

LIX OLIMPIADA FIZYCZNA

ZADANIA ZAWODÓW II STOPNIA

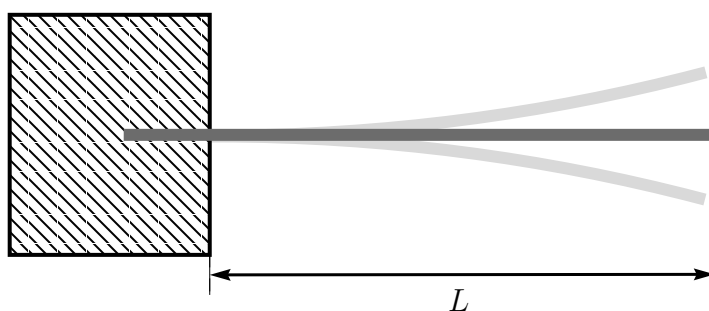
CZEŚĆ DOŚWIADCZALNA

Zadanie

Postawiono hipotezę, że częstość f drgań brzeszczotu zamocowanego sztywno na jednym końcu zależy od długości części drgającej L według wzoru

$$f = A \cdot L^\gamma,$$

gdzie A i γ są pewnymi stałymi.



Masz do dyspozycji:

- stalowy brzeszczot,
- ścisk stolarski i podkładkę (sztywny klocek np. z drewna, albo książkę),
- papier milimetrowy,
- spinacz biurowy.

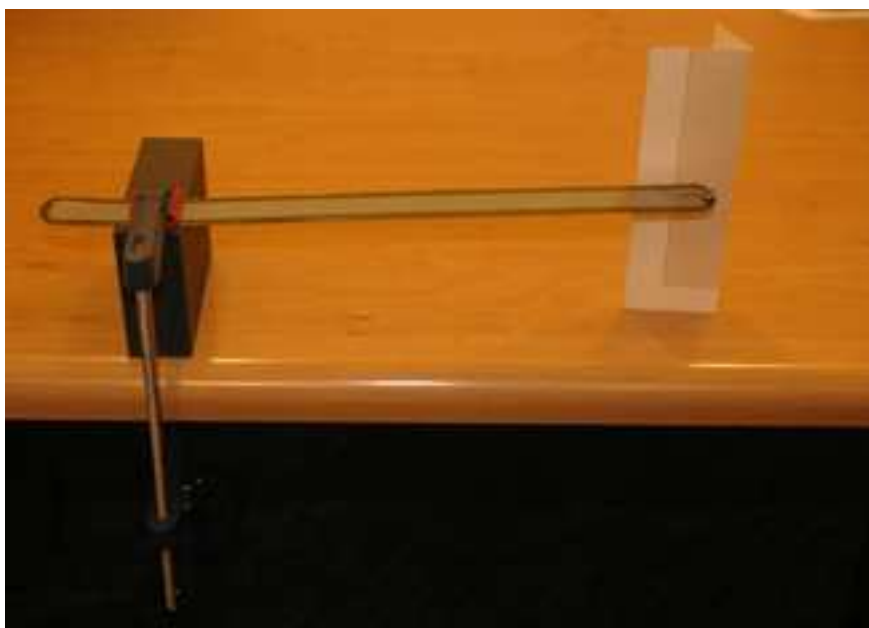
Zweryfikuj postawioną hipotezę i jeśli jest ona prawdziwa, wyznacz wartość wykładnika γ .

UWAGA!

Krawędź brzeszczotu jest ostra i podczas jego używania należy zachować szczególną ostrożność. W szczególności nie należy używać brzeszczotu jako narzędzia do przecinania.

LIX OLIMPIADA FIZYCZNA**Rozwiązanie zadania****ZADANIA ZAWODÓW II STOPNIA****CZEŚĆ DOŚWIADCZALNA**

Kluczowy element rozwiązania zadania to pomysł na zmierzenie częstości drgań brzeszczotu przy pomocy dostępnych przyrządów.



Jeśli zestawimy układ jak na zdjęciu powyżej, to kładąc na końcu brzeszczotu spinacz i obserwując drgania o coraz większej amplitudzie zauważamy, że dla pewnej amplitudy spinacz zaczyna odrywać się od brzeszczotu - jest to wyraźnie słyszalne. Leżący spinacz odrywa się, kiedy przyspieszenie brzeszczotu w miejscu, w którym on leży przekracza przyspieszenie ziemskie. Amplitudę drgań końca brzeszczotu oraz jego długość mierzymy papierem milimetrym. Ta obserwacja pozwala nam wyznaczyć, z równania ruchu oscylatora harmonicznego, częstość f , dla której przy amplitudzie a przyspieszenie wynosi g . W tym celu korzystamy ze wzoru:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{a}} \quad (1)$$

Aby zweryfikować postawioną w treści zadania hipotezę należy wyznaczyć w opisany powyżej sposób częstość drgań końca brzeszczotu dla różnych jego

długości. Logarytmując obustronnie równanie podane w treści zadania otrzymujemy:

$$\ln f = \ln A + \gamma \ln L \quad (2)$$

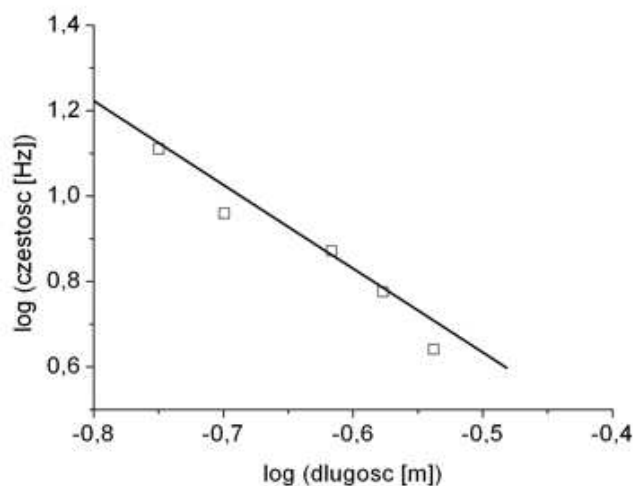
Ze wzoru tego wynika, że jeśli postawiona hipoteza jest prawdziwa to na wykresie zależności logarytmu z częstości od logarytmu z długości brzeszczotu punkty pomiarowe powinny układać się na linii prostej, której współczynnikiem kierunkowym jest poszukiwany wykładnik γ .

Wyniki przykładowego doświadczenia:

Długość L [cm]	Amplituda a [mm]	Częstość f [Hz]
29,0	13,0	4,4
26,5	7,0	6,0
24,2	4,5	7,4
20,0	3,0	9,1
17,8	1,5	12,9

Dla mniejszych długości amplituda jest tak mała, że trudno ją zmierzyć przy pomocy szablonu z papieru milimetrowego (dokładność tego pomiaru szacuje na 0,5 mm).

Postawioną w treści zadania hipotezę weryfikujemy tworząc wykres $\ln f$ jako funkcję $\ln L$.



Jak widać punkty pomiarowe układają się wzdłuż linii prostej dlatego hipotezę uznajemy za prawdziwą. Wykładnik γ jest współczynnikiem kierunkowym najlepiej dopasowanej prostej. Dla wykonanych pomiarów jest on równy:

$$\gamma = -1,8 \pm 0,1 \quad (3)$$

Punktacja	
Idea pomiaru częstości drgań	6 pkt.
Wyprowadzenie właściwych wzorów	4 pkt.
Zestawienie układu pomiarowego	2 pkt.
Wykonanie serii pomiarów dla różnych długości brzeszczotu	4 pkt.
Opracowanie danych pomiarowych (znajdowanie wykładnika) i dyskusja wyników	4 pkt.