

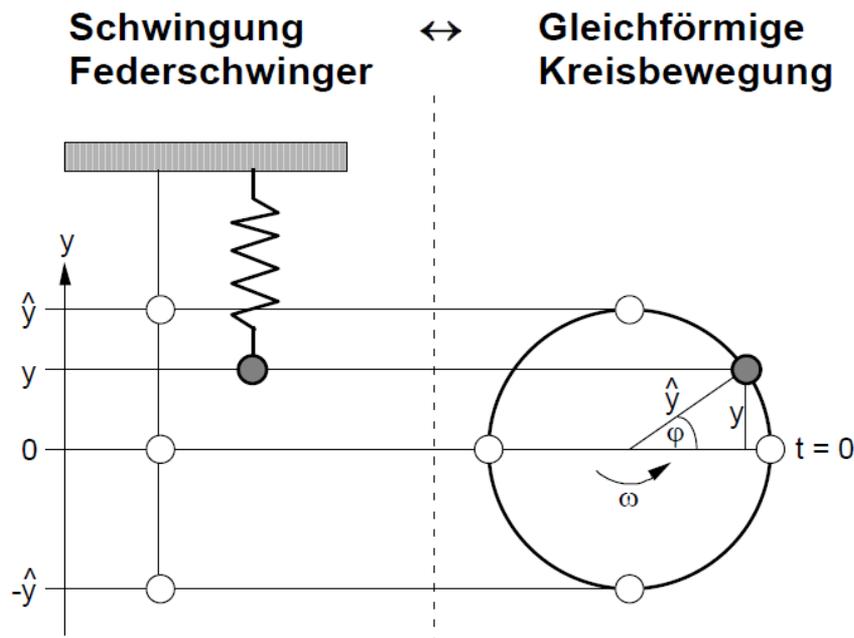
Aufgaben 1 Schwingungen Schwingung, Federschwinger

Lernziele

- wissen und verstehen, was eine Schwingung ist.
- wissen und verstehen, was die Periodendauer und die Frequenz einer Schwingung sind und wie die beiden Grössen zusammenhängen.
- wissen und verstehen, dass Impuls eine mengenartige Grösse ist.
- wissen und verstehen, dass Impuls fließen und gespeichert werden kann.
- die bei einer mechanischen Schwingung auftretenden Impuls- und Energieflüsse verstehen.
- wissen, dass bei einer mechanischen Schwingung Impuls und Energie zwischen Teilsystemen hin und her fließen.
- den Zusammenhang zwischen einer Kreisbewegung und der Schwingung eines Federschwingers kennen und verstehen.
- den zeitlichen Verlauf der Auslenkung eines Federschwingers von der Ruhelage kennen und verstehen.
- wissen und verstehen, was die Amplitude und die Kreisfrequenz einer Schwingung eines Federschwingers sind.
- die Zusammenhänge zwischen Frequenz und Kreisfrequenz kennen und verstehen.
- die an einem Körper angreifenden Kräfte korrekt einzeichnen können.
- die Wirkung der an einem Körper angreifenden Kräfte mit Hilfe des Aktionsprinzips ausdrücken können.
- Aussagen und Beziehungen zwischen Grössen mit Hilfe physikalischer Grundgesetze als Gleichungen formulieren können.
- einen neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.

Aufgaben

- 1.1 Im Unterricht wurde der Zusammenhang zwischen der Schwingung eines Federschwingers und einer gleichförmigen Kreisbewegung aufgezeigt:

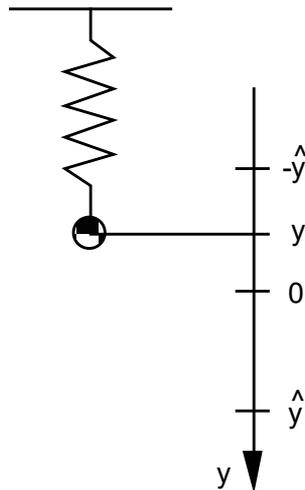


Lösen Sie mit Hilfe der oben stehenden Grafik die folgenden Teilaufgaben:

- Drücken Sie den Ort y durch die Amplitude \hat{y} und den Winkel φ aus.
- Geben Sie den seit Beginn ($t = 0$ s) überstrichenen Winkel φ in Abhängigkeit der Winkelgeschwindigkeit ω und der Zeit t an.
- Drücken Sie mit Hilfe der Resultate aus a) und b) den Ort y in Abhängigkeit der Amplitude \hat{y} , der Winkelgeschwindigkeit ω und der Zeit t aus.
- (siehe nächste Seite)

- 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.
Bemerkung:
- Bei einer Schwingung wird die Grösse ω üblicherweise als Kreisfrequenz bezeichnet.

1.2 Betrachten Sie den folgenden vertikalen Federschwinger:



Die Position $y = 0$ entspricht der Ruhelage des Pendels.

- a) Betrachten Sie den Federschwinger in der **Ruhelage**, d.h. für $y = 0$.
- Erstellen Sie eine Skizze des Federschwingers.
 - Zeichnen Sie in Ihrer Skizze alle Kräfte ein, die am Schwingkörper angreifen.
 - Zeichnen Sie in Ihrer Skizze die Resultierende aller auf den Schwingkörper wirkenden Kräfte ein.

Hinweise (gelten auch für die weiteren Teilaufgaben):

- In der Ruhelage ist die Feder wegen des Gewichts des Schwingkörpers etwas gespannt.
- Vernachlässigen Sie die Masse der Feder.
- Vernachlässigen Sie jegliche Reibung (Aufhängung, Luftwiderstand).

- b) Betrachten Sie den Federschwinger für eine **beliebige Auslenkung** $y \neq 0$.
- Erstellen Sie eine Skizze des Federschwingers.
 - Zeichnen Sie in Ihrer Skizze alle Kräfte ein, die am Schwingkörper angreifen.
 - Zeichnen Sie in Ihrer Skizze die Resultierende aller auf den Schwingkörper wirkenden Kräfte ein.
- c) Formulieren Sie für den Schwingkörper das (aus der Mechanik) bekannte Aktionsprinzip.
- d) Beurteilen Sie, ob und wie die drei Grössen in der in c) formulierten Gleichung vom Ort y , der Geschwindigkeit $v = \dot{y}$ und der Beschleunigung $a = \dot{v} = \ddot{y}$ des Schwingkörpers, sowie von der Gravitationsfeldstärke g abhängen. Setzen Sie dann die drei Ausdrücke in das Ergebnis von c) ein.
- e) Betrachten Sie die Ruhelage $y = 0$ des Pendelkörpers.
Zeigen Sie, dass gilt: $m \cdot g + D \cdot y_0 = 0$
- Hinweis:
- In der Ruhelage ist die Resultierende aus Gewichts- und Federkraft gleich null (siehe a)).
- f) Vereinfachen Sie das Ergebnis aus d) mit Hilfe des Ergebnisses aus e).

1.3 Führen Sie in Moodle den [Test 1.1](#) durch.

Lehrbuch KPK 3 (Karlsruher Physikkurs, Band 3)

1 Schwingungen

- 1.1 Vorläufige Beschreibung (Seiten 5 und 6)
- 1.2 Impuls und Energie (Seiten 6 und 7)
- 1.3 Die Erde als Partner (Seite 8)

Lösungen

- 1.1 a) $y = \hat{y} \sin(\varphi)$
 b) $\varphi = \omega t$
 c) $y = \hat{y} \sin(\omega t)$
 d) ...
 e) $\omega = 2\pi f$

1.2 $\vec{F}_G = \begin{pmatrix} 0 \\ F_G \\ 0 \end{pmatrix} \quad \vec{F}_F = \begin{pmatrix} 0 \\ F_F \\ 0 \end{pmatrix} \quad \vec{F}_{\text{res}} = \begin{pmatrix} 0 \\ F_{\text{res}} \\ 0 \end{pmatrix}$

- a) - Die Gewichtskraft \vec{F}_G zeigt nach unten, d.h. $F_G > 0$.
 - Die Federkraft \vec{F}_F zeigt nach oben, d.h. $F_F < 0$.
 - Die Resultierende \vec{F}_{res} aus Gewicht- und Federkraft ist der Nullvektor, d.h. $F_{\text{res}} = F_G + F_F = 0$.
- b) - Die Gewichtskraft \vec{F}_G zeigt nach unten, d.h. $F_G > 0$.
 - Die Federkraft \vec{F}_F zeigt nach oben, d.h. $F_F < 0$, falls die Feder gestreckt ist.
 - Die Federkraft \vec{F}_F zeigt nach unten, d.h. $F_F > 0$, falls die Feder gestaucht ist.
 - Die Resultierende \vec{F}_{res} aus Gewicht- und Federkraft zeigt nach oben, falls sich der Schwingkörper unterhalb der Gleichgewichtslage $y = 0$ befindet, d.h. $F_{\text{res}} = F_G + F_F < 0$, falls $y > 0$.
 - Die Resultierende \vec{F}_{res} aus Gewicht- und Federkraft zeigt nach unten, falls sich der Schwingkörper oberhalb der Gleichgewichtslage $y = 0$ befindet, d.h. $F_{\text{res}} = F_G + F_F > 0$, falls $y < 0$.
- c) $F_G + F_F = \dot{p}$
- d) $F_G = m \cdot g$
 $F_F = -D \cdot (y - y_0)$
 $\dot{p} = m \cdot \dot{v} = m \cdot \dot{y}$
 $\Rightarrow m \cdot g - D \cdot (y - y_0) = m \cdot \dot{y}$
- e) ...
- f) $-D \cdot y = m \cdot \ddot{y}$

1.3 -