II. Mechanische Schwingungen

1. Einführung

Schwingungsfähige System sind solche, die periodisch Bewegungen um ihre Ruhelage ausführen können, wo die Summe der Kräfte auf den Pendelkörper Null ist.
Zu Beginn der Bewegung muss dem System einmalig Energie zugeführt werden.
Die zugeführte Energie wird im Laufe der Schwingung zunächst in eine andere Energieform umgewandelt und dann wieder vollständig in die Ausgangsform zurückverwandelt.
Um diese wechselseitige Energieumwandlung überhaupt zu ermöglichen, ist einerseits eine *Kraft,* die *stets in Richtung Ruhelage* wirkt, erforderlich. Andererseits muss das System über eine gewisse *Trägheit* verfügen, damit Schwingung *über die Ruhelage hinaus* erfolgt.

Reale Systeme kommen aufgrund der Reibung im Laufe der Zeit wieder zur Ruhe.
Dieser Umstand wird während des gesamten Kapitels ignoriert.

2. Harmonische Schwingungen

Wenn sich die Auslenkung y(t) aus der Ruhelage – bei geeigneter Wahl der Zeitnullpunktes – durch eine Funktion der Form

$$\boxed{y(t) = A \cdot \sin(\omega t)}$$

beschreiben lässt, dann spricht man von einer harmonischen Schwingung.
A : Amplitude ; $[A] = 1\ \text{m}$
ω : Kreisfrequenz ; $[\omega] = 1\ \text{rad}\cdot\text{s}^{-1} = 1\ \text{s}^{-1}$

Für die Geschwindigkeit bzw.
die Beschleunigung ergibt sich dann:
(Leider nicht in FoSa)

$$\boxed{\begin{aligned} v(t) &= \dot{y}(t) = A\omega \cdot \cos(\omega t) \\ a(t) &= \dot{v}(t) = \ddot{y}(t) = -A\omega^2 \cdot \sin(\omega t) \end{aligned}}$$

Aufgabe 1:
Ein Körper der Masse 50 g schwingt harmonisch um seine Ruhelage. In 6,00 s vollendet er fünf Schwingungen. Die Zeitrechnung beginnt, wenn der Pendelkörper die Ruhelage in positiver Richtung passiert. Der Abstand der Umkehrpunkte beträgt 8,0 cm.

1.1 Berechnen Sie Frequenz, Kreisfrequenz und Periodendauer der Schwingung.
1.2 Berechnen Sie, an welchem Ort sich der Körper nach 0,80 s befindet.
1.3 Zeichnen Sie das Zeit-Elongations-Diagramm für $0 \le t \le 1{,}5$ s.
1.4 Markieren Sie zunächst den Zeitpunkt, an dem der Pendelkörper das dritte mal einen Abstand von 3,0 cm von der Ruhelage hat im Diagramm von 1.3 . Berechnen Sie dann diesen Zeitpunkt.
1.5 Berechnen Sie den Zeitpunkt, an dem der Körper das dritte mal eine Elongation von 3,0 cm hat.
2.1 Berechnen Sie den maximalen Betrag der Geschwindigkeit den Pendelkörpers.
Geben Sie an, an welchen Orten der Pendelkörper diese Geschwindigkeit besitzt.
2.2 Bestimmen Sie die Geschwindigkeit für t = 0 s und t = 0,40 s aus dem Elongationsdiagramm.
2.3 Geben Sie die Geschwindigkeitsfunktion mit eingesetzten Zahlenwerten an.
2.4 Berechnen Sie die Geschwindigkeit für t = 0 s und t = 0,40 s und vergleichen Sie sie mit 2.2 .
2.5 Zeichnen Sie das Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm für $0 \le t \le 1{,}5$ s.
2.6 Berechnen Sie die Zeitpunkte, an denen der Betrag der Geschwindigkeit 15 cm s^{-1} ist
2.7 Bestimmen Sie den von $t_1 = 0{,}30$s bis $t_2 = 0{,}40$ s zurückgelegten Weg aus dem Geschwindigkeits-Diagramm. Berechnen Sie diese Strecke auch mit der Funktion y(t).
Wie groß ist die prozentuale Abweichung ?
2.8 Berechnen Sie die maximale kinetische Energie E_{kin}(max) des Körpers.
2.9 Berechnen Sie den Zeitpunkt, an dem die momentane kinetische Energie 70% von E_{kin}(max) ist.
3.1 Berechnen Sie den maximalen Betrag der Beschleunigung, die der Körper erfährt.
3.2 Berechnen Sie den maximalen Betrag der Kraft, die der Körper erfährt.
3.3 Geben Sie an, an welchen Orten und zu welchen Zeiten der Betrag der Kraft maximal ist, und in welche Richtung sie jeweils wirkt.
3.4 Geben Sie die Beschleunigungsfunktion mit eingesetzten Zahlenwerten an.
4.1 Berechnen Sie, wie viel Energie der Schwingung zu Beginn der Bewegung zugeführt wurde.