

# Laboratorium Fizyczne II

Wydział Podstawowych Problemów Techniki  
Katedra Fizyki Doświadczalnej

## Ćwiczenie nr 2

### Badanie drgań tłumionych i wymuszonych

#### I. Przyrządy:

- Przyrząd Pohla
- Zasilacz silniczka
- Zasilacz cewek hamujących
- Stoper

#### II. Zadania pomiarowe

**UWAGA:** Przez pełne drganie rozumiemy dalej fragment ruchu trwający czas  $T$  równy okresowi drgania, bez względu na to, od jakiego momentu ruchu ten czas jest mierzony.

##### 1. Wyznaczanie częstości własnej drgań tarczy

Wychylić ręcznie tarczę przyrządu Pohla o określoną ilość działek  $\alpha_0$  i zmierzyć stoperem czas  $t_n$  określonej ilości pełnych drgań. Pomiar powtórzyć dla kilku różnych wychyleń początkowych. Dzieliąc te czasy przez odpowiadającą im liczbę drgań otrzymujemy okres drgań, a stąd wyliczamy częstość własną układu. Wyznaczamy także niepewność całkowitą częstości własnej.

##### 2. Wyznaczanie logarytmicznego dekrementu tłumienia drgań „swobodnych”

Wybrać amplitudę początkową (wychylenie początkowe, nie mniejsze od 8 jednostek). **Określić ilość wychyleń tarczy aż do jej całkowitego zatrzymania i zaplanować, co ile pełnych drgań warto wykonać pomiary.** Im więcej zmierzonych punktów tym dokładniej uda się wykreślić przebieg badanej zależności. Zmierzyć zależność amplitudy drgań od czasu ich trwania po określonej liczbie drgań. Wyznaczyć wartość logarytmicznego dekrementu drgań tłumionych i jego niepewność. Jest kilka sposobów na wyznaczenie tej wielkości – proponowany to regresja liniowa z odpowiednio opracowanych danych. Przydatne mogą być bardziej zaawansowane funkcje stopera z telefonu komórkowego.

##### 3. Pomiar logarytmicznego dekrementu tłumienia drgań tłumionych

Wykonać pomiary tak jak w punkcie 2, ale przy płynącym przez cewki prądzie hamującym  $I_h$ . Pomiary powtórzyć dla np. 3 różnych wartości prądów hamowania.

**UWAGA!!!** Nie wolno przekroczyć  $I_h > 0,5$  A gdyż może to doprowadzić do uszkodzenia przyrządu. Opracowanie wyników jak w punkcie 2.

##### 4. Cechowanie obrotów silniczka.

Obroty silniczka należy wycechować tak by znać jego prędkość kątową dla dowolnych nastawień napięcia na zasilaczu silniczka obracającego tarczę. Zmieniając napięcie zasilania silniczka w zakresie od 2 do 20 V (np. co 2 V) należy zmierzyć czas określonej liczby obrotów tarczy silniczka (im szybsze

obroty tym więcej należy ich brać pod uwagę). Należy przeprowadzić cechowanie przynajmniej dla 2 różnych prądów hamowania.

5. Pomiar krzywych rezonansowych drgań wymuszonych.

Ustalić określoną wartość prądu hamowania (nie mniejszą od 0,2 A). Włączyć potencjometrem „GROß” zasilanie silniczka. **Obserwować kolejne amplitudy drgań i oszacować dla jakiego napięcia występuje rezonans.** Zanotować amplitudę. Zwiększając (lub zmniejszając) obroty silniczka powtarzać procedurę pomiarową aż do uzyskania **całej krzywej rezonansowej.** Tam gdzie amplituda drgań zmienia się szybko, punkty pomiarowe **należy zmierzyć gęściej** tj. z mniejszą zmianą napięcia. Do precyzyjnej regulacji obrotów silniczka służy potencjometr oznaczony jako „FEIN”. Pomiary wykonać przynajmniej dla 2 różnych wartości prądu hamowania.

### III. Opracowanie wyników

Opracowanie wyników omówiono w kolejności stawianych zadań pomiarowych:

1. Należy obliczyć częstości własne dla różnych wychyleń początkowych. Obliczyć niepewności. Czy należy uwzględnić także czas reakcji osoby obsługującej stoper? We wnioskach należy dać odpowiedź na pytanie, czy częstość własna badanego układu zależy od amplitudy początkowej drgań.

2. Wyniki otrzymane w pkt. II.2 i II.3 należy przedstawić jako zależności amplitud od czasu  $\alpha = f(t)$  (lub  $\ln \alpha = f(t)$ ) dla różnych tłumień. Wyznaczyć wartość logarytmicznego dekrementu tłumienia i jego niepewność.

3. Sporządzić wykres cechowania silniczka  $\omega = f(U)$  i nanieść pola niepewności. Wyznaczyć zależność  $\omega(U)$ . Odpowiedzieć na pytanie, czy częstość silniczka zależy od prądu hamowania  $I_h$ .

4. Sporządzić w jednym układzie współrzędnych wykresy  $\alpha = f(\omega)$  dla różnych wartości tłumienia. Wyznaczyć z wykresów częstości rezonansowe oraz dobroć układu,  $Q$ :

$$Q = \omega_{\text{rez}} / \Delta\omega = \omega_{\text{rez}} / \beta,$$

Gdzie  $\Delta\omega$  – szerokość rezonansu w połowie wysokości,  $\beta$  – współczynnik tłumienia,  $\omega_{\text{rez}}$  – częstość rezonansowa; dla wszystkich otrzymanych krzywych. Na wykresach nanieść odpowiednie pola niepewności.

### Literatura

- [1] Sz. Szцениowski, Fizyka doświadczalna, cz. I, § 47, PWN, Warszawa 1980;
- [2] Sz. Szцениowski, Fizyka doświadczalna, cz.3, § 78, PWN, Warszawa 1980;
- [3] C. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, Mechanika, PWN, Warszawa 1969;
- [4] Z. Osiński, Teoria drgań, PWN, Warszawa 1980;
- [5] I.W. Sawieliew, Kurs fizyki, t. I, PWN, Warszawa 1987