

# **Zadanie 12. Karuzela Helmholtza**

**Godło: Lambda**

**Wykonanie:**

**Kamila Skoczylas**

### 1. Temat

Zamocuj bombki choinkowe do karuzeli o małych oporach w taki sposób, aby otwory bombek były skierowane stycznie do okręgu, po którym się poruszają. Gdy urządzenie to znajdzie się w zasięgu dźwięku o odpowiedniej częstotliwości i natężeniu, karuzela zacznie się obracać. Wyjaśnij to zjawisko i zbadaj parametry, przy których osiągnięta jest maksymalna prędkość obrotowa karuzeli.

### 2. Cel doświadczenia

Celem doświadczenia jest wyjaśnienie zjawiska ruchu po okręgu oraz znalezienie i zbadanie parametrów opisujących maksymalną prędkość obrotową karuzeli.

### 3. Opis teoretyczny

Prędkość liniowa jest to iloraz drogi  $s = 2\pi r$  przebytej przez ciało w czasie  $t = T$  i tego okresu. Prędkość tą możemy wyrazić wzorem:

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

gdzie:

$v$  - prędkość liniowa,

$r$  - promień okręgu po którym porusza się ciało,

$T$  - okres ruchu.

Prędkość kątowna jest to stosunek zakreślonego kąta do czasu, w którym ten kąt został zakreślony. Prędkość tą wyrażamy wzorem:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

gdzie:

$\omega$  - prędkość kątowna,

$T$  - okres ruchu.

Szklana bombka choinkowa ma podobną budowę jak rezonator Helmholtza, który ma na celu wzmacnianie dźwięku.



Częstotliwość rezonansową rezonatora Helmholtza możemy obliczyć ze wzoru:

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{l \times V}}$$

gdzie:

$f$  - częstotliwość rezonansowa,

$c$  - prędkość dźwięku,

$l$  - długość otworu rezonatora,

$V$  - objętość rezonatora,

$S$  - pole otworu rezonatora.

#### 4. Opis doświadczenia

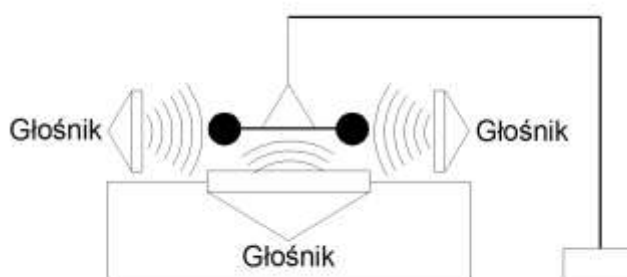
##### A. Przyrządy:

- ✓ głośniki,
- ✓ bombki o średnicy 6 cm, długości szyjki równej 1,2 cm i średnicy otworu 0,8 cm,
- ✓ statyw,
- ✓ karuzela o małych oporach.

##### B. Kolejność wykonywania czynności:

- 1) Ustawienie statywu wraz z karuzelą.
- 2) Zamocowanie bombek.
- 3) Umieszczenie karuzeli w zasięgu dźwięku i badanie zjawiska.

##### C. Opis doświadczenia wraz z wnioskami i opracowanymi wynikami



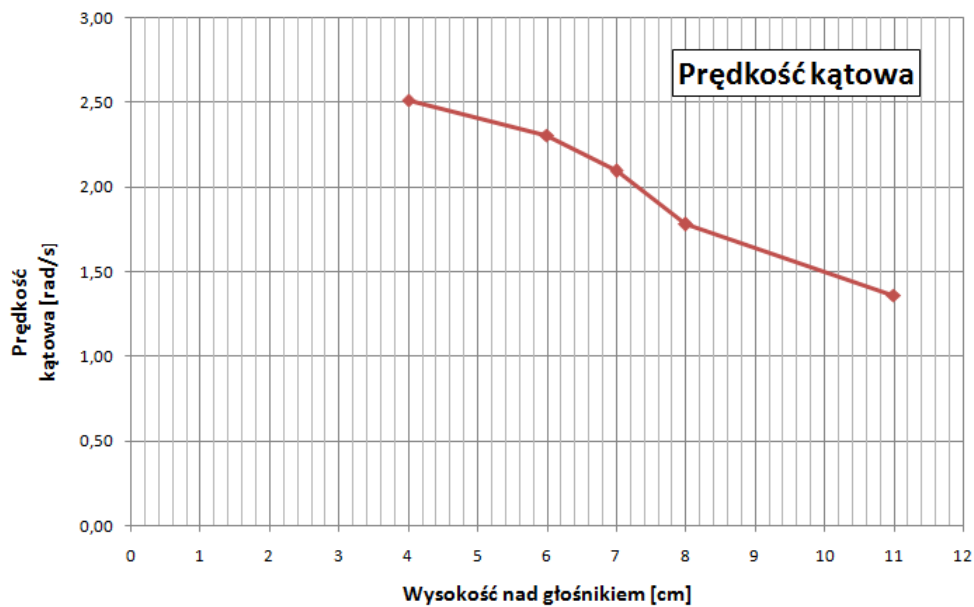
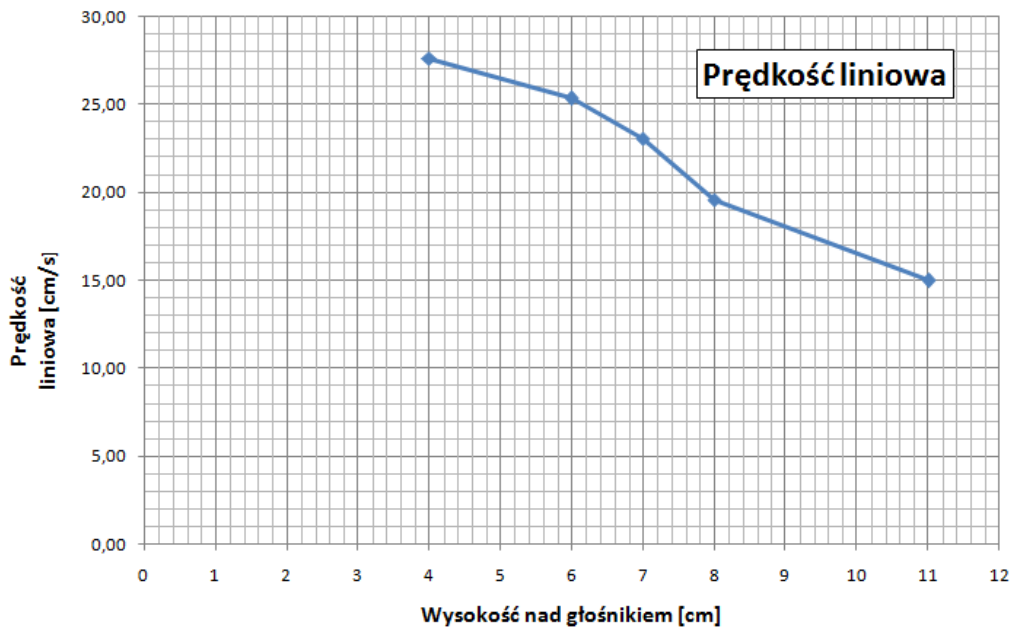
Aby zbadać parametry, przy których osiągana jest maksymalna prędkość obrotowa karuzeli dla bombek o średnicy 6 cm, najpierw musiałam znaleźć przedział częstotliwości przy którym karuzela wykonuje ruch obrotowy (przedział wynosi 300Hz - 400Hz). Następnie dla każdej częstotliwości, znajdującej się w przedziale od 300 Hz do 400 Hz, sprawdzałam ilość obrotów na minutę. Najlepszą częstotliwością okazało się 330 Hz, co potwierdza wzór Helmholtza:

$$f = \frac{34030 \frac{m}{s}}{2\pi} \times \sqrt{\frac{0,5cm^2}{1,2 cm \times 113,1cm^3}} = 330 Hz$$

W związku z tym doświadczenie przeprowadzone zostało dla częstotliwości 330 Hz.

Istotny wpływ na prędkość karuzeli ma odległość bombek od dolnego głośnika, co przedstawia poniższa tabela i wykres.

| Częstotliwość 330 Hz |                              |                         |                          |                         |                         |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Lp.                  | Wysokość nad głośnikiem [cm] | Ilość obrotów na minutę | Okres jednego obrotu [s] | Prędkość liniowa [cm/s] | Prędkość kątowa [rad/s] |
| 1.                   | 4                            | 24                      | 2,50                     | 27,65                   | 2,51                    |
| 2.                   | 6                            | 22                      | 2,73                     | 25,34                   | 2,30                    |
| 3.                   | 7                            | 20                      | 3,00                     | 23,04                   | 2,09                    |
| 4.                   | 8                            | 17                      | 3,53                     | 19,58                   | 1,78                    |
| 5.                   | 11                           | 46                      | 1,30                     | 52,99                   | 4,82                    |



Największą prędkość karuzela osiąga w odległości od głośnika równej 4cm. A wynosi ona:

- Prędkość liniowa:

$$v = \frac{2\pi \times 11 \text{ cm}}{2,50 \text{ s}} = 27,65 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

- Prędkość kątowa:

$$\omega = \frac{2\pi}{2,50 \text{ s}} = 2,51 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

#### D. Wniosek

Prędkość bombki zależy od odległości karuzeli od głośnika.

#### 5. Wyjaśnienie zjawiska

Gdy karuzelę o małych oporach z zamocowanymi na niej bombkami choinkowymi umieścimy w zasięgu dźwięku o odpowiedniej częstotliwości i natężeniu, urządzenie zacznie się obracać. Zjawisko to zachodzi, gdyż powietrze znajdujące się wewnątrz szyki bombki zaczyna drgać pod wpływem dźwięku wydobywającego się z głośnika. Drganie powietrza zaczyna działać jak „tłok”, który ściska powietrze znajdujące się wewnątrz bombki. Natomiast te zaczyna uchodzić przez otwór przez co następuje odrzut, który wprawia w ruch karuzelę.

#### 6. Bibliografia:

- 1) Robert Resnick, David Halliday – „Podstawy Fizyki 1”,
- 2) Izabela Chełmińska, Lech Falandysz – „Vademecum matura 2009: fizyka i astronomia”
- 3) Strony internetowe:
  - <http://www.dydaktyka.cba.pl/AcuClose.htm>
  - <http://wwwnt.if.pwr.wroc.pl/kwazar/mtk2/fizycy/126111/rezonator.html>