

Badanie momentu bezwładności - doświadczenie 104 (sala 217)

Sebastian Maciejewski 132275 i Jan Techner 132332

24 listopada 2017

1 Wstęp teoretyczny

W opisie dynamiki ruchu postępowego pojawia się pojęcie bezwładności związane z masą m poruszającego się ciała. W przypadku ruchu obrotowego znajomość masy ciała jest niewystarczająca, istotny jest również jej przestrzenny rozkład względem osi obrotu. Wielkością fizyczną zawierającą informacje o masie ciała i jej przestrzennym rozkładzie względem osi obrotu jest moment bezwładności I .

Dla pojedynczego punktu materialnego o masie m wirującego wokół osi oddalonej od niego o odległość r możemy zapisać następującą zależność na moment bezwładności:

$$I = mr^2 \quad (1)$$

Opis doświadczenia

W ćwiczeniu zostaną wyznaczone momenty bezwładności stalowego pręta oraz dysku. Dodatkowym zadaniem będzie eksperymentalne potwierdzenie twierdzenia Steinera. Do badań posłuży wahadło skrętne złożone ze stabilnej podstawy oraz pionowej osi osadzonej na łożyskach o bardzo małym tarciu. Oś oraz podstawa połączone są przy pomocy spiralnej sprężyny, która umożliwia wahania skrętne. Na końcu osi znajduje się śruba umożliwiającą mocowanie na niej brył.

Wahadło skrętne jest szczególnym przypadkiem wahadła fizycznego. Jeżeli założymy, że wychylenia wahadła są niewielkie (do około 180°) oraz zaniedbamy siły oporu, jego ruch można opisać jako ruch harmoniczny prosty. W takim przypadku okres T drgań wahadła można zapisać następująco:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{D}} \quad (2)$$

Gdzie D jest parametrem charakterystycznym dla danej sprężyny - jej momentem kierującym.

2 Wyniki pomiarów

TODO tabelka z wynikami

3 Opracowanie wyników

TODO wykresy

W celu obliczenia współczynnika rozszerzalności z danych pomiarowych posłużymy się równaniem :

$$\Delta l = \alpha_{sr} l_0 t - \alpha_{sr} l_0 t_0, \quad (3)$$

gdzie t_0 jest temperaturą początkową, w której długość pręta wynosi l_0 .

Równanie (3) oznacza, że wydłużenie jest liniową funkcją temperatury (co dosyć dobrze widać na wykresach, zarówno w procesie ogrzewania jak i schładzania prętów) i że współczynnik nachylenia linii

$$a = \alpha_{sr} l_0 \quad (4)$$

Wartość a obliczamy, stosując regresję liniową do par danych $(\Delta l, T)$ wyrażoną wzorem

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}. \quad (5)$$

Jeżeli ponadto dokonamy pomiaru l_0 to równanie (4) może służyć do ostatecznego obliczenia współczynnika rozszerzalności.

	a	D
pomiar	24366,1434802235±	0,000839271932206056±
dokładność	zmyślona	zmyślona
po zaokrągleniu	ileś tam	ileś tam

Tablica 1: Współczynnik nachylenia linii a i moment kierujący D wraz z dokładnościami Δa i ΔD

Następnie podstawiając otrzymane wartości a i l_0 do wzoru (4) otrzymamy następujące współczynniki rozszerzalności cieplnej :

Stal	Mosiądz	Miedź
$(14,64 \pm 0,79) * 10^{-6} K^{-1}$	$(25,58 \pm 0,88) * 10^{-6} K^{-1}$	$\alpha_{sr} = (22,01 \pm 0,85) * 10^{-6} K^{-1}$

Tablica 2: Współczynnik rozszerzalności cieplnej α_{sr} i $\Delta \alpha_{sr}$

Błąd $\Delta \alpha_{sr}$ został policzony ze wzoru $\Delta \alpha = \alpha \left(\frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta dl}{dl} + \frac{\Delta T}{T} \right)$ dla każdego z badanych metali i zaokrąglony.