

Nr. ćwic.	Data	Imię i nazwisko	Wydział	Semestr	Grupa II nr. lab.
121	29 listopada 2019	Jakub Gosławski 141222 Michał Wiśniewski 141355	Informatyki	3	5
Prowadzący: Wojciech Marciniak				Ocena:	

Temat ćwiczenia: Badanie rezonansu mechanicznego

## 1 Podstawy Teoretyczne

Rodzaj ruchu, jaki wykonuje ciało, jest określony przez własności siły na nie działającej. Ruch nazywamy harmonicznym, jeżeli siła działająca na ciało jest skierowana do jednego punktu, będącego położeniem równowagi i jej wartość jest proporcjonalna do wychylenia ciała z położenia równowagi.

Układ fizyczny posiadający powyższe własności nazywamy oscylatorem harmonicznym.

W rozważanym w tym zadaniu przykładzie mamy doczynienia z ruchem harmonicznym prostym, ponieważ działają tylko siły sprężystości.

### 1.1 Wzory

$$\beta = \frac{1}{T} \ln \frac{A_n}{A_{n+1}} \quad (1)$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} \quad (2)$$

$$\omega' = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \quad (3)$$

$$\tau = \frac{1}{2\beta} \quad (4)$$

$$Q = \omega_0 \tau = \frac{\omega_0}{2\beta} \quad (5)$$

(1) współczynnik wytłumienia (2,3) częstotliwość kołowa (4) czas relaksacji (5) dobroć oscylatora

## 2 Wyniki Pomiarów i Obliczenia

### 2.1 Elektromagnes 0V

Zmierzony czas 10 wachnięć - 17.01s

Okres  $T = \frac{17.01s}{10} = 1.70s$

$$\omega = 3.69 \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

$$\omega' = 3.69 \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

Ponieważ dla tej wartości napięcia w elektromagnecie wartość  $\beta$  jest bardzo mała, po zaokrągleniu  $\omega = \omega'$

Zmierzone amplitudy kolejnych wachnięć i obliczone współczynniki tłumienia:

A[cm]	$\beta \left[\frac{1}{s}\right]$
18.0	0.00657
17.8	0.00664
17.6	0.00672
17.4	0.00680
17.2	

$$\beta_{sr} = 0.00668 \left[\frac{1}{s}\right]$$

$$\tau = 74.83[s]$$

$$Q = 276.41$$

### 2.1.1 Drgania wymuszone

Tablica 1: Pomiary amplitudy i czasu dziesięciu wachnięć oraz obliczone okresy drgań i częstotliwości kołowe dla różnych wartości natężenia prądu w silniku

I [A]	10t [s]	A [cm]	T [s]	$\omega' [1/s]$
5	27.76	1	2.776	2.263
5.5	24.35	1	2.435	2.580
6	22.25	1.6	2.225	2.824
6.5	20.86	2.6	2.086	3.012
7	18.64	4	1.864	3.371
7.5	17.61	16.2	1.761	3.568
8	16.12	5.4	1.612	3.898
8.5	15.57	3.2	1.557	4.035
9	14.99	1.4	1.499	4.192
9.5	13.93	1.2	1.393	4.511
10	13.26	1	1.326	4.738

Częstotliwość rezonansowa:

$$\omega = 3.568 \left[\frac{rad}{s}\right]$$

Całkowita szerokość rezonansu:

$$2\Delta\omega_{\frac{1}{2}} = 0.0134 \left[\frac{1}{s}\right]$$

Dobroć oscylatorowa wyliczona ze wzoru (5):

$$Q = 276.41$$

## 2.2 Elektromagnes 10V

Zmierzony czas 10 wachnięć - 17.49s

Okres  $T = \frac{17.49s}{10} = 1.75s$

$$\omega = 3.59 \left[\frac{rad}{s}\right]$$

$$\omega' = 3.59 \left[\frac{rad}{s}\right]$$

Zmierzone amplitudy kolejnych wachnięć i obliczone współczynniki tłumienia

$$\beta_{sr} = 0.167 \left[\frac{1}{s}\right]$$

$$\tau = 2.996[s]$$

$$Q = 10.76$$

A[cm]	$\beta \left[ \frac{1}{s} \right]$
18.0	0.112
14.8	0.191
10.6	0.175
7.8	0.189
5.6	

### 2.2.1 Drgania wymuszone

Tablica 2: Pomiary amplitudy i czasu dziesięciu wachnięć oraz obliczone okresy drgań i częstotliwości kołowe dla różnych wartości natężenia prądu w silniku

I [A]	10t [s]	A [cm]	T [s]	$\omega'$ [1/s]
5	26.68	0.8	2.668	2.349
5.5	24.13	1.2	2.413	2.599
6	22.08	1.2	2.208	2.841
6.5	20.17	1.8	2.017	3.111
7	19.2	2.8	1.92	3.268
7.5	17.41	4.8	1.741	3.605
8	16.45	2.2	1.645	3.816
8.5	15.32	1.6	1.532	4.098
9	14.4	1	1.44	4.360
9.5	14.12	0.8	1.412	4.447
10	13.08	0.6	1.308	4.801

Częstotliwość rezonansowa:

$$\omega = 3.605 \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

Całkowita szerokość rezonansu:

$$2\Delta\omega_{\frac{1}{2}} = 0.334 \left[ \frac{1}{s} \right]$$

Dobroć oscylatorowa wyliczona ze wzoru (5):

$$Q = 10.76$$

### 2.3 Elektromagnes 10V

Zmierzony czas 3 wachnięć - 5.33s, po 3 wachnięciach wachadło zatrzymało się

$$\text{Okres } T = \frac{5.33s}{3} = 1.77s$$

$$\omega = 3.53 \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

$$\omega' = 3.43 \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

Zmierzone amplitudy kolejnych wachnięć i obliczone współczynniki tłumienia:

A[cm]	$\beta \left[ \frac{1}{s} \right]$
18.0	0.582
6.4	0.655
2.0	0.1.296
0.2	

$$\begin{aligned}\beta_{sr} &= 0.844 \left[ \frac{1}{s} \right] \\ \tau &= 0.592 [s] \\ Q &= 2.09\end{aligned}$$

### 2.3.1 Drgania wymuszone

Tablica 3: Pomiary amplitudy i czasu dziesięciu wahanć oraz obliczone okresy drgań i częstotliwości kołowe dla różnych wartości natężenia prądu w silniku

I [A]	10t [s]	A [cm]	T [s]	$\omega'$ [1/s]
5	26.59	0.8	2.659	2.207
5.5	24.14	0.8	2.414	2.462
6	22.05	1	2.205	2.722
6.5	20.57	1.2	2.057	2.936
7	18.59	1.2	1.859	3.273
7.5	17.46	1.4	1.746	3.498
8	16.19	1.2	1.619	3.788
8.5	15.33	1	1.533	4.011
9	14.35	0.8	1.435	4.296
9.5	13.61	0.6	1.361	4.539
10	13.07	0.6	1.307	4.733

Częstotliwość rezonansowa:

$$\omega = 3.498 \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

Całkowita szerokość rezonansu:

$$2\Delta\omega_{\frac{1}{2}} = 1.689 \left[ \frac{1}{s} \right]$$

Dobroć oscylatorowa wyliczona ze wzoru (5):

$$Q = 2.09$$

## 3 Dyskusja Błędów Pomiarowych

Ponieważ nie można było zatrzymywać wahadła aby dokonać dokładnego pomiaru, pomiary musiały być wykonywane dość nieprecyzyjnie, ze względu na brak precyzji ludzkiego oka i refleksu. Same niepewności pomiarowe wynosiły odpowiednio 0.01s dla stopera i 0.2 cm dla podziałki amplitudy. Z powodu znaczącej ale trudnej do zdefiniowania niepewności wynikającej z błędu ludzkiego, jest ona pomijana.

## 4 Wnioski

Niezależnie od siły wyhamowującej działającej na ciało jego częstotliwość rezonansowa pozostaje stała, co można odczytać z wykresów.

## 5 Wykresy



