Aufgaben 12 Schwingungen
Schwingungen, Impuls und Energie, Harmonische Schwingung, Pendel

Lernziele

- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse erarbeiten können.
- verstehen, was eine Schwingung ist.
- wissen und verstehen, was die Periodendauer, die Frequenz einer Schwingung ist.
- wissen, dass bei einer mechanischen Schwingung Impuls und Energie zwischen Teilsystemen hin und her fliessen.
- die bei einer mechanischen Schwingung auftretenden Impuls- und Energieflüsse verstehen.
- wissen, was eine harmonische Schwingung ist.
- wissen und verstehen, was die Amplitude, die Anfangsphase, die Kreisfrequenz einer harmonischen Schwingung ist.
- die Zusammenhänge zwischen Winkelgeschwindigkeit, Frequenz und Kreisfrequenz kennen und verstehen.
- die zeitlichen Verläufe von Ort, Geschwindigkeit, Impuls und Energie eines harmonischen Federschwingers kennen und deren Zusammenhänge verstehen.
- die einen Körper betreffenden Impulsströme und Kräfte korrekt einzeichnen können.
- beurteilen können, ob eine Schwingung eine harmonische Schwingung ist oder nicht.
- wissen und verstehen, ob die Schwingung eines Fadenpendels harmonisch ist oder nicht.
- wissen und verstehen, welche Grössen und mit welcher Gesetzmässigkeit diese Grössen die Periodendauer eines Federschwingers beeinflussen.
- verstehen, dass die Schwingung eines Fadenpendels keine harmonische Schwingung ist.
- wissen und verstehen, welche Grössen und mit welcher Gesetzmässigkeit diese Grössen die Periodendauer eines Fadenpendels beeinflussen.
- aus einem Experiment neue Erkenntnisse gewinnen können.

Aufgaben

12.1 Studieren Sie im Buch KPK 3 die folgenden Abschnitte:
- 1.1 Eine vorläufige Beschreibung (Seiten 5 und 6)
- 1.2 Impuls und Energie (Seite 7)
- 1.3 Die Erde als Partner (Seite 8)
- 1.4 Harmonische Schwingungen (Seiten 8 bis 11)
- 1.5 Wovon die Periodendauer abhängt (Seiten 11 und 12)
- 1.6 Das Pendel (Seiten 12 bis 14)

12.2 Im Unterricht wurde der Zusammenhang zwischen der Schwingung eines Federpendels und einer gleichförmigen Kreisbewegung aufgezeigt.

Lösen Sie mit Hilfe des Blattes "Schwingung Federpendel $\leftrightarrow$ Gleichförmige Kreisbewegung" die folgenden Teilaufgaben:

a) Drücken Sie den Ort y durch die Amplitude $\hat{y}$ und den Winkel φ aus.

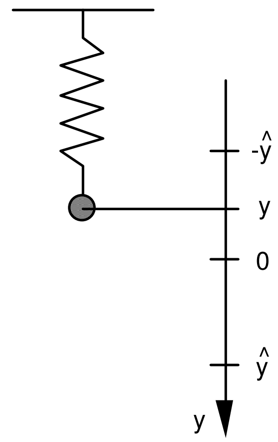
b) Geben Sie den seit Beginn ($t = 0$) überstrichenen Winkel φ in Abhängigkeit der Winkelgeschwindigkeit ω und der Zeit t an.

c) Drücken Sie mit Hilfe der Resultate aus a) und b) den Ort y des Federpendels in Abhängigkeit der Amplitude $\hat{y}$, der Winkelgeschwindigkeit ω und der Zeit t aus.

d) Betrachten Sie den Ort y als Funktion der Zeit t, d.h. $y = y(t)$.
Skizzieren Sie den Grafen der Funktion $y = y(t)$ in einem y-t-Diagramm. Beschriften Sie dabei die Koordinatenachsen so, dass man aus dem Diagramm die unter c) formulierte Beziehung herauslesen kann.

e) Geben Sie den Zusammenhang zwischen der Winkelgeschwindigkeit ω und der Frequenz f an.

12.3 Betrachten Sie den folgenden Federschwinger:

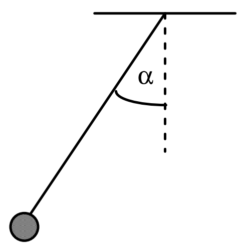


Die Position y = 0 entspricht der Ruhelage des Pendels.

a) Zeichnen Sie den Federschwinger neu auf.
Zeichnen Sie alle Impulsströme und Kräfte ein, die den Schwingkörper betreffen.

b) Zeigen Sie, dass die auf den Schwingkörper wirkende resultierende Kraft proportional zur Auslenkung y ist.

12.4 Betrachten Sie das folgende Fadenpendel:



Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob die Schwingung des Fadenpendels harmonisch ist oder nicht.

Hinweise:
- Prüfen Sie nach, ob die "rücktreibende Kraft" proportional zum Winkel α ist.
- Es genügt, die Kraftkomponente zu betrachten, die in die Bewegungsrichtung des Pendels zeigt.

12.5 **Experiment Posten 1: Federschwinger**

Im Physik-Praktikumsraum ist ein Federschwinger aufgebaut.

a) Prüfen Sie mit der Federwaage (Kraftmessgerät) nach, dass die "rücktreibende Kraft" proportional zum Ort des Schwingkörpers ist.

b) Schätzen Sie die Federkonstante D der in a) verwendeten Feder ab.

c) Untersuchen Sie, ob und allenfalls wie die Periode T der Schwingung ...

i) ... von der Amplitude $\hat{y}$ abhängt.

ii) ... von der Masse m des Schwingkörpers abhängt.

iii) ... von der Federkonstante D der Feder abhängt.

Es genügt, wenn Sie die Abhängigkeiten qualitativ angeben, d.h. in der Form "Je grösser ..., desto grösser bzw. kleiner ... ."

12.6 **Experiment Posten 2: Fadenpendel**

Im Physik-Praktikumsraum sind an einem Holzgestell vier Fadenpendel aufgebaut.

Untersuchen Sie, ob und allenfalls wie die Periode T der Pendelschwingung ...

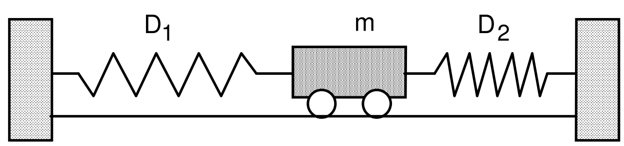
i) ... von der Amplitude $\hat{y}$ abhängt.

ii) ... von der Masse m des Pendelkörpers abhängt.

iii) ... von der Pendellänge l abhängt.

Versuchen Sie, die Abhängigkeiten möglichst genau anzugeben.

12.7 Ein Wagen mit der Masse m ist über zwei Federn mit den Federkonstanten D_1 und D_2 mit zwei Wänden verbunden:



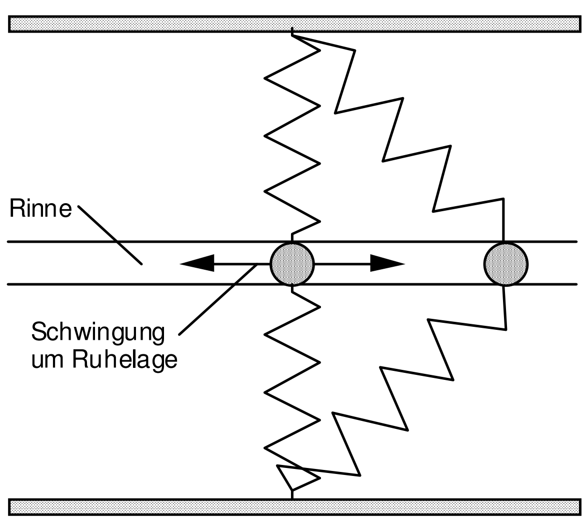
Die Distanz der beiden Wände sowie die Längen der Federn sind gerade so gewählt, dass die beiden Federn entspannt sind, wenn sich der Wagen in der Ruhelage befindet.

Wird der Wagen aus der Ruhelage ausgelenkt und dann sich selbst überlassen, führt er eine Schwingung aus.

Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob diese Schwingung eine harmonische Schwingung ist oder nicht.

Vernachlässigen Sie jegliche Reibung (Rollreibung, Luftwiderstand, ...).

12.8 Eine Kugel kann sich in einer Rinne reibungsfrei horizontal hin und her bewegen und ist über zwei identische Federn mit zwei seitlichen Wänden verbunden:



Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob die Kugel eine harmonische Schwingung ausführt, wenn man sie aus ihrer Gleichgewichtslage auslenkt und loslässt.

12.9 Studieren Sie die folgenden **Java-Applets**. Links zu den Java-Applets finden Sie unter http://www.thomasborer.ch → Physik → Dokumente/Links

- Federschwinger
  (http://www.zum.de/ma/fendt/ph14d/federpendel.htm)

- Fadenpendel
  (http://www.zum.de/ma/fendt/ph14d/fadenpendel.htm)

Lösungen

12.1 ...
Lösungen zu den Aufgaben siehe kopierte Blätter (ausser Abschnitt 1.5)

12.2 a) $y = \hat{y} \sin(\varphi)$

b) $\varphi = \omega t$

c) $y = \hat{y} \sin(\omega t)$

d) ...

e) $\omega = 2\pi f$

12.3 a) ...

b) ...

12.4 $F = - F_G \sin(\alpha) \nsim \alpha$
keine harmonische Schwingung

für kleine α: $\sin(\alpha) \approx \alpha$
$F = - F_G \sin(\alpha) \approx - F_G\, \alpha \sim \alpha$
näherungsweise eine harmonische Schwingung

12.5 a) ...

b) ...

c) i) T unabhängig von $\hat{y}$

ii) T abhängig von m
Je grösser m, desto grösser T $\left(\text{genau: } T \sim \sqrt{m}\right)$

iii) T abhängig von D
Je grösser D, desto kleiner T $\left(\text{genau: } T \sim \frac{1}{\sqrt{D}}\right)$

12.6 i) T unabhängig von $\hat{y}$

ii) T unabhängig von m

iii) T abhängig von l
Je grösser l, desto grösser T $\left(\text{genau: } T \sim \sqrt{l}\right)$

12.7 $F = - (D_1 + D_2)\, x \sim x$
harmonische Schwingung

12.8 $F \nsim x$
keine harmonische Schwingung

12.9 ...