

Skrypt do pobrania:

# Symulacja Masy Sprężystej - Analiza Skryptu i Zastosowania Fizyki

Ten artykuł wyjaśnia szczegółowo działanie interaktywnej symulacji masy poruszającej się pod wpływem grawitacji, siły wiatru, odbić i tarcia. Skrypt wykorzystuje bibliotekę **Matplotlib** oraz interfejs **Tkinter** do stworzenia graficznej symulacji i wizualizacji danych fizycznych w czasie rzeczywistym.

## 1. Ustawienia początkowe i stałe fizyczne

```
```python g = 9.81 # Przyspieszenie ziemskie (m/s^2) m = 0.15 # Masa kulki (kg) restitution = 0.7 #
Współczynnik sprężystości time_step = 0.05 # Krok czasowy (s) friction_coefficient = 0.5 #
Współczynnik tarcia ```
```

Podstawowe stałe fizyczne zostały zdefiniowane na początku. Przyspieszenie ziemskie  $(g = 9.81 \text{ m/s}^2)$ , a masa kulki  $(m = 0.15 \text{ kg})$ .

**Współczynnik sprężystości** odpowiada za sposób odbicia od podłoża:

$$v_{\text{po odbiciu}} = -v_{\text{przed odbiciem}} \cdot \text{restitution}$$

## 2. Równania ruchu

```
```python ax_acc = Fw / m # Przyspieszenie poziome od wiatru ay_acc = -g # Przyspieszenie pionowe
(grawitacja)
```

```
vx += ax_acc * time_step vy += ay_acc * time_step
```

```
x += vx * time_step + 0.5 * ax_acc * time_step**2 y += vy * time_step + 0.5 * ay_acc * time_step**2
```
```

Tutaj zastosowano klasyczne równania kinematyki:

$$a_x = \frac{F_{\text{wiatr}}}{m}, \quad a_y = -g$$

$$v = v_0 + a \cdot \Delta t$$

$$x = x_0 + v \cdot \Delta t + \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2$$

## 3. Odbicia i tarcie

```
```python if y <= y_min:
```

```

y = y_min
vy = -vy * restitution
if abs(vy) < 0.5:
    friction_acc = friction_coefficient * g
    ...

```

```

...

```

Gdy kulka uderza o ziemię, odwracana jest pionowa składowa prędkości i zmniejszana zgodnie z:

$$v_y' = -v_y \cdot \text{restitution}$$

Jeśli prędkość pionowa jest mała, działa **tarcie kinetyczne**:

$$F_{\text{tarcie}} = \mu \cdot m \cdot g$$

Co daje przyspieszenie hamujące:

$$a_{\text{tarcie}} = \mu \cdot g$$

## 4. Wizualizacja sił wektorowych

```

python g_vector = draw_arrow(x, y, 0, -1, 'blue') wind_vector = draw_arrow(x, y, wind_force, 0, 'green') resultant_vector = draw_arrow(x, y, vx * velocity_scale, vy * velocity_scale, 'purple')

```

Strzałki reprezentują:

- siłę grawitacji – zawsze skierowaną w dół,
- siłę wiatru – poziomą,
- wektor prędkości – skalowaną wartość prędkości całkowitej.

Każdy wektor może być analizowany za pomocą równań składowych lub w zapisie biegunowym:

$$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}, \quad \theta = \arctan\left(\frac{v_y}{v_x}\right)$$

## 5. Wykresy dodatkowe

Dwa dodatkowe wykresy pokazują zmiany wartości w czasie:

- prędkość całkowita:  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$
- przyspieszenie całkowite:  $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$

```

python line_speed.set_data(time_list, speed_list) line_acc.set_data(time_list, acc_list)

```

## 6. Wykres biegunowy

```

python draw_polar_arrow(polar_ax, gravity_angle, gravity_magnitude, 'blue', 'Gravity')

```

```
draw_polar_arrow(polar_ax, wind_angle, wind_magnitude, 'green', 'Wind') draw_polar_arrow(polar_ax, velocity_angle, velocity_magnitude, 'purple', 'Velocity') ````
```

Wykres biegunowy przedstawia kierunki i wartości wektorów sił oraz prędkości.

Zastosowanie układu biegunowego ułatwia analizę zależności kierunkowych między siłami i ruchem.

## 7. Interfejs GUI

```
``python wind_slider = tk.Scale(..., command=update_wind) spring_slider = tk.Scale(..., command=update_spring) ````
```

GUI umożliwia użytkownikowi interaktywne sterowanie:

- **siłą wiatru** (od -2 do 2 N),
- **współczynnikiem sprężystości** (od 0 do 1),
- restartowaniem symulacji.

## 8. Podsumowanie

Symulacja umożliwia dynamiczną analizę ruchu ciała w polu sił z uwzględnieniem podstawowych praw fizyki:

- II zasada dynamiki Newtona:  $\vec{F} = m \vec{a}$
- Zasady kinematyki dla ruchu jednostajnie zmiennego
- Prawo odbicia i tarcia dynamicznego

Kod stanowi przykład połączenia **symulacji fizycznej**, **wizualizacji danych** oraz **interfejsu użytkownika**.

From:

<https://wiki.ostrowski.net.pl/> - **Kacper's Wiki**

Permanent link:

[https://wiki.ostrowski.net.pl/doku.php?id=narzedzia:apple\\_sim\\_py&rev=1746612082](https://wiki.ostrowski.net.pl/doku.php?id=narzedzia:apple_sim_py&rev=1746612082)

Last update: **2025/05/07 12:01**