

Wprowadzenie teoretyczne

Doświadczenie „KAMERTON”

1. Drgania harmoniczne proste i tłumione

Drganiami harmonicznymi nazywamy ruch masy m (tzw. oscylatora) wzdłuż współrzędnej x , który może być opisany równaniem:

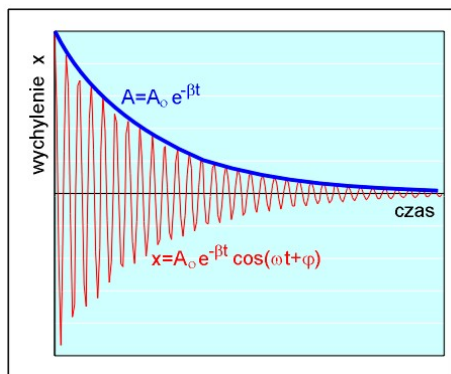
$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

gdzie:

A - amplituda; ω - częstość kołowa drgań; φ - faza początkowa.

W przypadku drgań tłumionych, równanie to przyjmuje postać funkcji:

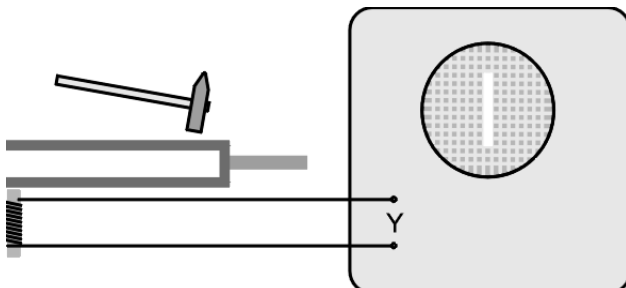
$$x(t) = A_0 \cdot e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$$



Funkcja ta jest iloczynem dwóch funkcji: $A_0 e^{-\beta t}$ oraz $\cos(\omega t + \varphi)$. Druga funkcja informuje iż są to drgania harmoniczne, natomiast pierwsza określa zanik amplitudy w czasie. W wykładniku eksponenty znajduje się współczynnik tłumienia β wyrażony w jednostkach [1/s].

2. Miara amplitudy drgań kamertonu

Kamerton to przyrząd mechaniczny w formie stalowych widełek do wytwarzania fali dźwiękowej o ustalonej częstotliwości. Podstawowy kamerton wydaje dźwięk o częstotliwości 440 Hz (ton a^1). W zasadzie rozważania o wartości amplitudy drgań kamertonu są nieuzasadnione, bowiem w każdym jego miejscu są różne. Natomiast niepozbawione sensu jest mówienie zarówno o zmianach amplitudy drgań kamertonu, jak o mierze amplitudy. Miara amplitudy odzwierciedla się na ekranie oscyloskopu. Technicznie odbywa się to w sposób przedstawiony na rysunku:



Rytm drgań stalowych widełek kamertonu przenosi się na zaburzenie pola magnetycznego, którego źródłem jest namagnesowany rdzeń otoczony cewką indukcyjną. Zmiany indukcji pola magnetycznego indukują siłę elektromotoryczną w zwojach cewki, która podłączona jest do wejścia "Y" oscyloskopu.

Zagadnienia do przygotowania:

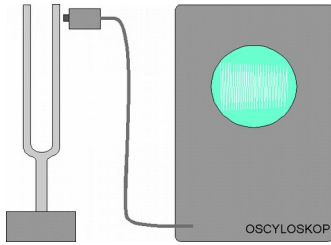
- wychylenie, amplituda i częstość w drganiach harmonicznym prostym i tłumionym,
- współczynnik tłumienia (definicja, jednostka),
- zasada działania oscyloskopu.

„KAMERTON”

Student 1: Wyznaczanie współczynnika tłumienia.

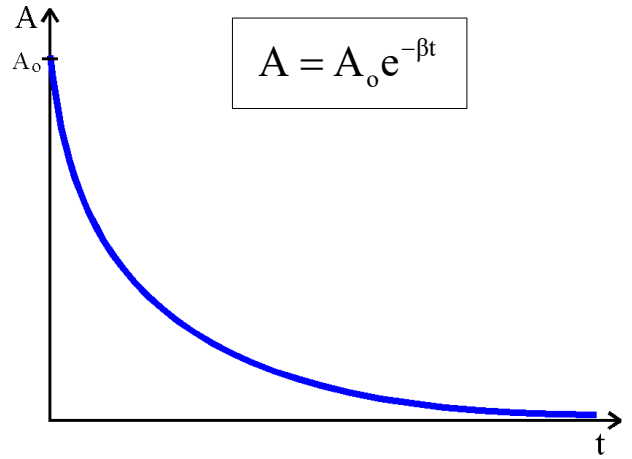
Student 2: Sprawdzanie zależności amplitudy drgań gasnących od czasu.

Baza teoretyczna

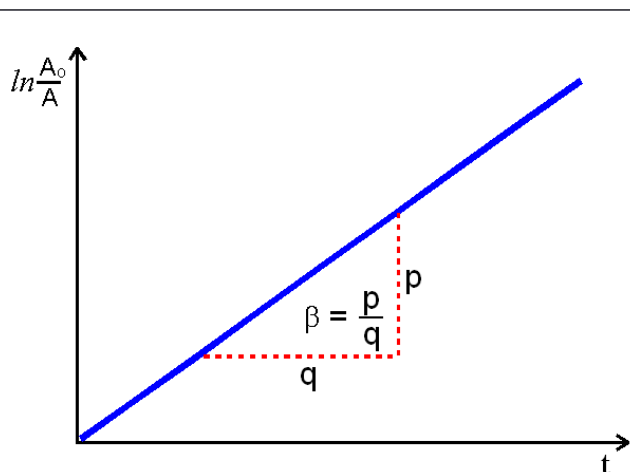


Zarówno w celu wyznaczenia współczynnika tłumienia jak i sprawdzenia teoretycznej zależności amplitudy drgań tłumionych od czasu, wystarczy zmierzyć wielkość proporcjonalną do amplitudy drgań.

Funkcja $A(t)$ opisuje zanik amplitudy drgań gasnących w czasie.



Obserwację zaniku amplitudy drgań w czasie można przeprowadzić wykorzystując **kamerton**, **przetwornik elektromagnetyczny** (który drgania kamertonu przekształca w przebieg elektryczny (napięcie)), **miernik napięcia elektrycznego** (którym może być oscyloskop lub miernik napięcia).

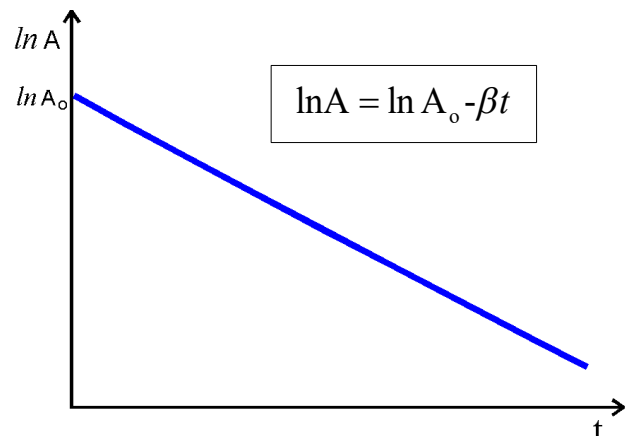


Zatem, aby **wyznaczyć współczynnik tłumienia** kamertonu należy:

- wykonać pomiary zależności amplitudy (w praktyce mierzymy wielkość elektryczną proporcjonalną do amplitudy) od czasu,
- sporządzić wykres zależności

$$\ln \frac{A_0}{A} \text{ od } t$$

- odczytać wartość współczynnika tłumienia.



Zatem, aby **sprawdzić zależność** amplitudy drgań kamertonu od czasu należy:

- wykonać pomiary zależności amplitudy (w praktyce mierzymy wielkość elektryczną proporcjonalną do amplitudy) od czasu,
- sporządzić wykres zależności

$$\ln A \text{ od } t$$

- zanalizować jego liniowość.

„KAMERTON”

Student 1: Wyznaczanie współczynnika tłumienia.

1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	[...]										
t	[s]										

$$\Delta A = \dots$$

$$\Delta t = \dots$$

2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 4)

$$\ln \frac{A_0}{A} = \dots$$

$$\Delta \ln \frac{A_0}{A} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta A}{A_0} = \dots$$

3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	[...]										
$\ln \frac{A_0}{A}$	[...]										
$\Delta \ln \frac{A_0}{A}$	[...]										

$$\Delta t = \dots$$

4. Wykres

+ obliczenie β (nachylenia prostej „najlepszego dopasowania”)

+ obliczenie β' (nachylenia prostej odchylonej)

+ obliczenie $\Delta \beta = |\beta - \beta'|$

5. Podsumowanie

Wyznaczona wartość ... wynosi ...

Dokładność metody: ...

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.

„KAMERTON”

Student 2: Sprawdzanie zależności amplitudy drgań gasnących od czasu.

1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	[...]										
t	[s]										

$$\Delta t = \dots$$

$$\Delta A = \dots$$

2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 4)

$$\ln A = \dots$$

$$\Delta \ln A = |\ln A - \ln (A + \Delta A)| = \dots$$

3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	[s]										
$\ln A$	[...]										
$\Delta \ln A$	[...]										

$$\Delta t = \dots$$

III.4. Wykres

IV. Podsumowanie

Ponieważ na wykresie ... można poprowadzić prostą przechodzącą przez wszystkie prostokąty niepewności pomiarowych, nie ma podstaw do stwierdzenia odstępstwa od ...

Ewentualnie: Odstępstwo od liniowości w zakresie ... może wynikać z

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.