

# HOCHSCHULE ESSLINGEN

Wintersemester 2015/16	Blatt 1 von 2
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
Hilfsmittel: Literatur, Manuskript, Taschenrechner	Zeit: 50 min
<b>Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!</b>	

**Gesamtpunktzahl: 50**

## **Aufgabe 1 (Schwingende Saite – 12 Punkte):**

Eine Saite der Länge  $L$  und der Massenbelegung  $\mu$  ist an beiden Enden fest eingespannt; die Zugkraft beträgt  $F$ .

- (a) Wie groß ist die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  auf der Saite?
- (b) Berechnen Sie die Eigenfrequenzen  $f_n$ ,  $n \in \mathbb{N}_0$  der Saite in Abhängigkeit von  $L, F, \mu$ .
- (c) Durch Änderung der Zugkraft  $F$  soll die Grundfrequenz um 10% angehoben werden.
  1. Muss man die Zugkraft dazu vergrößern oder verkleinern?
  2. Berechnen Sie den Prozentsatz, um den man  $F$  verändern muss.
  3. Wie ändern sich dadurch die anderen Eigenfrequenzen der Saite?

*Hinweis:* Die Massenbelegung der Saite kann bei Änderung der Zugkraft als konstant betrachtet werden.

- (d) Statt durch Änderung der Zugkraft soll jetzt durch Änderung der Saitenlänge die Grundfrequenz um 10% angehoben werden.
  1. Muss man die Saite dazu verlängern oder verkürzen?
  2. Berechnen Sie den Prozentsatz, um den man  $L$  verändern muss.
  3. Wie ändern sich dadurch die anderen Eigenfrequenzen der Saite?

## **Aufgabe 2 (Dopplereffekt; Schwebung – 9 Punkte):**

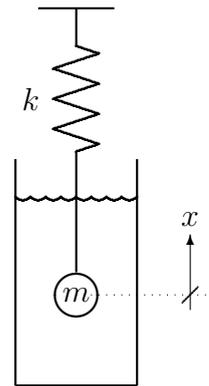
Ein Beobachter steht an einer Bahnschranke; ein Güterzug nähert sich mit der Geschwindigkeit  $v_1 = 36 \text{ km/h}$ . Der Lokführer betätigt das Horn, sodass der Beobachter einen langgezogenen Warnton mit der Frequenz  $f_{B1} = 400 \text{ Hz}$  hört.

- (a) Welche Frequenz besitzt das Horn der Lokomotive? (Schallgeschwindigkeit  $c = 340 \text{ m/s}$ )
- (b) Von der gegenüberliegenden Seite nähert sich jetzt ebenfalls ein Güterzug; als der Lokführer dieses zweiten Zugs das Horn betätigt registriert der Beobachter eine Schwebung der Frequenz  $f_S = 2 \text{ Hz}$ . Was kann er über die Geschwindigkeit des zweiten Zuges aussagen, wenn er davon ausgeht, dass die Hörner der Lokomotiven baugleich sind?

Wintersemester 2015/16	Blatt 2 von 2
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM 2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
<b>Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!</b>	

### Aufgabe 3 (Freie gedämpfte Schwingungen – 29 Punkte):

Die Viskosität  $\eta$  einer Hydraulikflüssigkeit soll bestimmt werden. Dazu führt eine an einer Feder in der Flüssigkeit hängende Kugel (Radius  $r$ ) freie gedämpfte harmonische Schwingungen aus. Neben der geschwindigkeitsproportionalen Reibungskraft  $F_R = 6\pi\eta r v$  wirken auf die Kugel noch die Gewichtskraft  $G$  und die Auftriebskraft  $F_A$  ein.



- Radius der Kugel:  $r = 5.0 \text{ mm}$
- Dichte der Kugel:  $\rho_0 = 7.8 \text{ g/cm}^3$
- Federkonstante:  $k = 1.0 \text{ N/m}$

- (a) Stellen Sie die normierte Bewegungsgleichung für die freien gedämpften Schwingungen der Kugel auf.

Wählen Sie dazu einen geeigneten Nullpunkt für die Koordinate  $x$ .

*Hinweis:* In der Bewegungsgleichung dürfen neben der Auslenkung  $x$  nur die Parameter  $\eta, r, \rho_0, k$  auftreten.

- (b) Lesen Sie aus der Bewegungsgleichung die Werte für die Kreisfrequenz  $\omega_0$  der ungedämpften Schwingung und die Abklingkonstante  $\delta$  ab.
- (c) Im Versuch wird gemessen, nach welcher Anzahl  $n$  von Schwingungsperioden der Maximalausschlag auf die Hälfte seines Ausgangswerts zurückgegangen ist. Stellen Sie eine Formel auf, mit der der Dämpfungsgrad  $\vartheta$  aus  $n$  berechnet werden kann. Stellen Sie dann eine Formel für die gesuchte Viskosität  $\eta$  in Abhängigkeit von  $n, r, \rho_0, k$  auf.

*Hinweis:* Sie können annehmen, dass  $\vartheta \ll 1$  ist.

- (d) Es ist  $n = 10$ . Berechnen Sie  $\eta$ .
- (e) Wie wirken sich die Parameter  $k$  und  $r$  auf die Periode und das Abklingen der Schwingung aus? (Verwenden Sie wieder die Näherung sehr schwacher Dämpfung.) Welchen Parameter sollte man bevorzugt modifizieren, um eine höhere Messgenauigkeit zu erzielen?