

HOCHSCHULE ESSLINGEN

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

Gesamtpunktzahl: 50

Aufgabe 1 (Waschmaschine – 21 Punkte):

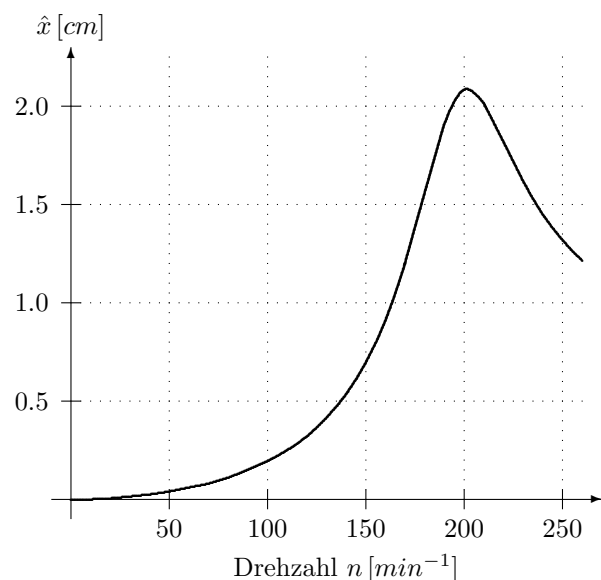
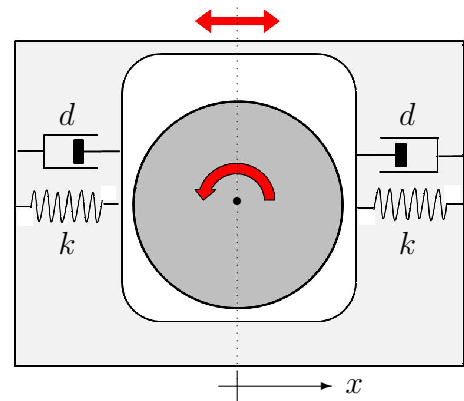
Die Waschtrommel einer Waschmaschine ist drehbar in einem Bottich gelagert, der sich relativ zum Gehäuse der Maschine bewegen kann. Zur Berechnung der horizontalen Bewegung des Bottichs wird seine Halterung durch Federn mit parallel dazu angebrachten Dämpfern modelliert, siehe Skizze rechts.

Das Verhalten der Maschine im Schleudergang wird untersucht. Dabei wird die Rotation der Waschtrommel von einer horizontal verlaufenden Schwingung überlagert, deren Amplitude von der Drehzahl n abhängt.

Eine Messung der Schwingungsamplitude \hat{x} in Abhängigkeit von n liefert das nebenstehende Diagramm. Darüberhinaus sind folgende Daten bekannt:

- Masse Trommel + Bottich: $m_{ges} = 7 \text{ kg}$
- Federkonstante Einzelfeder: $k = 15 \text{ N/cm}$
- Dämpferkonst. Einzeldämpfer: $d = 20 \text{ kg/s}$

- Welche Art der Anregung liegt vor?
- Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Resonanzfrequenz der Anordnung. Geben Sie das Ergebnis in Hertz an.
- Berechnen Sie den Dämpfungsgrad der Anordnung.
- Welchen Wert nimmt die Schwingungsamplitude für sehr hohe Drehzahlen an?
- Welche maximale Kraft wirkt im Resonanzfall auf das Gehäuse der Waschmaschine?

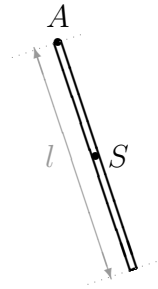


Sommersemester 2015	Blatt 2 von 3
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM 2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!	

Aufgabe 2 (Physikalisches Pendel – 13 Punkte):

Ein dünner, zylindrischer Stab ist an einem Ende an einer waagerechten Achse A drehbar aufgehängt und führt Schwingungen mit kleinem Maximalausschlag aus. Die Daten des Stabs sind: Länge l , Radius r , Masse m , Massenträgheitsmoment bezogen auf eine waagerechte Achse durch den Schwerpunkt

$$J_S = m \left(\frac{l^2}{12} + \frac{r^2}{4} \right).$$



(a) Leiten Sie Formeln für folgende Größen her:

1. Das Massenträgheitsmoment J_A des Pendels bezüglich A .
2. Die Schwingungsperiode T des Pendels.

In den Formeln dürfen nur die Daten m, r, l des Stabs und die Erdbeschleunigung g auftreten.

(b) Berechnen Sie die Periode T der Schwingungen für folgende Zahlenwerte:

$$m = 500 \text{ g}, \quad l = 84 \text{ mm}, \quad r = 5 \text{ mm}, \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2.$$

(c) Das Pendel ist aus Eisen hergestellt; der Temperaturexpansionskoeffizient beträgt damit $\alpha = 11.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Dies bedeutet, dass für alle Längen gilt $l(\theta) = l_0 (1 + \alpha\theta)$; darin ist l_0 die Länge bei einer Referenztemperatur und θ die Temperaturänderung gegenüber der Referenztemperatur in Kelvin.

Berechnen Sie die relative Änderung $\Delta T/T$ der Periode, wenn die Temperatur um $\theta = \pm 20 \text{ K}$ um die Referenztemperatur schwankt. Wenn das Pendel als Uhr eingesetzt wird: Um wie viele Sekunden geht diese Uhr pro Tag dann falsch, wenn sie bei Referenztemperatur richtig geht?

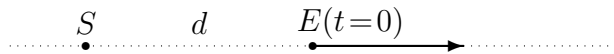
Hinweis: Für $|x| \ll 1$ ist $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{x}{2}$.

(d) Um wie viele Sekunden geht die Pendeluhr pro Tag falsch, wenn man einen doppelt so langen Stab mit ansonsten gleichen Kenngrößen (Radius und Material) verwendet?

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

Aufgabe 3 (Dopplereffekt – 16 Punkte):

Die in der unten stehenden Abbildung dargestellte punktförmige Schallquelle S sendet ein Signal der Frequenz f_S aus. Im Abstand d von der Quelle steht ein auf einem Fahrzeug montierter Empfänger E , der das Signal mit der Schallintensität I_1 registriert. Zum Zeitpunkt $t = 0$ setzt sich das Fahrzeug mit konstanter Beschleunigung a in Bewegung und entfernt sich von der Quelle.



- (a) Stellen Sie Formeln für die vom Empfänger registrierte Frequenz f_E , die Schallintensität I und den Schallintensitätspegel L_I des empfangenen Signals als Funktionen der Zeit auf. In den Formeln dürfen noch die Größen a, d, f_S, I_1 sowie die Schallgeschwindigkeit c als Parameter auftreten.
- (b) Zum Zeitpunkt $t_0 = 5 \text{ s}$ ist die vom Empfänger registrierte Frequenz f_E um 5 % gegenüber ihrem Ausgangswert gesunken. Berechnen Sie daraus die Beschleunigung des Fahrzeugs.
Hinweis: $c = 340 \text{ m/s}$.
- (c) Ebenfalls zum Zeitpunkt t_0 ist die registrierte Schallintensität auf ein Viertel ihres Anfangswerts gesunken. Berechnen Sie daraus den Anfangsabstand d des Fahrzeugs von der Quelle.
- (d) Es sei $I_1 = 10^{-8} \text{ W/m}^2$. Wie groß sind zum Zeitpunkt $t = 10 \text{ s}$
1. die vom Empfänger registrierte Schallintensität;
 2. der registrierte Schallintensitätspegel sowie
 3. der registrierte effektive Schallwechseldruck?

Hinweis: Falls Sie a und d nicht berechnen konnten verwenden Sie $a = 3.5 \text{ m/s}^2$ und $d = 40 \text{ m}$.