktu od czasu, dla kroku czasowego  $dt1 = 0.01$  oraz  $dt2 = 0.002$ .

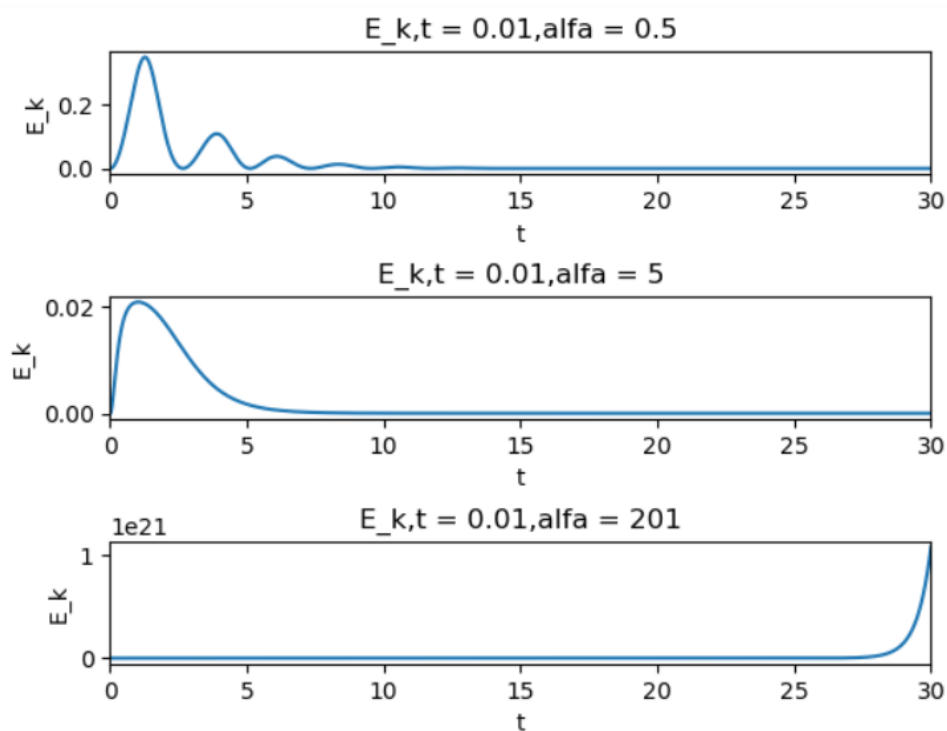
## 2.2 2. Całkowanie równań z oporami ruchu.



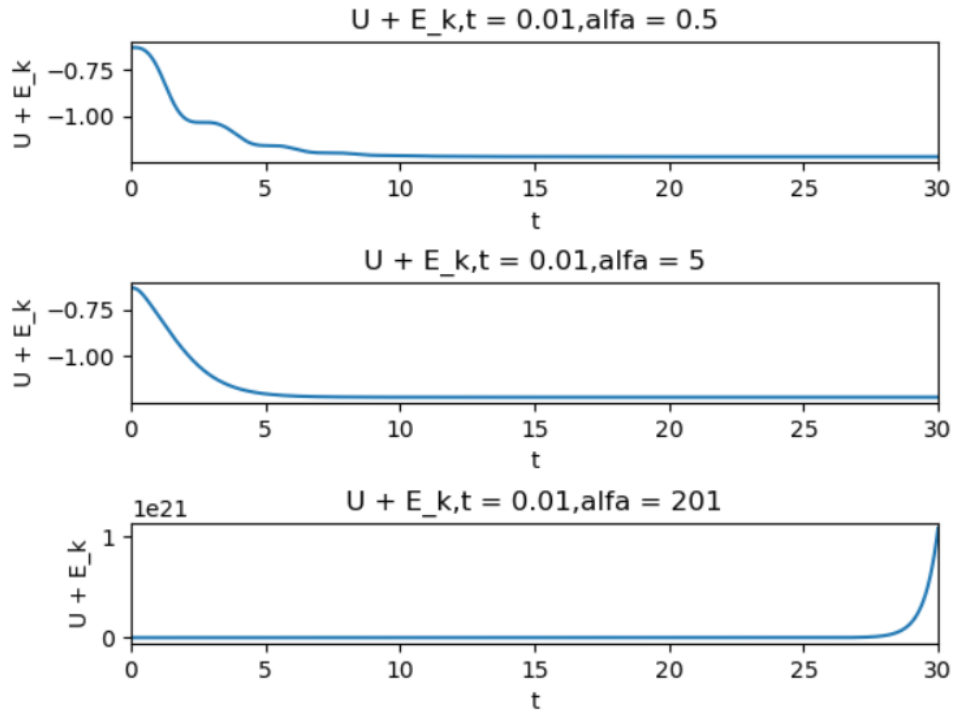
Rys. 5: Wykres położenia  $x$  punktu od czasu, dla kroku czasowego  $dt1 = 0.01$  oraz trzema różnymi parametrami tłumienia.



Rys. 6: Wykres prędkości  $v$  punktu od czasu, dla kroku czasowego  $dt1 = 0.01$  oraz trzema różnymi parametrami tłumienia.



Rys. 7: Wykres energii kinetycznej  $E_k$  punktu od czasu, dla kroku czasowego  $dt1 = 0.01$  oraz trzema różnymi parametrami tłumienia.



Rys. 8: Wykres energii całkowitej  $E_k + U$  punktu od czasu, dla kroku czasowego  $dt_1 = 0.01$  oraz trzema różnymi parametrami tłumienia.

### 2.3 3. Iteracja we wzorze trapezów.

```

Wartość początkowa x i v: 1 1
x i v: [2.79975141] [-0.02942378] z różnicą dx i dv [-1.79975141] [1.02942378]
x i v: [2.79979706] [-0.02029383] z różnicą dx i dv [-4.56497143e-05] [-0.00912994]
x i v: [2.79979706] [-0.02029397] z różnicą dx i dv [6.93928682e-10] [1.38785777e-07]
x i v: [2.79979706] [-0.02029453] z różnicą dx i dv [2.7712013e-09] [5.54240218e-07]

```

Rys. 9: Pierwszy krok czasowy generowany wzorem trapezów dla  $\alpha = 0$  oraz  $\Delta t = 0.01$ .

### 2.4 4. Całkowanie równań ruchu metodą trapezów.

