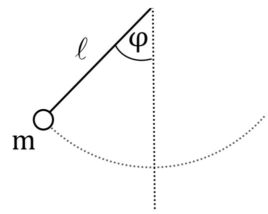
Physik-Übung * Jahrgangsstufe 10 * Fadenpendel – Lösung der Aufgaben



Der Versuch zum Fadenpendel zeigte:

a) Bei nicht zu großen Auslenkwinkeln φ hängt die Schwingungsdauer T nicht von φ ab.

b) Die Schwingungsdauer T hängt nicht von der Masse m ab.

c) 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:

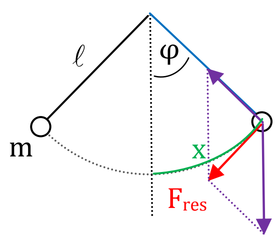
Welche Länge müsste ein Fadenpendel mit einer Schwingungsdauer von 2,5 s haben?
Lösen Sie auch diese Aufgabe mit Hilfe Ihrer Messdaten! Überprüfen Sie Ihr Ergebnis experimentell!

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 $F_{resultierend} = -k \cdot x$ 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 Kräftediagramm, dass für kleine Auslenkwinkel eine der vier angegebenen Formeln richtig ist.
(Hinweis: Für kleine Winkel φ gilt $\ell \cdot \sin\varphi \approx x$)



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

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

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 $T_1 = T_2 \cdot \sqrt{\frac{\ell_1}{\ell_2}}$

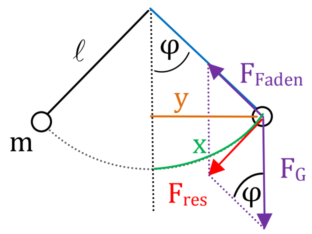
Mit $T_2 = 2{,}00\,s$, $\ell_2 = 1{,}00\,m$ und $\ell_1 = 60\,m$ folgt $T_1 = T_2 \cdot \sqrt{\frac{\ell_1}{\ell_2}} = 2{,}00\,s \cdot \sqrt{\frac{60\,m}{1{,}0\,m}} = 15{,}5\,s$

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 $T_2 = 2{,}00\,s$, $\ell_2 = 1{,}00\,m$ und $T_1 = 2{,}5\,s$ folgt

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

Aufgabe 3



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

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

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

Also $F_{res} = -m \cdot \frac{g}{\ell} \cdot x$ und 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.

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