

SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

TEMAT: Wyznaczanie współczynnika tłumienia gumy krawieckiej			
Wydział	Matematyki Stosowanej	Kierunek	Informatyka
Grupa/Sekcja	2/C	Rok akademicki	2021
Rok studiów	I	Semestr	2
Oświadczam, że niniejsze sprawozdanie jest całkowicie moim/naszym dziełem, że żaden z fragmentów sprawozdania nie jest zapożyczony z cudzej pracy. Oświadczam, że jestem świadoma/świadom odpowiedzialności karnej za naruszenie praw autorskich osób trzecich.			
Lp.	Imię i nazwisko	Podpis	
1.	Grzegorz Koperwas		
2.			
3.			

Ocena poprawności elementów sprawozdania

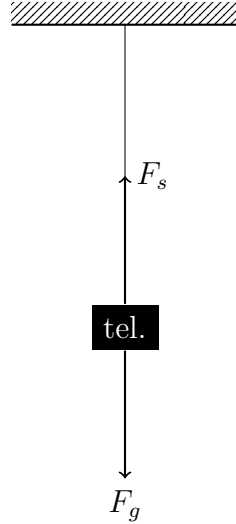
data oceny	wstęp i cel ćwiczenia	struktura sprawozdania	obliczenia	rachunek niepewności	wykres	zapis końcowy	wnioski

Ocena końcowa

OCENA lub LICZBA PUNKTÓW	
DATA PODPIS	

1. Wstęp teoretyczny

Celem doświadczenia było wyznaczenie współczynnika tłumienia gumki β poprzez mierzenie przyspieszenia zawieszanej na niej masy.



Gdzie:

- **tel.** - zawieszona masa, w tym przypadku telefon z akcelerometrem.
- F_g - siła ciężenia.
- F_s - siła sprężystości.

Rysunek 1: Układ pomiarowy w stanie spoczynku

Drgania ciężarka na gumce są drganiami harmonicznymi, zatem możemy skorzystać z logarytmicznego dekrementu drgań:

$$\begin{aligned}\beta T_o &= \frac{1}{m - i} \ln \frac{a_i}{a_m}, \quad m = 0, \quad a_i = a(t_i) \\ \beta &= \frac{1}{-iT_o} \ln \frac{a(t_i)}{a_0}, \quad T_o = \frac{t_i}{i}, \quad i > 0 \\ \beta &= -\frac{1}{t_i} \ln \frac{a(t_i)}{a(t_0)}, \quad [\beta] = \frac{1}{s} \\ \beta \cdot t_i &= \left| -\ln \frac{a(t_i)}{a(t_0)} \right|\end{aligned}$$

Zatem możemy odczytać β jako nachylenie wykresu $z_i(T_i)$, gdzie:

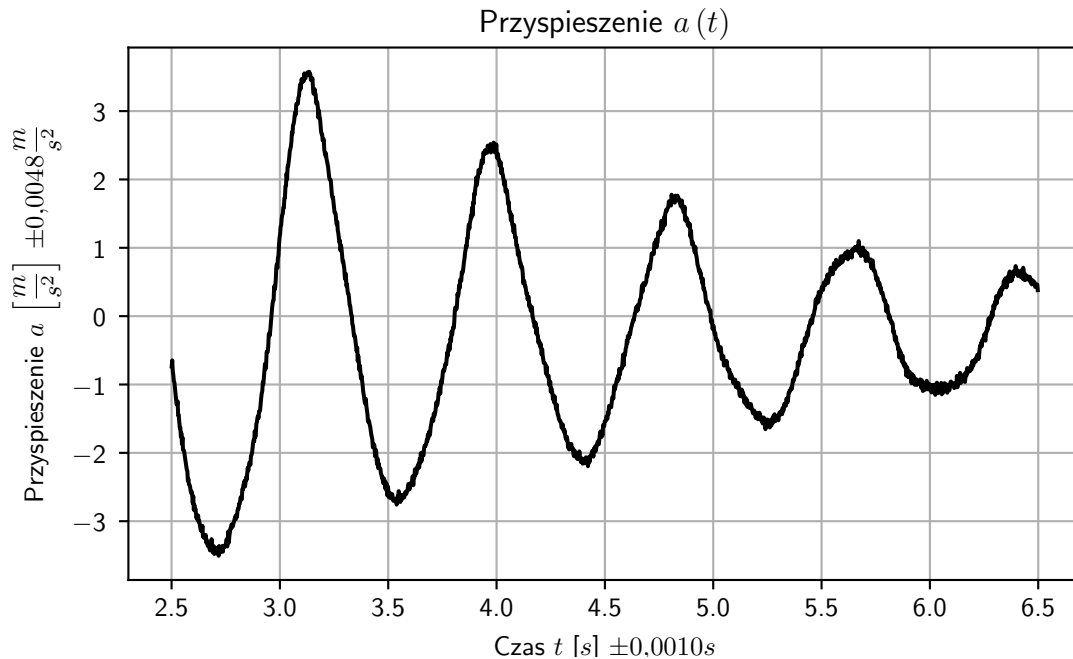
$$z_i = \ln \frac{a(t_i)}{a(t_0)} \tag{1}$$

$$T_i = t_i - t_0 \tag{2}$$

2. Wyniki pomiarów:

Tabela z czystymi wynikami pomiarów jest, ze względu na swój rozmiar, w załączonym Excelu.

Rozpatrywany jest przedział czasowy od 2,5s do 6,5s.



Rysunek 2: Wycinek wykresu przyspieszenia od czasu

2.1. Niepewności urządzeń pomiarowych

Telefon, którym były dokonywane pomiary, posiada akcelerometr zintegrowany w układzie BOSCH BMI120.

W danych wygenerowanych przez użytą aplikację znajduje się informacja o rozdzielczości akcelerometru równej $0,0012 \frac{m}{s^2}$.

Według informacji producenta, w największym zakresie S_{16g} , czułość układu wynosi $\frac{1}{2048}g \approx 0,0048 \frac{m}{s^2}$ w temperaturze $25^\circ C$. Odchylenie punktu zerowego wynosi zwykle $\pm 0,150g$.

Na potrzeby pracy została przyjęta niepewność akcelerometru $u(a) = 0,0048 \frac{m}{s^2}$

Niepewność czasu nie została podana przez aplikację, zatem przyjmujemy $u(t) = 0,0010s$. Pomiary były dokonywane co $0,0025s$.

3. Przetwarzanie danych oraz obliczone wartości

Z wykresu odczytujemy maksymalne oraz minimalne wartości:

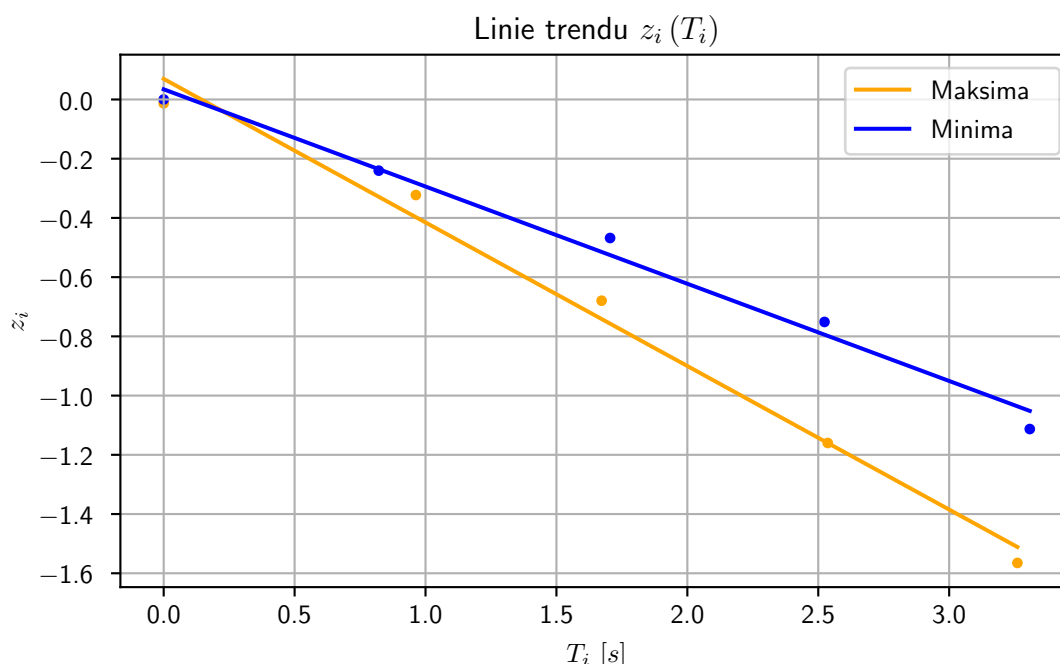
t [s]	$ a $ [$\frac{m}{s^2}$]
3,135	3,460
4,099	2,539
4,808	1,777
5,672	1,099
6,396	0,733

Tablica 1: Tablica dla wartości maksymalnych

t [s]	$ a $ [$\frac{m}{s^2}$]
2,717	3,506
3,538	2,757
4,422	2,196
5,241	1,654
6,025	1,152

Tablica 2: Tablica dla wartości minimalnych

Następnie dla każdego czasu t_i w tabeli 1 oraz oddzielnie dla tabeli 2 obliczamy pary z_i oraz T_i zgodnie z równaniem (1.).



Rysunek 3: Wykres dla obu zestawów wartości

Dla prostych z wykresu na rysunku 3. obliczamy współczynniki, gdzie wartość bezwzględna nachylenia $|m| = \beta$.

Zatem:

$$\begin{aligned} \text{Dla maksimów: } & \beta_{\max} = 0,485 \frac{1}{s}; & u(\beta_{\max}) &= 0,031 \frac{1}{s} \\ \text{Dla minimów: } & \beta_{\min} = 0,328 \frac{1}{s}; & u(\beta_{\min}) &= 0,022 \frac{1}{s} \end{aligned}$$

4. Wnioski

Dla otrzymanych wcześniej wartości obliczamy średnią ważoną¹, za niepewność przyjmujemy największą poprzednią wartość.

Ostatecznie:

$$\beta = 0,381 \frac{1}{s}; u(\beta) = 0,031 \frac{1}{s}$$

5. Sposoby na ograniczenie błędów

Głównym problemem podczas przeprowadzania doświadczenia była mała amplituda drgań możliwa na zbyt krótkim kawałku gumki. Użycie dłuższej gumki pozwoliłoby na rejestrowanie drgań przez dłuższy okres.

Innym sposobem na ograniczenie błędów jest zwiększenie ilości dokonanych pomiarów. Zamiast rejestrować jedynie wartości minimalne i maksymalne z jednego pomiaru, lepiej było by dokonać dziesięciu (lub nawet 50) pomiarów. Częściowa automatyzacja² procesu odczytywania wartości maksymalnego i minimalnego przyspieszenia została dokonana na potrzeby tego doświadczenia.

¹Gdzie wagami są kwadraty odwrotności niepewności

²Został wykorzystany skrypt zwracający największą oraz najmniejszą wartość a dla podanego t z przedziału $(t - 0,1; t + 0,1)$