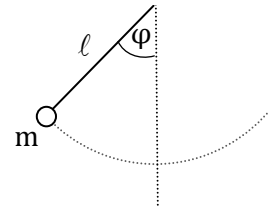


Physik-Übung * Jahrgangsstufe 10 * Fadenpendel – Lösung der Aufgaben

Der Versuch zum Fadenpendel zeigte:

- Bei nicht zu großen Auslenkwinkeln φ hängt die Schwingungsdauer T nicht von φ ab.
- Die Schwingungsdauer T hängt nicht von der Masse m ab.
- Die Schwingungsdauer T hängt von der Länge ℓ des Pendels ab.



Die Messungen liefern folgende Ergebnisse:

Pendellänge ℓ in m	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
Schwingungsdauer T in s	1,00	1,42	1,74	2,00	2,24

Wie hängen die Pendellänge ℓ und die Schwingungsdauer T beim Fadenpendel zusammen?

Aufgabe 1:

Im Turm des Deutschen Museums hängt an einem 60m langen Stahlseil eine 30kg schwere Bleikugel. Bestimmen Sie (mit Hilfe der oben angegebenen Messdaten) die Schwingungsdauer dieses so genannten Foucault'schen Pendels!

Aufgabe 2:

Welche Länge müsste ein Fadenpendel mit einer Schwingungsdauer von 2,5 s haben? Lösen Sie auch diese Aufgabe mit Hilfe Ihrer Messdaten! Überprüfen Sie Ihr Ergebnis experimentell!

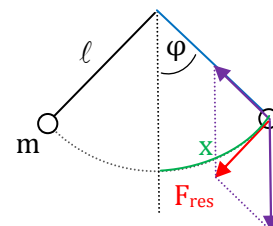
Aufgabe 3.

Für die Schwingungsdauer T der harmonischen Schwingung gilt bekanntlich $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Hierbei gibt k die Konstante im linearen Kraftgesetz $F_{\text{resultierend}} = -k \cdot x$ an.

Versuchen Sie die resultierende Kraft in Abhängigkeit von der Auslenkung x darzustellen. Die Auslenkung x entspricht dabei der Länge des Kreisbogens zum Winkel φ (siehe Bild). Zeigen Sie durch geeignete Überlegungen und Rechnungen im Kräfte diagramm, dass für kleine Auslenkwinkel eine der vier angegebenen Formeln richtig ist.

(Hinweis: Für kleine Winkel φ gilt $\ell \cdot \sin \varphi \approx x$)



$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{\ell}} \quad ; \quad T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad ;$$

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad ; \quad T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{m}}$$

Physik-Übung * Jahrgangsstufe 10 * Fadenpendel – Lösung der Aufgaben

Offensichtlich sind ℓ und T nicht zueinander proportional; aber ℓ und T^2 könnten zueinander proportional sein!

Pendellänge ℓ in m	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
Schwingungsdauer T in s	1,00	1,42	1,74	2,00	2,24
T^2 / ℓ in s^2 / m	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0

Aufgabe 1

Wegen $\frac{T^2}{\ell} = \text{konst.}$ folgt $\frac{T_1^2}{\ell_1} = \frac{T_2^2}{\ell_2}$ und daher $T_1 = T_2 \cdot \sqrt{\frac{\ell_1}{\ell_2}}$

Mit $T_2 = 2,00\text{s}$, $\ell_2 = 1,00\text{m}$ und $\ell_1 = 60\text{m}$ folgt $T_1 = T_2 \cdot \sqrt{\frac{\ell_1}{\ell_2}} = 2,00\text{s} \cdot \sqrt{\frac{60\text{m}}{1,0\text{m}}} = 15,5\text{s}$

Aufgabe 2

$\frac{T_1^2}{\ell_1} = \frac{T_2^2}{\ell_2} \Rightarrow \ell_1 = \ell_2 \cdot \frac{T_1^2}{T_2^2}$ mit $T_2 = 2,00\text{s}$, $\ell_2 = 1,00\text{m}$ und $T_1 = 2,5\text{s}$ folgt

$$\ell_1 = \ell_2 \cdot \frac{T_1^2}{T_2^2} = 1,00\text{m} \cdot \frac{(2,5\text{s})^2}{(2,0\text{s})^2} = 1,56\text{m}$$

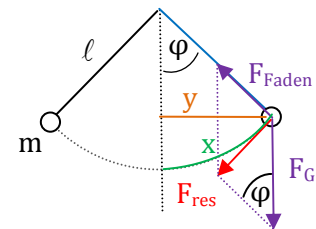
Aufgabe 3

$\frac{F_{\text{res}}}{F_G} = \sin \varphi \Rightarrow F_{\text{res}} = m \cdot g \cdot \sin \varphi$; ferner $\frac{x}{\ell} \approx \frac{y}{\ell} = \sin \varphi$

also $x \approx \ell \cdot \sin \varphi$ für nicht zu große Winkel φ .

$$F_{\text{res}} = -k \cdot x \quad \text{und} \quad F_{\text{res}} = m \cdot g \cdot \sin \varphi = m \cdot g \cdot \frac{x}{\ell} \Rightarrow k = m \cdot \frac{g}{\ell}$$

$$\text{Also } F_{\text{res}} = -m \cdot \frac{g}{\ell} \cdot x \quad \text{und} \quad \text{daher } T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{\frac{m \cdot g}{\ell}}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$



Die Schwingungsdauer T eines Fadenpendels hängt also nur von der Länge ℓ des Fadenpendels und von der Erdbeschleunigung g ab.

$$T_{\text{Fadenpendel}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$