

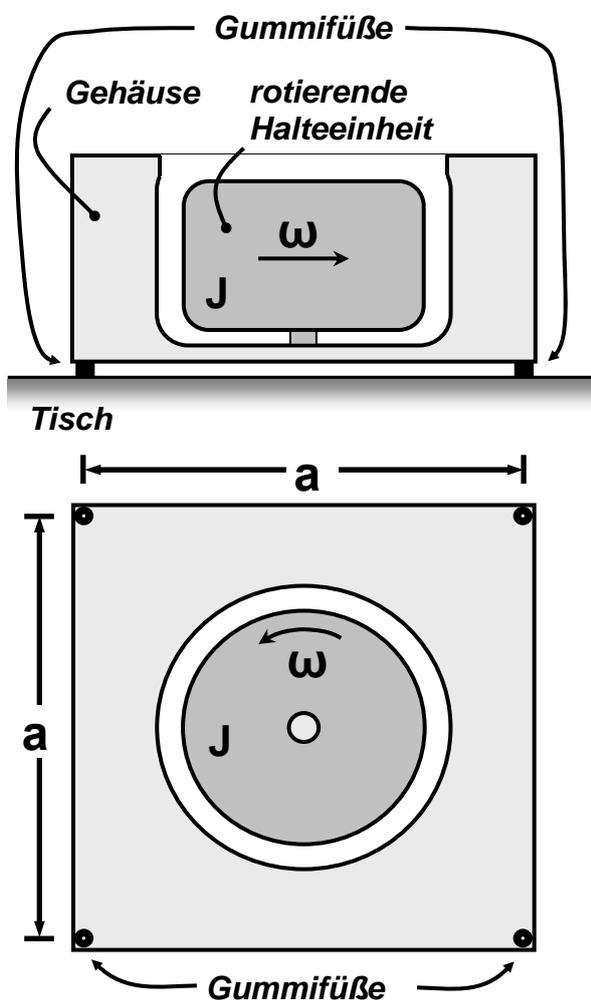
Wintersemester	2007/2008	Blatt 1 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2011 (2040/2044)
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

Gesamtpunktzahl: 120

Aufgabe 1: Zentrifuge

(22 Punkte)

Eine Tischzentrifuge für biochemische Präparationen besteht aus einem quadratischen Gehäuse, in dessen Mitte eine Halteeinheit für Gefäße um eine vertikale Achse drehbar gelagert ist. Die Halteeinheit besitzt das Massenträgheitsmoment J . Die Zentrifuge steht auf vier Gummifüßen, deren Abstand entlang der Gehäusesseiten a beträgt (siehe Skizze).



Angaben:

- $J = 0,025 \text{ kgm}^2$ Massenträgheitsmoment
- $a = 60 \text{ cm}$ Abstand Gummifüße
- $m_Z = 35 \text{ kg}$ Gesamtmasse Zentrifuge
- $\mu_H = 0.6$ Haftreibungszahl zwischen Gummifüßen und Tisch

- a) Die Maximaldrehzahl der Zentrifuge beträgt $n_{\max} = 7000 \text{ min}^{-1}$. Welche Energie ist dann in ihrer Rotation gespeichert?
- b) Während des Beschleunigens der Halteeinheit aus der Ruhe gibt der Motor die mittlere mechanische Leistung $P_m = 300 \text{ W}$ ab. Nach welcher Zeit t_{\max} wird die maximale Drehzahl erreicht, wenn die Winkelbeschleunigung α konstant ist?
- c) Was geschieht, wenn die rotierende Zentrifuge aufgrund eines Defekts blockiert und die Halteeinheit plötzlich abgebremst wird (*qualitative Erklärung, keine Rechnung !!*)?
- d) Welches Bremsdrehmoment M_{brems} kann das Gehäuse maximal auf die Halteeinheit ausüben, ohne auf dem Tisch zu rutschen?

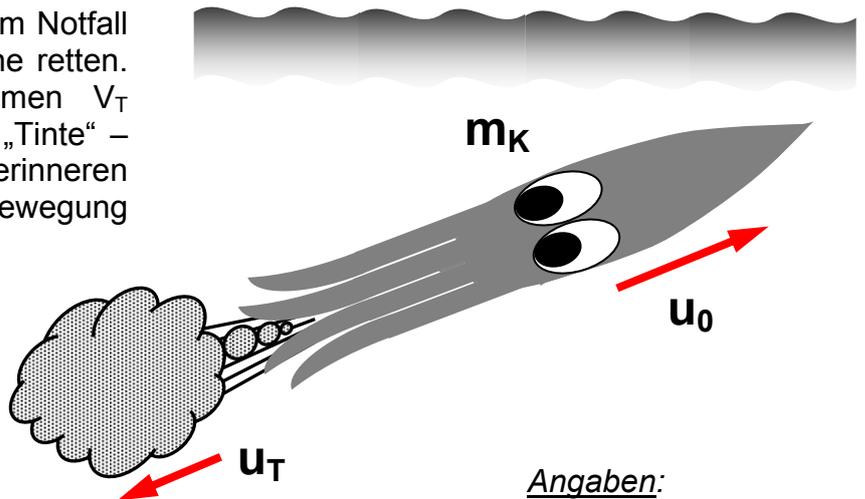
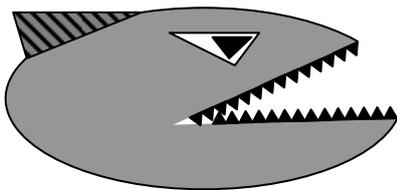
Hinweis: c) und d) können unabhängig von a) und b) beantwortet werden!

Wintersemester	2007/2008	Blatt 2 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2011 (2040/2044)

Aufgabe 2: Tintenfisch

(18 Punkte)

Tintenfische (auch bekannt als Kalmare oder „Calamari“) können sich im Notfall schnell aus einer Gefahrenzone retten. Sie stoßen dazu ein Volumen V_T gefärbtes Wasser – eben die „Tinte“ – aus einem Hohlraum im Körperinneren aus. Dies resultiert in einer Bewegung mit der Geschwindigkeit u_0 .



Angaben:

$\rho_{H_2O} = 1 \text{ g / cm}^3$	Dichte von Wasser und „Tinte“
$m_K = 0,5 \text{ kg}$	Masse Kalmar ohne „Tinte“
$V_T = 200 \text{ ml}$	ausgestoßenes Wasservolumen
$A_K = 40 \text{ cm}^2$	Querschnittsfläche Kalmar

- Welches physikalische Prinzip nützt der Kalmar dabei aus (*qualitative Erklärung !!*) ?
- Welche mittlere Ausströmgeschwindigkeit u_T hat das Wasser, wenn sich der Kalmar direkt nach seinem Ausstoß mit einer Geschwindigkeit von $u_0 = 2 \text{ m/s}$ bewegt ?
- Das Wasser wird durch eine kleine düsenartige Öffnung des Hohlraums ausgestoßen. Welchen Überdruck muss der Kalmar dazu erzeugen ?
- Wie lange dauert der Vorgang in c) wenn die Öffnung die Fläche $1,5 \text{ cm}^2$ aufweist ?

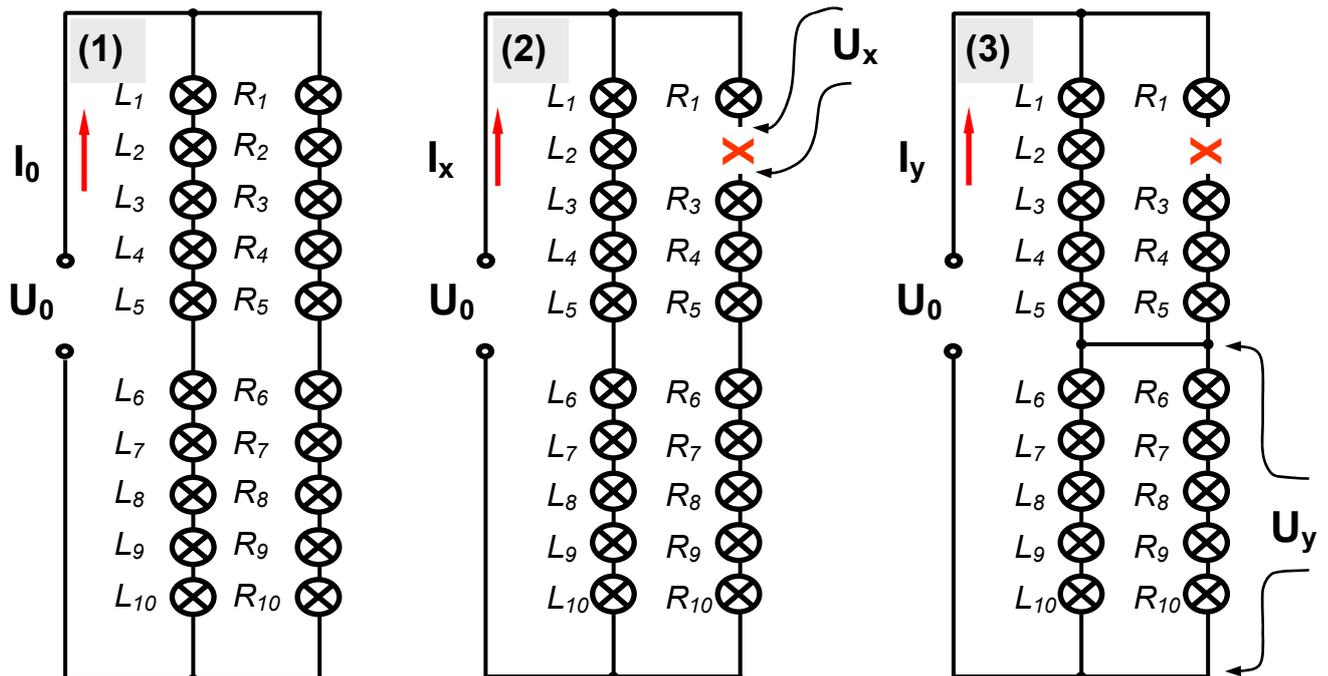
Hinweis : Die Strömung während des gesamten Vorgangs sei reibungsfrei !

Wintersemester	2007/2008	Blatt 3 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2011 (2040/2044)

Aufgabe 3: Lichterkette

(18 Punkte)

Eine Lichterkette zum Betrieb an der Spannung $U_0 = 230\text{ V}$ besteht aus zwei parallelen Zweigen mit insgesamt 20 gleichen Lämpchen L_1 bis L_{10} und R_1 bis R_{10} . Jedes Lämpchen nimmt im normalen Betriebszustand die elektrische Leistung $P_L = 1,2\text{ W}$ auf.



Zuerst wird der Normalbetriebszustand nach **Skizze (1)** betrachtet :

- Welcher Strom I_0 fließt und welche Leistung P_0 nimmt die Lichterkette insgesamt auf ?
- Welche Spannung fällt jeweils an den einzelnen Lämpchen ab ?
- Welchen Widerstand hat ein Lämpchen ?

Nun brennt das Lämpchen R_2 durch und wird entsprechend **Skizze (2)** entfernt :

- Welcher Strom I_x fließt und welche Leistung P_x nimmt die Lichterkette jetzt auf ?
- Welche Spannung U_x misst man zwischen den verbleibenden Zuleitungen ?

Für den weiteren Betrieb wird eine Verbindung nach **Skizze (3)** hergestellt :

- Welche Spannung U_y fällt nun über den unteren Teil der Kette ab ?
- Die Helligkeit der Lämpchen sei zu ihrer Leistungsaufnahme proportional. Es brenne auch kein weiteres Lämpchen durch. Sortieren Sie sie nach ihrer Helligkeit !

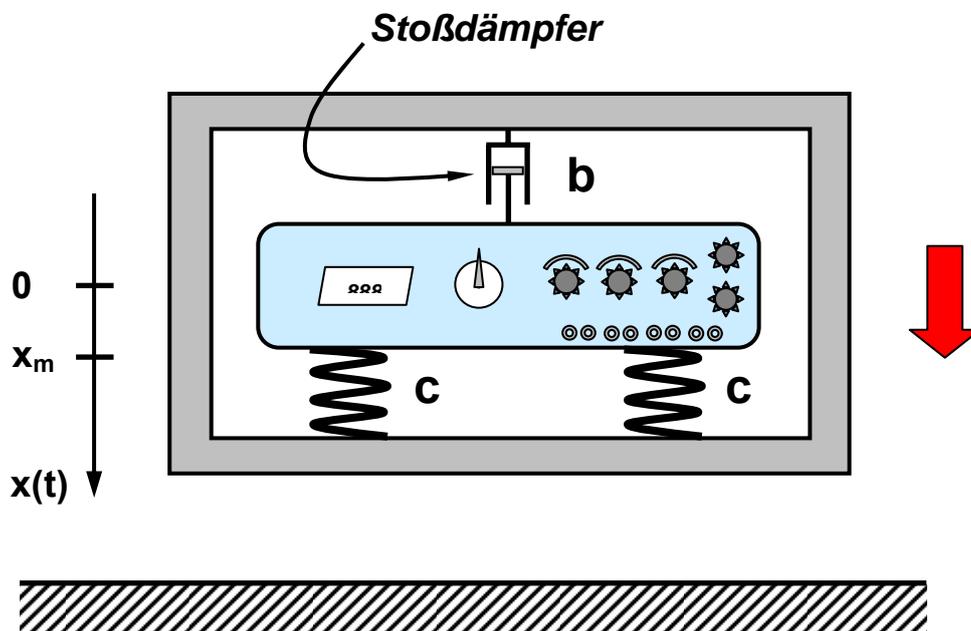
Wintersemester	2007/2008	Blatt 4 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2011 (2040/2044)

Aufgabe 4: Geräteschutz

(18 Punkte)

Ein stoßempfindliches Messgerät der Masse $m_K = 5 \text{ kg}$ wurde in eine Schutzkiste verpackt. Es ist auf zwei Federn mit Federkonstanten von $c = 2500 \text{ N/m}$ gelagert, zudem wurde ein Stoßdämpfer eingebaut, der eine Reibungskraft $F_{\text{reib}} = -b \, dx(t)/dt$ liefert.

Unglücklicherweise fällt die Kiste aus der Ruhe senkrecht auf den Boden, was zu einer Schwingung des Geräts mit einer Anfangsamplitude $x_m = 5 \text{ cm}$ führt (Skizze).



Zuerst werde die Dämpfung durch den Stoßdämpfer vernachlässigt.

- Welche Schwingungsdauer T_0 und welche Frequenz f_0 hat die Schwingung ?
- Welche maximale Beschleunigung a_m wirkt auf das Gerät ein ?

Genauere Betrachtung ergibt, dass die Schwingungsamplitude innerhalb von 15 Perioden exponentiell auf $\frac{1}{4}$ des Anfangswertes x_m abnimmt.

- Berechnen Sie die Abklingkonstante δ und den Dämpfungsgrad D der Anordnung.
- Welcher Wert ist für die Dämpfungskonstante b des Stoßdämpfers zu wählen, damit das Gerät schnellstmöglich wieder zur Ruhe kommt ?

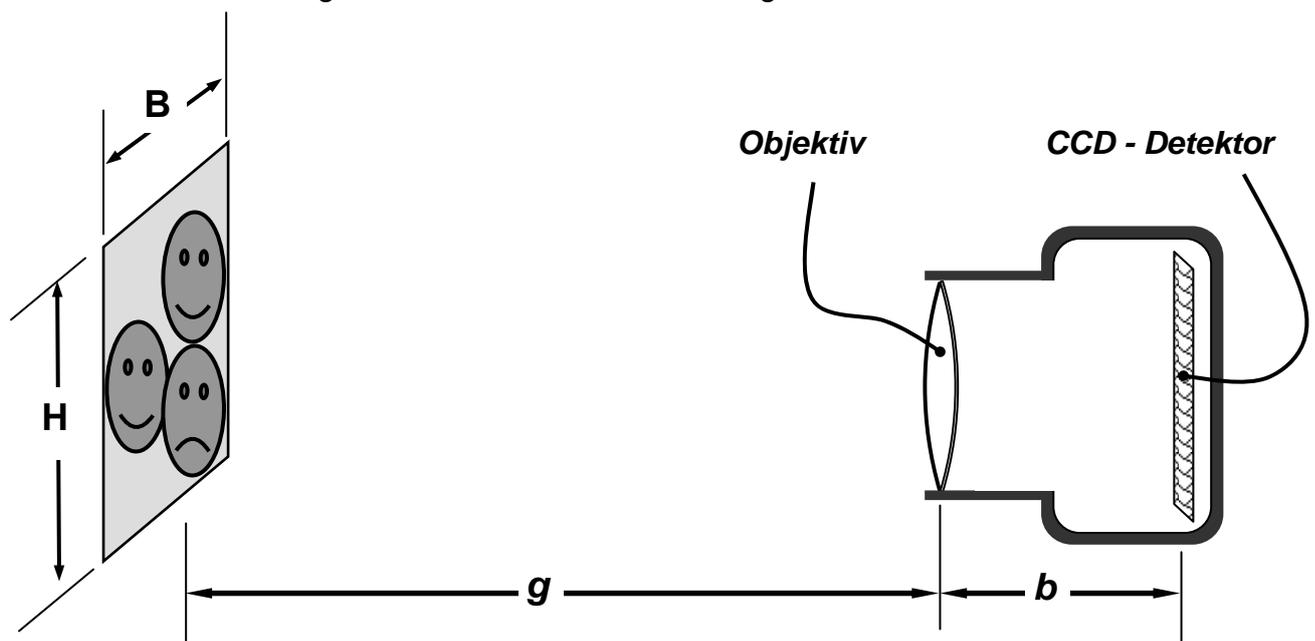
Hinweis: Für die Teilaufgaben c) und d) ist $T_0 = T_d$ anzunehmen !

Wintersemester	2007/2008	Blatt 5 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2011 (2040/2044)

Aufgabe 5: Digitalkamera

(20 Punkte)

Eine Digitalkamera besitzt einen CCD-Detektor mit den Abmessungen 2,54 x 4,06 cm (Höhe x Breite). Es handelt sich dabei um einen „9 Megapixel“ Detektor mit 2616 x 3488 Detektionspunkten. Die Brennweite des Objektivs der Kamera kann von 14,4 bis 28,8 mm variiert werden. Im folgenden werde es als eine einzige dünne Linse betrachtet.



Zuerst werden mit der Kamera Objekte im Abstand von $g = 3 \text{ m}$ aufgenommen.

- Welcher Abbildungsmaßstab und welcher Abstand Objektiv – Detektor b ergeben sich für eine Brennweite des Objektivs von 14,4 mm ?
- Welche Höhe H und welche Breite B hat der abgebildete Objektbereich, wenn die Brennweite des Objektivs 14,4 mm beträgt und der gesamte Detektor genutzt wird ?
- Welche Höhe H und welche Breite B hat der abgebildete Objektbereich, wenn die Brennweite des Objektivs 28,8 mm beträgt und der gesamte Detektor genutzt wird ?

Nun werden Objekte im Abstand $g = 1 \text{ km}$ im Querformat aufgenommen.

- Welche Objektivbrennweite ist zu wählen, wenn die Objekte möglichst groß abgebildet werden sollen ? Welche Breite hat nun der abgebildete Objektbereich ?
- Welchen horizontalen Abstand haben zwei Objektpunkte in dieser Entfernung, wenn sie auf nebeneinander liegenden Pixeln abgebildet werden ?

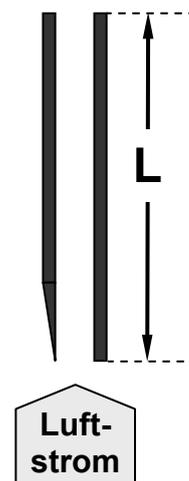
Wintersemester 2007/2008	Blatt 6 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2011 (2040/2044)

Aufgabe 6: Warnpfeife

(24 Punkte)

Die in einer rohrförmigen Signalpfeife der Länge $L = 0,3 \text{ m}$ auftretenden stehenden Wellen werden in guter Näherung von dem Modell der beidseitig offenen Röhre beschrieben. Die nachstehende Tabelle enthält Messwerte für die Frequenzen der Grundschwingung (f_0) und der ersten beiden Oberschwingungen (f_1, f_2) der mit Luft angeblasenen Pfeife.

f_0 [Hz]	580	584	579	583	590	588	578	582	585	582
f_1 [Hz]	1160	1171	1165	1167	1169	1175	1159	1160	1161	1173
f_2 [Hz]	1745	1759	1751	1749	1746	1748	1765	1758	1742	1748



- Skizzieren Sie die Grundschwingung und die ersten beiden Oberschwingungen.
- Wie hängen die Schwingungsfrequenzen f_n der stehenden Wellen von L ab ?
- Berechnen Sie aus den drei Messreihen Mittelwert, Standardabweichung und mittleren Fehler des Mittelwerts für die Frequenzen f_0, f_1 und f_2
- Berechnen Sie für die drei Fälle jeweils die Schallgeschwindigkeit und daraus ein sinnvoll gerundetes Gesamtergebnis (Fehlerangabe auf eine signifikante Stelle).

Nach der Theorie beträgt die Schallgeschwindigkeit c in Luft : $c = \sqrt{\kappa R_i T}$

Messparameter Isentropenexponent $\kappa = 1,4$
 spezielle Gaskonstante $R_i = 287 \text{ J / (kg K)}$
 absolute Temperatur $T = t + 273,16 \text{ K}$ ($t = \text{Temperatur in } ^\circ\text{C}$)

- Welche absolute Temperatur T in K hat demnach die Luft in der Pfeife ?
- Welchen Fehler ΔT hat der nach e) berechnete Temperaturwert ?