

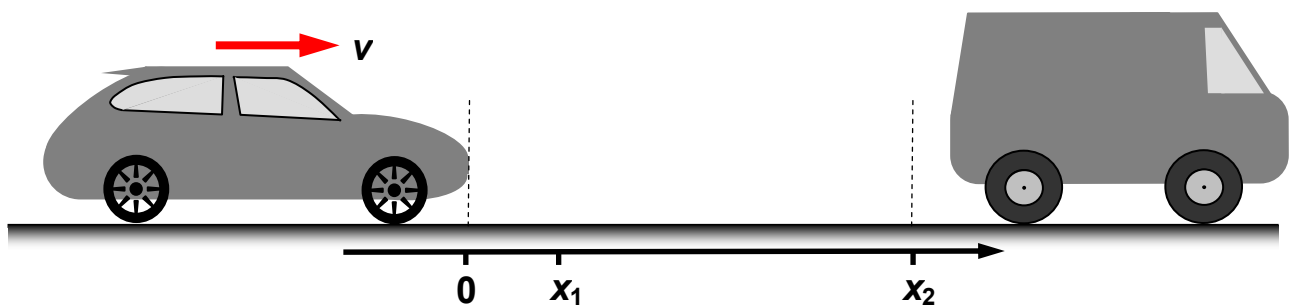
Wintersemester	2013/2014	Blatt 1 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2012
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

Gesamtpunktzahl: 120

Aufgabe 1: Vollbremsung

(22 Punkte)

Ein mäßig aufmerksamer Autofahrer ist auf der Autobahn unterwegs. Plötzlich bemerkt er vor sich das Ende eines Staus in Form eines auf der Fahrbahn stehenden Transporters. Um einen Auffahrunfall möglichst zu vermeiden, leitet der Fahrer eine Vollbremsung ein.



Nachfolgend wird angenommen, dass das Auto vor der Bremsung mit der Geschwindigkeit $v = 130 \text{ km/h}$ fährt. Die Zeitspanne zwischen Erkennen der Situation durch den Fahrer bei Position $x = 0$ und Einsetzen der Bremswirkung (Reaktionszeit) bei $x = x_1$ beträgt $t_R = 1,1 \text{ s}$.

a) Welche Strecke x_1 legt das Fahrzeug in der Reaktionszeit t_R zurück ?

Zuerst wird die Situation für die bestmögliche Bedingung – trockene Straße - untersucht.

b) Welchen Anhalteweg x_2 würde das Auto unter der Annahme konstanter Bremsverzögerung bei blockierten Rädern insgesamt benötigen ?

Nun wird der Bremsvorgang bei Regen betrachtet, die Fahrbahndecke sei durchweg nass.

c) Mit welcher Geschwindigkeit prallt das Auto auf den Transporter auf, wenn der Abstand zum Transporter bei Erkennen der Situation 120 m beträgt ?

d) Nach dem Aufprall in Teil c) bleiben die Fahrzeuge aneinander hängen und rutschen beide mit blockierten Rädern weiter. Wie weit bewegen sie sich bis zum Stillstand ?

Angaben

Reibungszahlen zwischen Reifengummi
und Fahrbahnoberfläche :
Gleitreibungszahl (trocken) $\mu_{tr} = 0,8$
Gleitreibungszahl (nass) $\mu_{na} = 0,4$

Fahrzeuge:
Masse Auto $m_A = 2200 \text{ kg}$
Masse Transporter $m_T = 3500 \text{ kg}$

Wintersemester 2013/2014	Blatt 2 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

Aufgabe 2: Hagelsturm

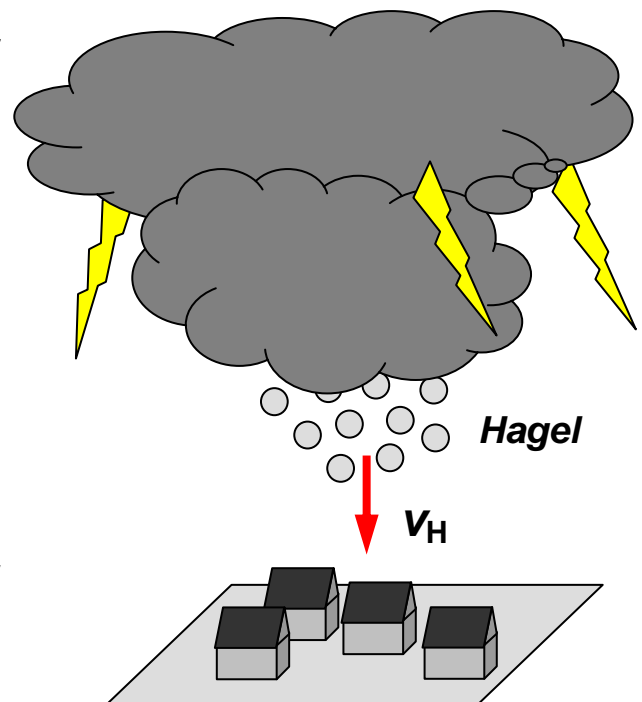
(18 Punkte)

Am 29. Juli 2013 gab es im Bereich Reutlingen / Eningen ein sehr heftiges Gewitter mit hohen Hagelschäden. Dabei fiel Großhagel, also Eiskörner mit Durchmessern bis zur Größe eines Tennisballs (65 mm).

Hagel bildet sich in Gewitterwolken. Die kugelförmigen Eiskörner werden darin durch Aufwinde in der Luft gehalten und wachsen, bis sie so schwer sind, dass sie unten aus der Wolke austreten und zu Boden fallen. Die Umströmung ist dabei immer turbulent.

Nachfolgend sollen einige physikalische Aspekte dieser Vorgänge betrachtet werden.

- a) Nach genügend langer Fallstrecke bewegen sich die Hagelkörner mit konstanter Geschwindigkeit v_H . Warum ist das so ? *(bitte kurz in Stichworten erklären !)*
- b) Welche konstante Fallgeschwindigkeit v_H hat ein tennisballgroßes Hagelkorn kurz vor dem Auftreffen auf dem Erdboden ?



Die Temperatur am Boden und in der Wolke wird vereinfachend als gleich angenommen.

- c) Welcher Luftdruck herrscht in der Wolke 2000 m über dem Erdboden ?
- d) Der Aufwind in der Wolke hält ein tennisballgroßes Hagelkorn 2000 m über dem Boden in der Schwebelage. Ist die Windgeschwindigkeit größer oder kleiner als v_H aus Teil b) ? *(keine Rechnung, aber Antwort bitte begründen !)*

Angaben

- $\rho_{L0} = 1,25 \text{ g/l}$ Dichte der Luft am Erdboden
- $p_0 = 1000 \text{ hPa}$ Luftdruck am Erdboden
- $c_W = 0,4$ Widerstandsbeiwert Kugel
- $d = 65 \text{ mm}$ Durchmesser Hagelkorn
- $\rho_{\text{Eis}} = 0,917 \text{ g/cm}^3$ Dichte von Eis

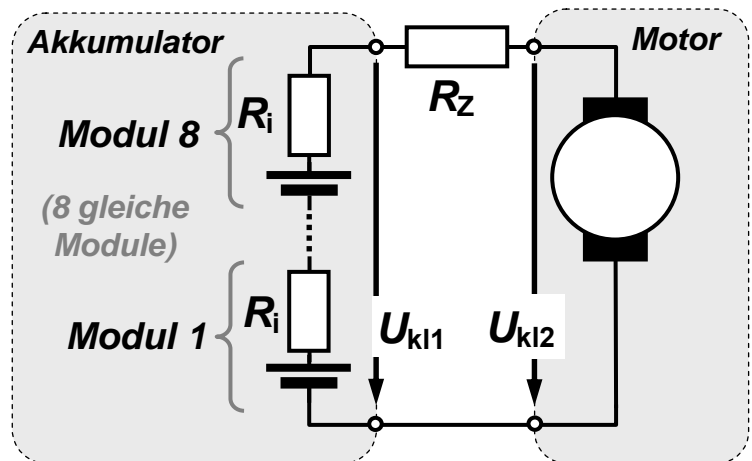
Wintersemester 2013/2014	Blatt 3 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

Aufgabe 3: Elektromobil

(20 Punkte)

Der wiederaufladbare Akkumulator eines Elektroautos besteht aus acht baugleichen, in Serie geschalteten Einzelmodulen mit jeweils gleicher Quellenspannung U_q und gleichem Innenwiderstand R_i . Die Anschlussleitungen zum Motor sind insgesamt 5 m lang. Sie bestehen aus Kupfer, ihr Querschnitt ist kreisförmig.

Ohne Belastung beträgt die Klemmenspannung U_{kl1} am Akkumulator 360 V. Bei voller Motorleistung fließt ein Strom von 210 A im Stromkreis.



- Die Stromdichte in den Zuleitungen soll maximal 10 A/mm^2 betragen. Welchen Durchmesser müssen sie dann haben und welchen Wert hat ihr Gesamtwiderstand R_z ?
- Welche Spannung U_{kl2} liegt bei voller Leistung am Motor an und welche elektrische Leistung nimmt er dann auf ?

Um die Gefahren einer hohen Betriebsspannung zu umgehen, schlägt ein Sicherheits-experte vor, einfach alle acht Einzelmodule im Akkumulator parallel zu schalten und für die daraus resultierende niedrigere Spannung U_{kl2} eben einen anderen Motor zu verwenden.

- Welchen maximalen Strom könnte der Akkumulator nun abgeben ?
- Welche Spannung U_{kl2} läge dann bei Maximalstrom am Motor an, wenn die gleichen Zuleitungen wie in Teil a) verwendet würden (ohne Vergrößerung des Querschnitts)?
- Welche elektrische Leistung würde dem Motor dann zur Verfügung stehen ?

Angaben

Akkumulator:

$R_i : 0,02 \Omega$

$I_q : 210 \text{ A}$

Innenwiderstand eines Einzelmoduls

Maximaler Strom, den ein Einzelmodul abgeben kann

Zuleitungen:

$\rho_{Cu} : 1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$

$L : 5 \text{ m}$

spezifischer Widerstand von Kupfer

Gesamtlänge beider Zuleitungen (hin und zurück)

Wintersemester 2013/2014	Blatt 4 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

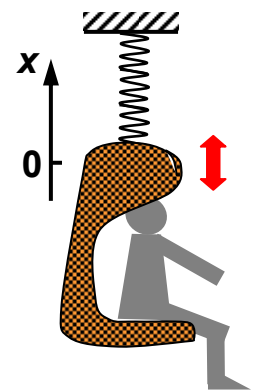
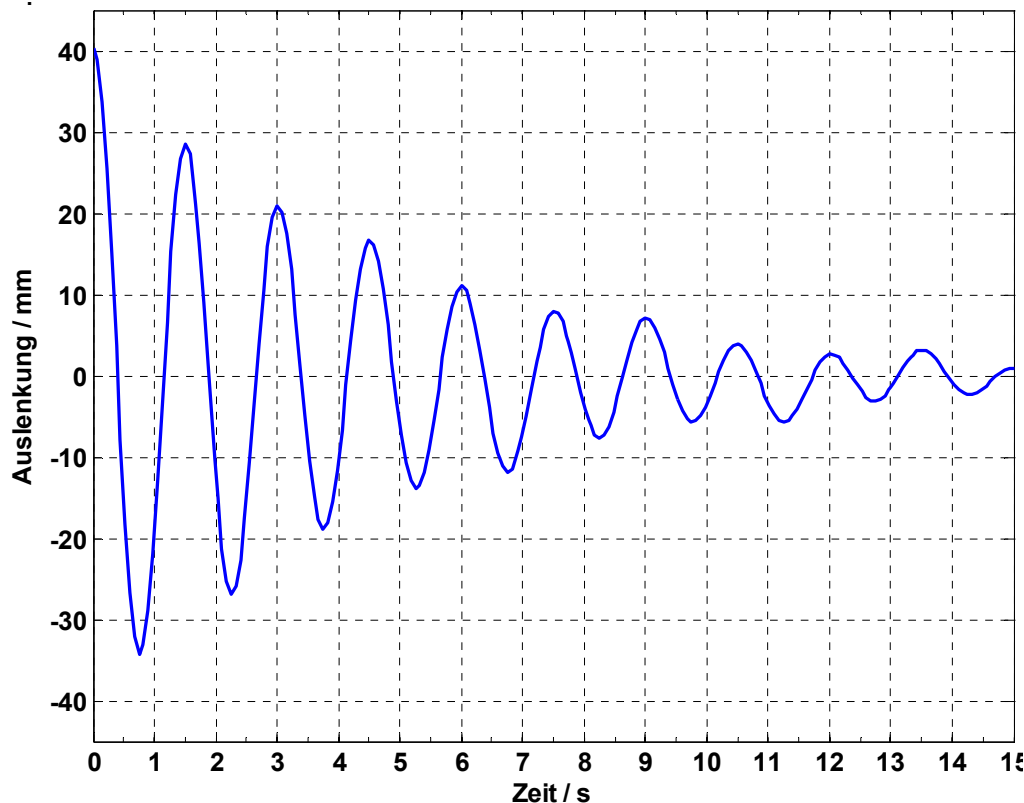
Aufgabe 4: Swinging 70-ties

(30 Punkte)

Ein Schaukelsessel im Retro-Stil hängt an einer Feder von der Decke. Eine Person setzt sich hinein und schwingt damit vertikal auf und ab. Die Schwingungsbewegung ist in guter Näherung harmonisch und viskos gedämpft. Im Idealfall gilt daher für die Auslenkung $x(t)$:

$$x(t) = \hat{x}_0 e^{-\delta t} \cos(\omega_d t + \varphi_0)$$

Die nachstehende Messung der Auslenkung x als Funktion der Zeit t ist auszuwerten.



Masseangaben

$m_P = 75 \text{ kg}$ Person
 $m_S = 7 \text{ kg}$ Sessel

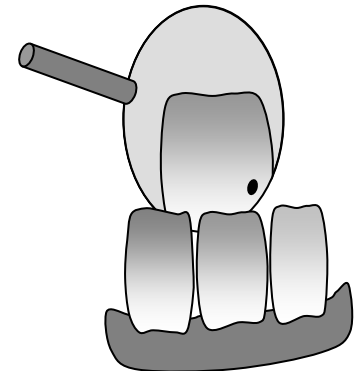
- Ermitteln Sie aus dem Diagramm möglichst genau Periodendauer T_d und Kreisfrequenz ω_d der gedämpften Schwingung. Die erhaltenen Werte werden als exakt angenommen.
- Bestimmen Sie Mittelwert sowie absoluten und relativen Messfehler für die Abklingkonstante δ (*grafische Bestimmung, Millimeterpapier im Anhang, Angaben auf eine signifikante Stelle im Fehler*).
- Ist die häufig verwendete Näherung $\omega_d \approx \omega_0$ hier gerechtfertigt (*bitte begründen!*) ?
- Ermitteln Sie den Mittelwert des Dämpfungsgrads β (ohne Fehlergrenzen).
- Welchen Mittelwert hat die Federkonstante ?

Wintersemester 2013/2014	Blatt 5 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

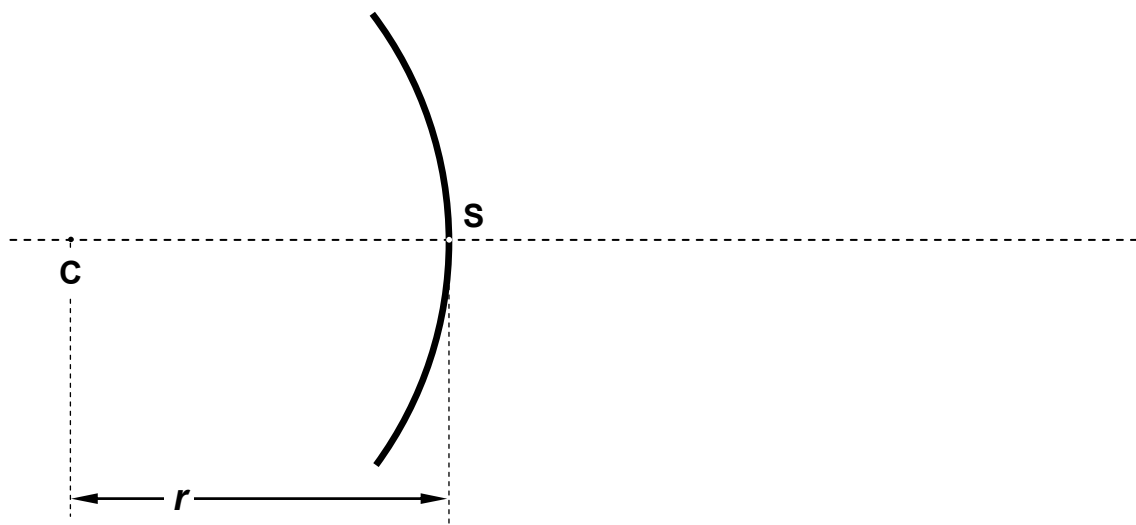
Aufgabe 5: Zahnarztspiegel

(15 Punkte)

Zahnärzte verwenden bei der Untersuchung oft kleine Hohlspiegel. Sie sehen darin ein aufrechtes, vergrößertes Bild des zu beurteilenden Zahns.



- a) Welche Art von Bild wird demnach im Zahnarztspiegel betrachtet ?
- b) Wird der sphärisch gekrümmte Hohlspiegel in einem Abstand von 2,5 cm zur untersuchten Stelle gehalten, dann soll dieser Bereich des Zahns darin mit zweifacher Vergrößerung zu sehen sein, Welchen Krümmungsradius muss der Spiegel dafür haben ?
- c) Zeichnen Sie in nachstehender Skizze, die bereits Krümmungsmittelpunkt C und Scheitelpunkt S des Hohlspiegels enthält, maßstabsgerecht die folgenden Punkte auf der optischen Achse ein:
 - 1. Brennpunkt des Hohlspiegels
 - 2. Position des Zahns
 - 3. Position des betrachteten Bilds
- d) Ergänzen Sie zur Kontrolle des Resultats aus c) die Skizze um einen Objektpunkt an der Position des Zahns (aber oberhalb der optischen Achse) und konstruieren Sie unter Verwendung geeigneter ausgezeichnete Lichtstrahlen seinen Bildpunkt.



Wintersemester	2013/2014	Blatt 6 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2012 (2011)

Aufgabe 6: Ultraschallreinigung

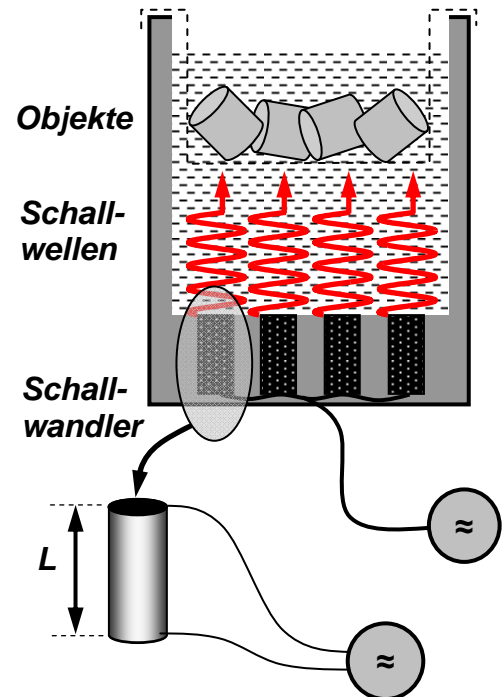
(15 Punkte)

Ein Ultraschallbad enthält ein mit Flüssigkeit gefülltes Becken. Die zu reinigenden Objekte werden in einen Drahtkorb gelegt und darin eingetaucht. Wandler am Boden des Beckens erzeugen Ultraschallwellen. Diese verursachen periodische Druckschwankungen, die zu dem gewünschten Reinigungseffekt führen.

Die Schallwandler sind zylindrische Stäbe aus PZT-Keramik, in denen mit einer Wechsellspannung stehende Longitudinalwellen erzeugt werden. Die Stirnflächen der Stäbe wirken dabei als offene Enden.

Angaben

c_{PZT} : 4600 m/s	Schallgeschwindigkeit in PZT
c_{liq} : 1400 m/s	Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeit
f_{US} : 40 kHz	Frequenz des Ultraschalls
ρ_{liq} : 1 g/cm ³	Dichte Reinigungsflüssigkeit
P_{US} : 150 W	Gesamtleistung Ultraschall
$V_{\text{bad}} = 15 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$	Abmessungen des Beckens (Länge x Breite x Höhe)



- Welche Wellenlänge und Wellenzahl haben die Ultraschallwellen in der Flüssigkeit ?
- Die Schallwandler erzeugen ein senkrecht von der Bodenfläche des Beckens nach oben laufendes Schallfeld überall gleicher Intensität. Wie groß ist diese Intensität ?
- Mit welcher Amplitude schwingen die Teilchen in der Flüssigkeit ?
- Welche Länge L haben die Schallwandler, wenn sie bei ihrer tiefstmöglichen Schwingungsfrequenz betrieben werden ?

