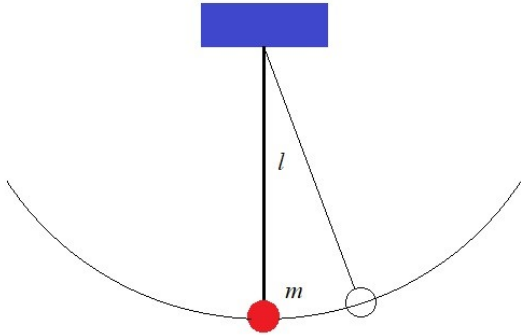
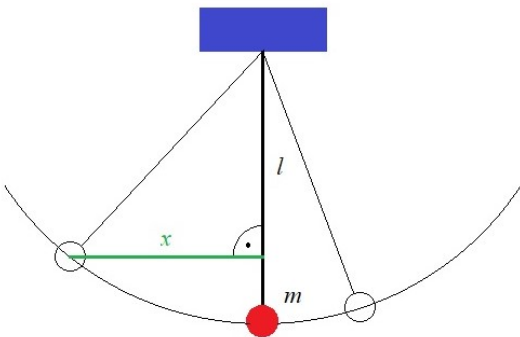


Wahadło matematyczne

- **Wahadło matematyczne** to punkt materialny o masie m , zawieszony na nieważkiej, nierozciągliwej nici o długości l .



- Przez **położenie wahadła x** rozumie się jego współrzędną w poziomie a nie długość łuku, po którym porusza się punkt materialny o masie m . Największa wartość wychylenia to **amplituda drgań A** .



- **Okres drgań T** wahadła matematycznego oblicza się ze wzoru: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, gdzie g to przyspieszenie grawitacyjne.

Analiza ruchu wahadła matematycznego

Od jakich wielkości zależy okres drgań wahadła matematycznego?

- **Czy okres drgań wahadła zależy od jego masy?**
- **UWAGA:** Pozostałe parametry (l , A , g) będą miały stałą wartość. Nie należy mieniać ich wartości w trakcie wykonywania tego podpunktu.

Lp.	m [kg] masa wahadła	T [s] okres drgań	Wniosek:

- **Czy okres drgań zależy od długości wahadła?**
- UWAGA: Pozostałe parametry (m , A , g) będą miały stałą wartość. Nie należy mieniać ich wartości w trakcie wykonywania tego podpunktu.

Lp.	l [m] długość wahadła	T [s] okres drgań	Wniosek:

- **Czy okres drgań zależy od amplitudy (wychylenia z położenia równowagi)?**
- UWAGA: Pozostałe parametry (m , l , g) będą miały stałą wartość. Nie należy mieniać ich wartości w trakcie wykonywania tego podpunktu.
- UWAGA: Zakłada się, że początkowe wychylenie z położenia równowagi jest **niewielkie**.

Lp.	x [m] wychylenie ($x_{\max}$ – amplituda)	T [s] okres drgań	Wniosek:

- Czy okres drgań wahadła zależy od planety, na której się ono znajduje?
- UWAGA: Pozostałe parametry (m , l , A) będą miały stałą wartość. Nie należy mieniać ich wartości w trakcie wykonywania tego podpunktu.

*Tabela zawierająca wartości przyspieszeń grawitacyjnych planet i innych ciał niebieskich znajduje się w kolejnym punkcie skryptu.

Lp.	g [m/s ²] przyspieszenie grawitacyjne	T [s] okres drgań	Wniosek:

Ustaw wartości parametrów i wykonaj obliczenia:

Masa wahadła [kg]:

$m = 0.6000$

Długość wahadła [m]:

$l = 0.5000$

Amplituda drgań [m]:

$A = 0.0300$

Wartość przyspieszenia grawitacyjnego [m/s²]:

$g = 9.6000$

Okres drgań wahadła matematycznego wynosi [s]:

1.4339

Wahadło sekundowe

Wahadło sekundowe to takie wahadło, którego okres drgań wynosi 1 s.

Korzystając z informacji zawartych w tabeli wyznacz długości l wahadeł sekundowych: $l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$

Ciało niebieskie	g przyspieszenie grawitacyjne [m/s ²]	l długość wahadła sekundowego [m]	Wniosek
Merkury	3,7		
Wenus	8,9		
Mars	3,7		
Jowisz	23,1		
Saturn	9,0		
Uran	8,7		
Neptun	11,0		
Księżyc	1,6		

Wprowadź wartość przyspieszenia grawitacyjnego [m/s²]:

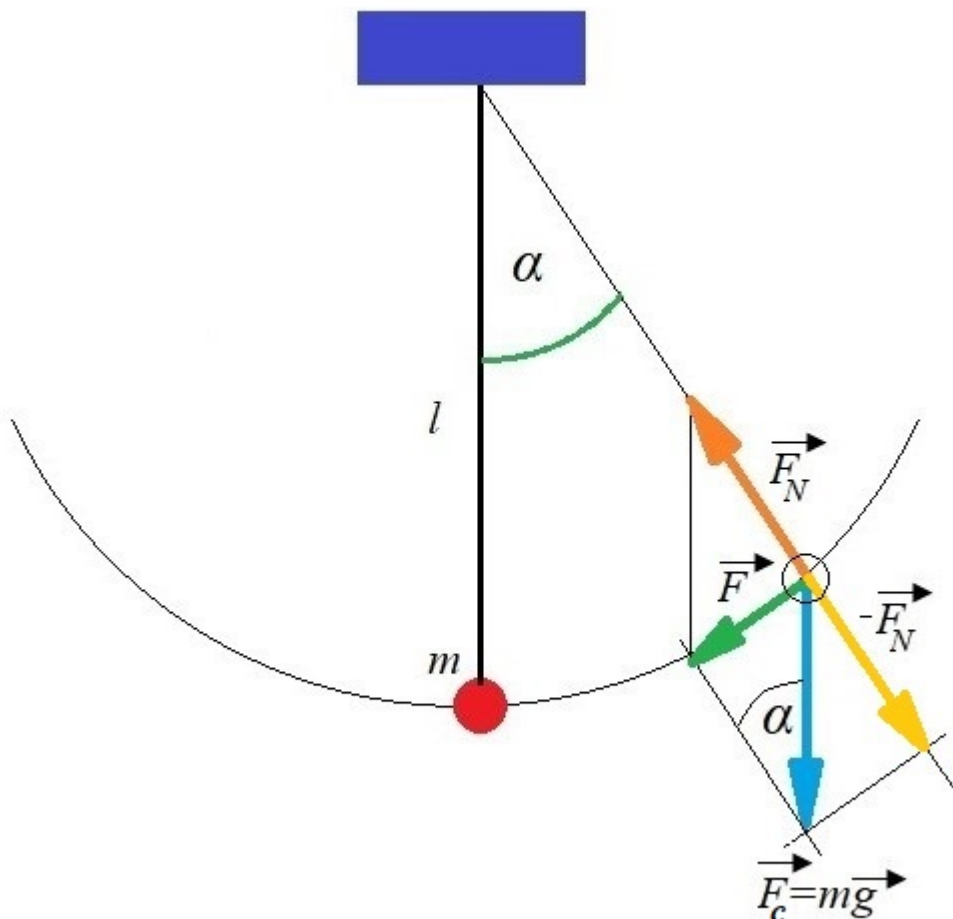
g = 13.5000

Długość wahadła sekundowego wynosi [m]:

0.3420

Ruch wahadła matematycznego

Dla niewielkich kątów alfa ruch wahadła matematycznego jest dobrym przybliżeniem ruchem harmonicznym.



Wahadło matematyczne o niewielkiej amplitudzie drgań, jest **oscylatorem harmonicznym**.

Jego drgania zachodzą w płaszczyźnie pionowej, pod wpływem siły grawitacji $F_c = mg$.

Wypadkowa siła F , wymuszająca ruch harmoniczny jest równa: $F = -mg \sin \alpha$.

Siła naciągu nici $F_N = mg \cos \alpha$.

Wznacz zależność wartości siły naciągu nici od kąta odchylenia wahadła.

α [°]	F_N [N]	$ F $ [N]	Wniosek

Dane: $m = 1 \text{ kg}$, $l = 1 \text{ m}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Podaj wartość kąta alfa w stopniach:

alfa = 16

Wartość siły naciągu nici wynosi [N]:

9.4300

Wartość siły wypadkowej wynosi [N]:

2.7040

Podwójne wahadło matematyczne

Podwójne wahadło matematyczne stanowi układ dwóch połączonych wahadeł matematycznych.

Ruch takiego wahła przydstawia poniższa symulacja:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Trajektorie_eines_Doppelpendels.gif

