

## Übungsblatt 7

### Aufgabe 1 - \*

Hängen Sie einen Apfel an das Ende einer langen Schnur, deren obere Ende irgendwo befestigt, und stoßen den Apfel leicht zu einer hin- und herschwingenden Bewegung ausführt. Handelt es sich um eine harmonische Schwingung? Falls ja, welche Periode  $T$  hat Schwingung?

### Aufgabe 2 - \*

Ein Koffer mit einer Masse von 20 kg hängt an zwei elastischen Kordeln, wie in Abbildung gezeigt ist. Im Gleichgewicht ist jede Kordel um 5,0 cm gedehnt. Wie hoch ist die Schwingungsfrequenz, wenn der Koffer ein wenig nach unten gezogen und dann losgelassen wird?



### Aufgabe 3 - \*

Ein Körper mit einer Masse von 2,0 kg ist oben an einer vertikalen Feder befestigt, die am Boden verankert ist. Die Länge der nicht komprimierten Feder beträgt 8,0 cm, und im Gleichgewicht beträgt sie 5,0 cm. Hierbei erhält der Körper mit einem Hammer einen nach unten gerichteten Impuls, sodass seine Anfangsgeschwindigkeit 0,30 m/s beträgt.

- Welche maximale Höhe über dem Boden erreicht der Körper danach?
- Wie lange braucht er, um zum ersten Mal die maximale Höhe zu erreichen?
- Wird die Feder während der Schwingung jemals wieder unkomprimiert? Welche minimale Anfangsgeschwindigkeit muss der Körper erhalten, damit die Feder zu irgendeiner Zeit unkomprimiert ist?

### Aufgabe 4 - \*\*

Eine vertikale Feder dehne sich um 9,6 cm, wenn sie mit einem 1,3 kg schweren Gewicht belastet wird. Dieses Gewicht wird um weitere 5 cm nach unten gezogen und dann losgelassen.

- Berechnen Sie die Federkonstante?
- Berechnen Sie die Periode?
- Berechnen Sie die Frequenz?
- Berechnen Sie die Amplitude?

- e) Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit der resultierenden harmonischen Schwingung?

#### Lösung 4- \*\*

$$k = 133 \text{ N/m}$$

$$T = 0.62 \text{ s}$$

$$f = 1,6 \text{ Hz}$$

$$A = 5 \text{ cm}$$

$$v = 0,51 \text{ m/s}$$

#### Aufgabe 5 - \*\*

Ein Federpendel der Masse  $m = 12.3 \text{ kg}$  und Federkonstante  $k = 125 \text{ N/m}$  wird aus der Ruhelage heraus so angestoßen, dass es eine Anfangsgeschwindigkeit von  $2.7 \text{ m/s}$  hat.

- a) Wie groß ist die Gesamtenergie?  
b) Wie groß ist die Amplitude der Schwingung?

#### Lösung 5- \*\*

$$E_{\text{mech}} = 44.83 \text{ J}$$

$$x = 0.85 \text{ m}$$

#### Aufgabe 6 - \*

Die Amplitude eines gedämpften Schwingers sei nach 20 Schwingungen auf die Hälfte heruntergegangen. Die Schwingungsdauer betrage  $T = 2 \text{ s}$ .

- a) Wie groß ist der Abklingkoeffizient  $\delta$ ?  
b) Wie groß wäre die Schwingungsdauer ohne Dämpfung?

#### Aufgabe 7 - \*

Eine Maschine mit einer Masse von  $1.5 \text{ t}$  steht auf einer Federung mit der Federkonstanten  $k = 3 \cdot 10^4 \text{ N/m}$  und dem Dämpfungsgrad  $\frac{\delta}{\omega_0} = 0.15$ . Durch Bodenvibrationen wirkt eine cosinusförmige Kraft der Frequenz  $f = 0.8 \text{ Hz}$  und der Amplitude  $4000 \text{ N}$  auf die Maschine. Wie groß ist die Amplitude der Schwingungen, die sie daraufhin ausführt ?

#### Aufgabe 8 - \*\*

Ein gedämpftes Feder-Masse-System ist gekennzeichnet und festgelegt durch Masse  $m = 0,2 \text{ kg}$ , Federkonstante  $k = 80 \text{ N/m}$  und Dämpfungskoeffizient  $D = 3,2 \text{ kg/s}$ . Dieses System wird von einer harmonisch erzwingenden Kraft  $F = F_E \cos(\omega_E t)$  mit  $F_E = 4 \text{ N}$  zu erzwungenen Schwingungen angeregt. Berechnen Sie für den eingeschwungenen, stationären Zustand, für die beiden Erregerkreisfrequenzen  $\omega_{E1} = 10 \text{ s}^{-1}$  und  $\omega_{E2} = 40 \text{ s}^{-1}$

- a) die jeweils zugehörigen stationären Amplituden  $A_1$  und  $A_2$ .  
b) die jeweils zugehörigen Phasenverschiebungen  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  zwischen den erzwungenen Schwingungen und der erregenden Kraft.

**Lösung 8- \*\***

a)  $A_1 = 0,06 \text{ m}$  und  $A_2 = 0,015 \text{ m}$ .

b)  $\alpha_1 = 28^\circ$  und  $\alpha_2 = 152^\circ$

**Aufgabe 9 - \***

Die Überlagerung zweier Stimmgabeln ergibt eine Frequenz von 441 Hz und eine Schwebung von 2 Hz. Welche Frequenzen haben die Stimmgabeln?

**Aufgabe 10 - \*\***

Zwei harmonische Schwingungen gleicher Frequenz haben die Amplituden  $A_1 = 5 \text{ cm}$  und  $A_2 = 3 \text{ cm}$  und einen Phasenunterschied von  $60^\circ$ . Welche Amplitude und Phase hat die überlagerte Schwingung? Wählen Sie für die Schwingung 1 die Phase  $\varphi = 0$ .

**Lösung 10- \*\***

$A = 7 \text{ cm}$  und  $\phi = 0.3803 \text{ rad}$