

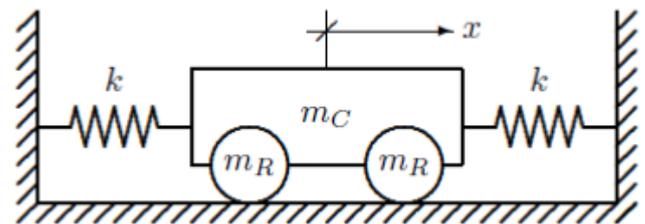
Wintersemester	2014/2015	Blatt 1 (von 3)
Studiengang:	MBB, MAP	Semester 3
Prüfungsfach:	TM2, Teil: Technische Physik 1	Fachnummer: 3011, 3012
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 50 Minuten

**Gesamtpunktzahl: 50**

**Aufgabe 1: Rollschwinger**

**(20 Punkte)**

Das nebenstehend dargestellte Fahrzeug besteht aus dem Chassis (Masse  $m_C$ ) und vier scheibenförmigen Rädern (Masse je  $m_R$ , Massenträgheitsmoment bezogen auf die Achse je  $J = \frac{1}{2} m_R r^2$ ). Das Fahrzeug ist mit zwei Federn (Federkonstante je  $k$ ) an gegenüberliegenden Wänden befestigt.



Zuerst wird reibungsfreie Bewegung angenommen, es liegt also keine Dämpfung vor.

- Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die Auslenkung  $x$  der ungedämpften harmonischen Schwingungen auf, die das Fahrzeug ausführt. (*Hinweis: Energiesatz*)
- Bestimmen Sie Formeln für die Kreisfrequenz  $\omega$  und die Periode  $T$  der Schwingung. Begründen Sie kurz, warum der Radius  $r$  der Räder in diesen Formeln nicht auftritt.
- Man misst eine Periode von  $T = 1.2$  s. Berechnen Sie die Massen  $m_C$  und  $m_R$ , wenn die Gesamtmasse des Fahrzeugs  $m_{\text{ges}} = 4$  kg und die Federkonstante  $k = 0.7$  N/cm beträgt.

In Wirklichkeit tritt in den Fahrzeugachsen eine viskose Reibung auf; deswegen ist die Schwingung des Fahrzeugs schwach gedämpft. Man beobachtet, dass nach  $n = 6$  Perioden der Maximalausschlag auf die Hälfte seines Ausgangswerts zurückgegangen ist.

- Berechnen Sie daraus den Dämpfungsgrad  $\vartheta$  und die Abklingkonstante  $\delta$  des Systems. (*Hinweis: Die Periode aus Teil c) ist also die Periode der gedämpften Schwingung*)

**Bonusaufgabe**

**(zusätzlich 5 Punkte)**

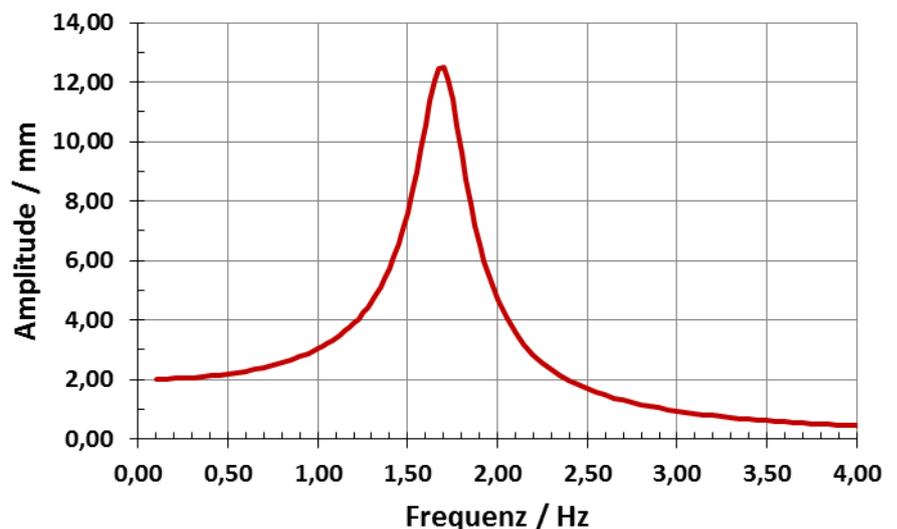
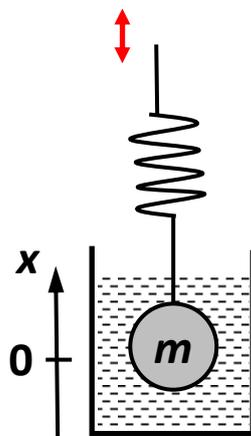
- Bauen Sie einen Term in die Differentialgleichung aus Aufgabenteil a) ein, der die viskose Dämpfung beschreibt. Berechnen Sie dann die Dämpfungskonstanten des Gesamtsystems sowie pro Achse.

Wintersemester 2014/2015	Blatt 2 (von 3)
Studiengang: MBB, MAP	Semester 3
Prüfungsfach: TM2, Teil: Technische Physik 1	Fachnummer: 3011, 3012

**Aufgabe 2: Schwingungsexperiment**

**(7 Punkte)**

Ein Demonstrationsexperiment zur Veranschaulichung erzwungener Schwingungen mit viskoser Dämpfung besteht aus einer Feder mit daran angehängter Masse, die in ein mit Flüssigkeit gefülltes Gefäß eintaucht (Skizze unten links). Eine Messung ihrer Schwingungsamplitude in Abhängigkeit von der Anregungsfrequenz ergab den unten rechts abgebildeten Kurvenverlauf.



*Hinweis: In den Teilaufgaben a) und b) ist das Diagramm graphisch auszuwerten. Zur Vereinfachung wird davon ausgegangen, dass das System schwach gedämpft ist.*

- a) Welche Güte und welchen Dämpfungsgrad hat das System ?
- b) Welchen Wert hat seine Resonanzfrequenz ?

Das System wird nun mit einer Anregungsamplitude von 0,5 cm zum Schwingen gebracht.

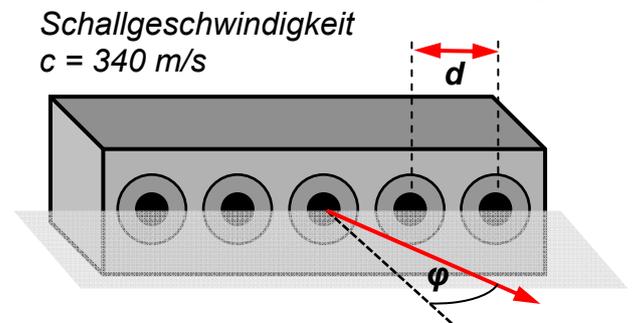
- c) Welche Schwingungsamplitude wird sich dann im Resonanzfall ergeben ?
- d) Mit welcher maximalen Geschwindigkeit bewegt sich die Masse bei Resonanz ?

Wintersemester 2014/2015	Blatt 3 (von 3)
Studiengang: MBB, MAP	Semester 3
Prüfungsfach: TM2, Teil: Technische Physik 1	Fachnummer: 3011, 3012

**Aufgabe 3: Lautsprecherkette**

(12 Punkte)

Eine Box zur Beschallung eines Saals enthält eine Kette aus fünf gleichen Lautsprechern in Abständen von jeweils  $d = 40 \text{ cm}$  zueinander (Skizze nebenstehend). Die Schallabstrahlung jedes Lautsprechers erfolgt gleichmäßig in einen halbkugelförmigen Raum vor der Box.



Zuerst ist nur ein einziger Lautsprecher in Betrieb. Er gibt einen Ton der Frequenz  $125 \text{ Hz}$  ab. Der Schallintensitätspegel in  $2 \text{ m}$  Abstand beträgt  $100 \text{ dB}$ .

- Welche Schallintensität liegt bei diesem Abstand vor ?
- Welche Schallleistung wird von dem Lautsprecher abgegeben ?

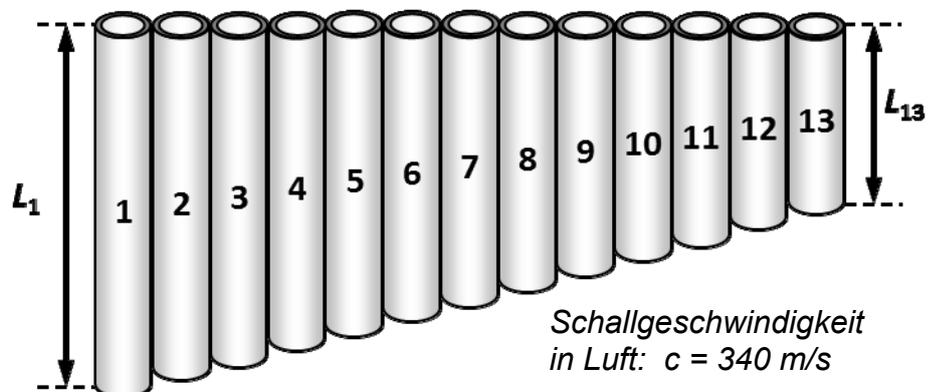
Nun werden alle Lautsprecher gleichphasig mit einer Frequenz  $f$  angesteuert.

- Das resultierende Schallfeld für  $f = 2 \text{ kHz}$  wird in größerer Entfernung ausgemessen. Unter welchen Winkeln  $\varphi$  zur Senkrechten auf die Vorderwand der Box treten Interferenz(haupt) maxima auf ?
- Für welche hörbaren Frequenzen tritt mehr als ein Hauptmaximum vor der Box auf ?

**Aufgabe 4: Musikalisches**

(11 Punkte)

Eine Panflöte besteht aus 13 beidseitig offenen Rohren unterschiedlicher Länge. Beim Anblasen werden jeweils die Grundschwingungen mit den Frequenzen  $f_1, f_2, \dots, f_{13}$  angeregt. Der tiefste Ton der Flöte hat dabei die Frequenz  $f_1 = 440 \text{ Hz}$  und der höchste Ton hat die doppelte Frequenz.



- Welche Länge  $L_{13}$  hat das kürzeste Rohr?
- Die Frequenzen benachbarter Rohre stehen jeweils immer im gleichen Verhältnis. Berechnen Sie dieses Frequenzverhältnis sowie das Längenverhältnis zweier benachbarter Rohre.