

HOCHSCHULE ESSLINGEN

Sommersemester 2014	Blatt 1 von 3
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM 2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
Hilfsmittel: Literatur, Manuskript, Taschenrechner	Zeit: 50 min
Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!	

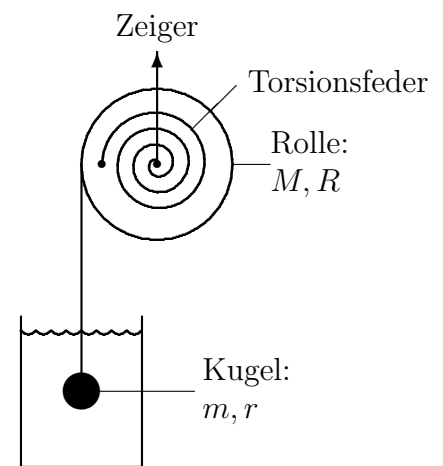
Gesamtpunktzahl: 50

Aufgabe 1 (Kugelviskosimeter – 16 bzw. 20 Punkte):

Eine Kugel mit Masse m und Radius r ist an einem Faden befestigt; der Faden ist auf einer Rolle mit Masse M und Radius R aufgewickelt. Die Kugel taucht in ein Ölbad ein, bei Bewegung erfährt sie die Stokes'sche Reibkraft

$$F_R = 6\pi\eta r v$$

(η ist die Viskosität des Öls, v die Geschwindigkeit der Kugel). An der Rolle ist weiter eine Torsionsfeder (Torsionsfederkonstante k_D) befestigt. Bei Auslenkung aus der Gleichgewichtslage führt das System gedämpfte harmonische Schwingungen aus; dabei darf davon ausgegangen werden, dass der Faden zu allen Zeiten gespannt bleibt. An dem Zeiger kann der Auslenkwinkel φ des Systems gegen die Vertikale abgelesen werden.



- Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die freie gedämpfte Schwingung des Systems auf.
- Geben Sie die Formeln für die Kreisfrequenz ω_0 der ungedämpften Schwingung, die Abklingkonstante δ sowie die Kreisfrequenz ω_d der gedämpften Schwingung an.
- In einem Experiment wird beobachtet, dass die Schwingungsamplitude nach 10 Perioden auf 40% ihres Ausgangswerts abgenommen hat. Bestimmen Sie daraus Zahlenwerte für den Dämpfungsgrad ϑ , die Abklingkonstante δ und schließlich die Viskosität η . Verwenden Sie die Zahlenwerte

$$r = 1 \text{ cm}, \quad R = 3 \text{ cm}, \quad m = 35 \text{ g}, \quad M = 400 \text{ g}, \quad k_D = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Nm/rad}$$

Hinweis: Für diesen Aufgabenteil gibt es zwei Lösungsmöglichkeiten:

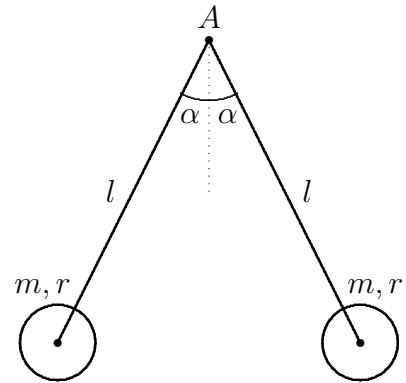
- Man verwendet die Näherung $T_d \approx T_0$;
- man rechnet exakt, d.h. mit $T_d \neq T_0$.

Die exakte Rechnung (2.) gibt 4 Bonuspunkte.

Sommersemester 2014	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 – 17 Punkte):

Zwei zylindrische Scheiben (Masse m , Radius r) sind über zwei masselose Stäbe (Länge l) an einem Aufhängepunkt A befestigt. Der Winkel zwischen den beiden Stäben beträgt 2α , die gesamte Anordnung ist um eine horizontale Achse durch A drehbar gelagert.



- Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die freie ungedämpfte Schwingung des Systems auf und linearisieren Sie sie für kleine Auslenkwinkel.
- Wie groß sind die Kreisfrequenz und die Schwingungsperiode in Abhängigkeit vom Winkel α ? Was passiert für $\alpha \rightarrow \pi/2$? Erläutern Sie dieses Verhalten.
- Berechnen Sie den Trägheitsradius und die reduzierte Pendellänge in Abhängigkeit von α . Überprüfen Sie Ihr Ergebnis auf Plausibilität, indem Sie den Grenzfall $\alpha \rightarrow 0, r \rightarrow 0$ untersuchen. Welches System liegt in diesem Grenzfall vor?

Hinweis: $\sin(\alpha \pm \varphi) = \sin(\alpha) \cos(\varphi) \pm \cos(\alpha) \sin(\varphi)$.

Aufgabe 3 (Schwingende Saite – 11 Punkte):

- Der Grundton einer Klaviersaite besitzt die Frequenz $f_0 = 110 \text{ Hz}$. Die Saite besteht aus Stahl mit der Dichte $\rho = 7.9 \text{ g/cm}^3$ und ist $l = 80 \text{ cm}$ lang.
 - Wie groß ist die Signalausbreitungsgeschwindigkeit c auf der Saite?
 - Wie groß ist die Spannung $\sigma = F/A$ der Saite?
 - Wie groß ist die Zugkraft F , wenn die Saite einen Durchmesser von 1 mm besitzt?
- Tatsächlich sind in dem Klavier *zwei* Saiten verbaut, die den gleichen Ton f_0 erzeugen. Das Instrument ist verstimmt, sodass beim Anschlagen des Tons eine Schwebung der Frequenz $f_S = 1 \text{ Hz}$ (Schwebungsfrequenz) und $f_0 = 110 \text{ Hz}$ (mittlere Schwingungsfrequenz) hörbar ist. Berechnen Sie
 - die Frequenzen f_1 und f_2 , mit der die beiden Saiten schwingen;
 - die Differenz der Saitenspannungen.

Sommersemester 2014	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 4 (Dopplereffekt – 6 Punkte):

Ein Sender sendet einen Ton der Frequenz f_S aus. Ein Raketenfahrzeug bewegt sich in gerader Linie vom Sender weg ($v < 0$) bzw. auf ihn zu ($v > 0$) und zeichnet dabei das vom Sender abgestrahlte Signal auf. Die Schallgeschwindigkeit beträgt $c = 340 \text{ m/s}$.

Im oberen der folgenden Diagramme ist die vom Fahrzeug empfangene Frequenz f_E als Funktion der Zeit dargestellt.

- (a) Mit welcher Geschwindigkeit fährt das Fahrzeug zu den Zeitpunkten t_1 und t_3 ?
- (b) Was passiert zum Zeitpunkt t_2 ?
- (c) Tragen Sie in das untere der beiden Diagramme die Geschwindigkeit des Fahrzeugs als Funktion der Zeit ein. Vergessen Sie nicht den Maßstab auf der v -Achse anzugeben.

