Karolina Kocieł

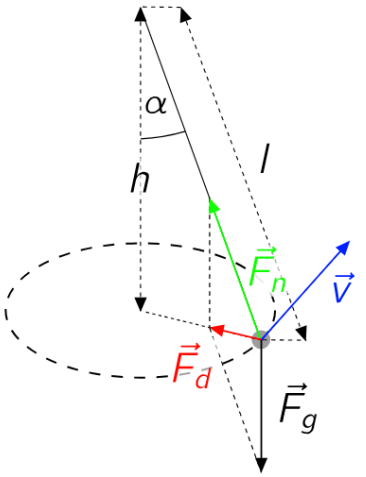
Wahadło stożkowe

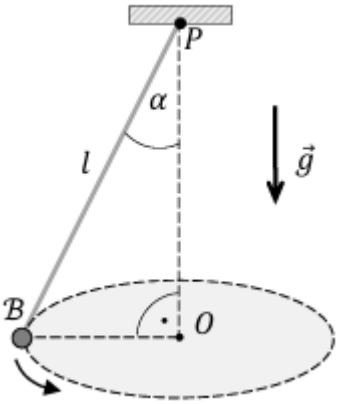
Definicja

Wahadło stożkowe to układ mechaniczny, w którym ciało o masie m zawieszone jest na nierozciągliwej nici o długości l i porusza się **ruchem jednostajnym po okręgu w poziomie**, tak że nić zatacza **stożek**. Ruch zachodzi w płaszczyźnie poziomej, natomiast nić tworzy z pionem **kąt α**.

Kąt α – co oznacza?

Kąt α to kąt między nicią a pionem (kierunkiem siły ciężkości). Im większy kąt α, tym większy promień okręgu, po którym porusza się masa. Jest to **kluczowy parametr**, który wpływa na prędkość, promień, okres i siły działające na ciało.





Matura 2021

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl.

Siły działające na ciało

Na ciało działają dwie siły:

- **Siła ciężkości**:

$$F_g = m \cdot g$$

- **Napięcie nici** (oznaczone jako F_n), które rozkładamy na:
  - **Składową pionową**:

$$F_n \cdot \cos(\alpha) = F_g = m \cdot g$$

  - **Składową poziomą** (siła dośrodkowa):

$$F_n \cdot \sin(\alpha) = F_d = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

🔹 Zależności geometryczne

Promień okręgu ruchu:

$$r = l \cdot \sin(\alpha)$$

Związek tangensa kąta α:

$$\tan(\alpha) = \frac{v^2}{g \cdot r} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{g \cdot r \cdot \tan(\alpha)} = \sqrt{g \cdot l \cdot \sin(\alpha) \cdot \tan(\alpha)}$$

🔹 Okres i częstotliwość

Długość toru to obwód:

$$2\pi r = 2\pi \cdot l \cdot \sin(\alpha)$$

Okres ruchu:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{l \cdot \cos(\alpha)}{g}}$$

Częstotliwość:

$$f = \frac{1}{T}$$

🔹 Podsumowanie równań

Wielkość	Wzór
Promień toru r	$r = l \cdot \sin(\alpha)$
Prędkość liniowa v	$v = \sqrt{g \cdot l \cdot \sin(\alpha) \cdot \tan(\alpha)}$
Okres T	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l \cdot \cos(\alpha)}{g}}$
Częstotliwość f	$f = \frac{1}{T}$
Siła dośrodkowa F_d	$F_d = m \cdot \frac{v^2}{r}$
Siła ciężkości F_g	$F_g = m \cdot g$
Napięcie nici F_n	$F_n = \frac{m \cdot g}{\cos(\alpha)}$

Kalkulator html + css + js

Wahadło stożkowe

Masa m (kg): 1.0

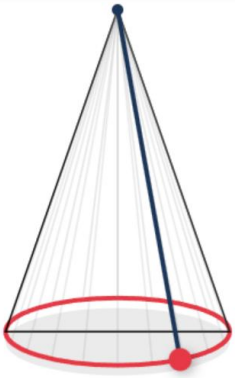
Długość nici l (m): 1.0

Kąt α (°): 30

Wyniki:

Promień okręgu r: 0.500 m
Prędkość v: 1.683 m/s
Okres T: 1.867 s
Częstotliwość f: 0.536 Hz
Siła dośrodkowa F_d: 5.664 N
Siła ciężkości F_g: 9.810 N
Napięcie nici F_n: 11.328 N

(c) Karolina Kocieł 2025



Prędkość v (m/s): 2.40