

Sommersemester 2017	Blatt 1 (von 6) + Millimeterpap.
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 1012001/2012
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

Gesamtpunktzahl: 120

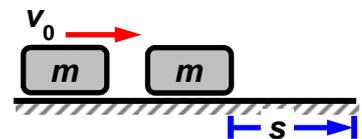
Aufgabe 1: Kurzfragen Mechanik

(22 Punkte)

Die Teilaufgaben a) ... d) können völlig unabhängig voneinander bearbeitet werden.

- a) Für das Materialpaar Straßenoberfläche - Reifengummi eines Autos gelten folgende Reibungskoeffizienten: Haftreibungszahl $\mu_H = 0,85$ sowie Gleitreibungszahl $\mu_G = 0,65$.
- Welche Maximalbeschleunigung könnte das Auto mit diesen Reifen theoretisch erreichen und welche Mindestzeit dauerte seine Beschleunigung von 0 auf 100 km/h ?
 - Das Auto fährt mit 50 km/h. Wie lange wäre sein Bremsweg bis zum Stillstand bei einer Bremsung mit blockierten Rädern ?
 - Mit welcher Maximalgeschwindigkeit könnte es eine Kurve mit 35 m Radius fahren ?

- b) In einem Kinderspiel gleiten Spielsteine gleicher Masse m über ein Brett (Gleitreibungszahl $\mu_G = 0,2$). Im Fall eines Zusammenstoßes bleiben sie aneinander haften und gleiten gemeinsam weiter.



- Ein Stein mit der Geschwindigkeit v_0 stößt auf einen ruhenden Stein. Sie gleiten gemeinsam die Strecke $s = 0,5$ m weiter, bis sie zur Ruhe kommen. Wie groß war v_0 ?
- c) Quito, die Hauptstadt von Ecuador, liegt auf dem 40080 km langen Erdäquator.
- Mit welcher Bahngeschwindigkeit dreht sich Quito auf einem Kreis um die Erdachse?
 - Wird in Quito die Masse 1,000 kg auf eine Waage gestellt, zeigt sie ein kleineres Gewicht an als bei Messung der Masse mit der gleichen Waage am Nordpol. Warum ?
 - Wie groß ist der relative Unterschied $\Delta F / F_N$ der Gewichtskraft zwischen Quito (F_Q) und Nordpol (F_N), wobei $\Delta F = F_Q - F_N$?
- d) In welchen Einheiten kann das Drehmoment angegeben werden ?

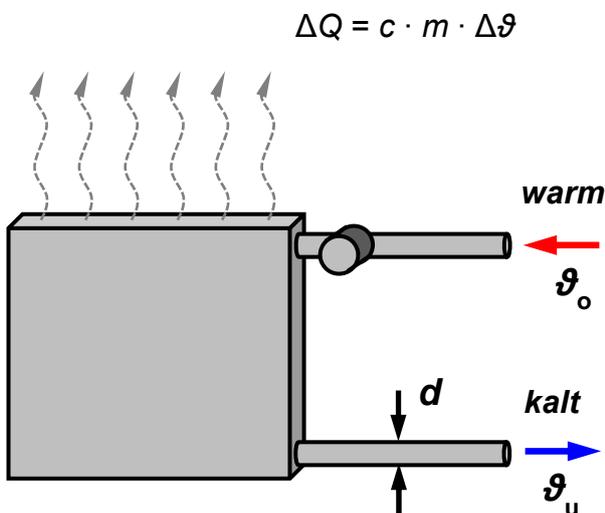
kg m / s ²	kg m ² / s	kg s ² / m ²	kg m ² / s ³	N m	N / s	N m s
kg s / m ²	kg s ² / m	kg m ² / s ²	kg m ²	N s	N / m	N / (m s)

Sommersemester 2017	Blatt 2 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

Aufgabe 2: Heizkörper

(20 Punkte)

Ein Heizkörper wird von Wasser durchströmt und gibt dessen Wärme an die Umgebung ab. Das warme Wasser der Temperatur ϑ_o wird oben über ein Rohr in den Heizkörper geleitet und fließt nach Abkühlung auf die Temperatur ϑ_u durch ein weiteres Rohr unten daraus ab (siehe Skizze). Dabei gilt für Wasser ebenso wie für jeden anderen Körper der bekannte Zusammenhang zwischen abgegebener Wärmemenge ΔQ und daraus folgender Temperaturänderung $\Delta\vartheta$:



ΔQ : abgegebene Wärmemenge
 c : spezifische Wärmekapazität
 m : Masse des Körpers
 $\Delta\vartheta = \vartheta_o - \vartheta_u$: Temperaturänderung

Wasser:

$c = 4,19 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ spez. Wärmekapazität
 $\rho = 1,00 \text{ g/cm}^3$ Dichte von Wasser
 $\eta = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ Viskosität von Wasser

Heizkörper:

$P = 2000 \text{ W}$ maximale Heizleistung
 $\vartheta_o = 55^\circ\text{C}$ Temperatur warmes Wasser
 $\vartheta_u = 30^\circ\text{C}$ Temperatur kaltes Wasser

- Der Heizkörper wird bei maximaler Heizleistung von 2000 W betrieben. Welche Wärmemenge ΔQ gibt er dabei in einer Stunde ab (bitte in kWh und J angeben) ?
- Welche Masse Wasser fließt in Teilaufgabe a) pro Stunde durch den Heizkörper ?
- Welchen Wert hat in Teilaufgabe a) demnach der Volumenstrom an Warmwasser?
- Soll die Strömung des Wassers im Zuleitungs- und Ableitungsrohr bei maximalem Durchfluss laminar oder turbulent sein (qualitative Antwort, bitte begründen) ?
- Der Durchmesser d von Zuleitungs- und Ableitungsrohr ist gleich. Welchen Wert muss er haben, damit auf jeden Fall eine wirbelfreie Strömung vorliegt ?
- Zu- und Ableitungsrohr haben eine Gesamtlänge von 12 m. Welcher Druckabfall stellt sich aufgrund der inneren Reibung im Wasser über diese Länge ein ?

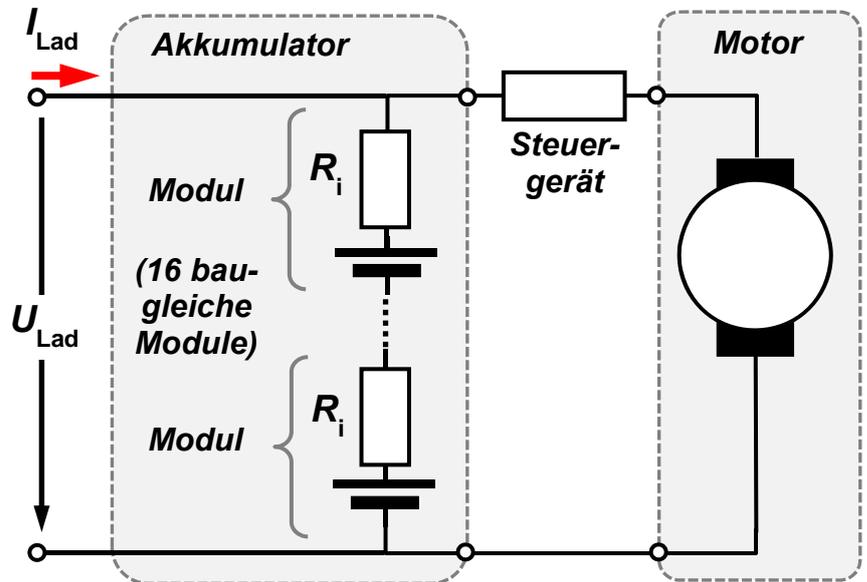
Sommersemester 2017	Blatt 3 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

Aufgabe 3: Elektrofahrzeug

(18 Punkte)

Der Akkumulator eines rein elektrisch betriebenen Autos besteht aus mehreren baugleichen, in Serie geschalteten Modulen. Mit einem sogenannten *supercharger* – einer sehr hohen Strom liefernden Spannungsquelle – kann er schnell aufgeladen werden.

Die nebenstehende Skizze zeigt schematisch die elektrische Schaltung des Autos.



Kapazität Akkumulator $E_{el} = 85 \text{ kWh}$
Ladespannung 390 V $U_{Lad} = 390 \text{ V}$
Ladeleistung *supercharger* $P_{Lad} = 120 \text{ kW}$

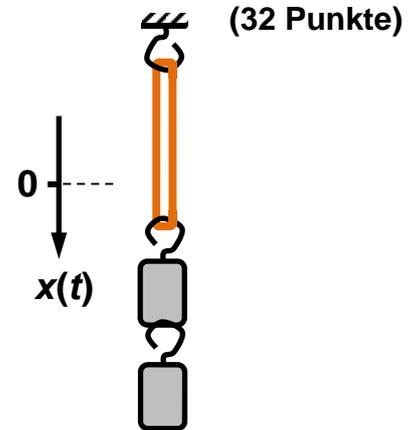
Masse Fahrzeug $m = 2200 \text{ kg}$
Motorleistung maximal $P = 270 \text{ kW}$
(im Drehzahlbereich $6000 - 9000 \text{ min}^{-1}$)
Wirkungsgrad Antrieb $\eta_{el} = 0,5$

- Der *supercharger* hat laut Spezifikation eine Ladeleistung von 120 kW . Welcher Ladestrom I_{Lad} fließt bei der Aufladung in den Akkumulator und jeweils in die Einzelmodule?
- Die maximale Stromdichte in Kupferkabeln soll 10 A/mm^2 betragen. Welchen Durchmesser müssten demnach die Adern des Ladekabels haben, wenn die Aufladung über ein einfaches zweiadriges Kabel erfolgte? Wäre dies technisch machbar oder gibt es sinnvollere Lösungen (*bitte Antwort mit Begründung*)?
- Wie lange dauert es, den anfangs leeren Akkumulator auf 50% Energieinhalt aufzuladen? Welche Ladungsmenge fließt dabei in den Akkumulator?
- Der Motor kann über einen breiten Drehzahlbereich hinweg seine maximale Leistung abgeben. Wie ändert sich über diesen Bereich das abgegebene Drehmoment?
- Das Auto beschleunigt aus der Ruhe auf 120 km/h . Welche elektrische Arbeit wird dabei dem Akkumulator entnommen (*Reibungseffekte sind zu vernachlässigen*)?

Sommersemester 2017	Blatt 4 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

Aufgabe 4: Gummifaden

Im Physiklabor wurde experimentell das elastische Verhalten von Gummifaden untersucht. Dazu wurde eine immer größere Zahl von Gewichtsstücken mit je 50 g Masse an einen haushaltsüblichen Gummiring angehängt und die jeweils zugehörige Verlängerung bezüglich der entspannten Position gemessen (Skizze nebenstehend). Maximal konnten 14 Gewichtsstücke angehängt werden. Bei weiterer Erhöhung ihrer Anzahl riss der Ring. Die Messdaten sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.



Anzahl Gewichte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
x / mm	40	80	125	170	220	270	320	350	370	380	390	395	400	404

- Erstellen Sie ein Diagramm für die Auslenkung x des Gummifadens in Abhängigkeit von der angehängten Masse m (*Millimeterpapier auf der letzten Seite der Klausur !*)
- Für welchen Bereich der Auslenkung x liegt in guter Näherung ein lineares Gesetz für die Rückstellkraft F_R des Gummirings vor ? (Gesetz von Hooke: $F_R(x) = -k \cdot x$)
- Ermitteln Sie aus dem Diagramm einen Wert für diese lineare Federkonstante k .
- Schätzen Sie grafisch mit Hilfe von Fehlergeraden aus dem Diagramm die Unsicherheit Δk für die Federkonstante ab.
- Geben Sie das Endresultat für k sowohl mit der absoluten als auch mit der relativen Messunsicherheit an. Runden Sie die Unsicherheit jeweils auf eine signifikante Stelle.

An den Gummiring wird nun eine Masse von insgesamt 200 g angehängt. Danach wird die Anordnung in vertikale Schwingungen von 5 cm Amplitude versetzt.

- Mit welcher Frequenz erfolgt diese vertikale Schwingung ?
- Welchen Höchstwert darf die Amplitude der vertikalen Schwingung annehmen, ohne dass sich die Frequenz gegenüber dem in Teilaufgabe f) berechneten Wert verändert ?

Sommersemester 2017	Blatt 5 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

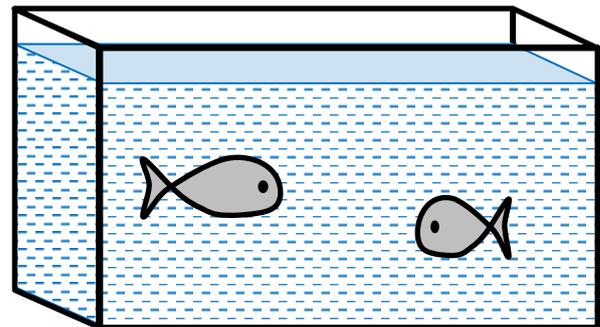
Aufgabe 5: Aquarium

(12 Punkte)

Blickt man schräg auf ein Aquarium, scheinen die sich darin im Wasser befindenen Objekte wie Pflanzen und Fische auf anderen Positionen zu befinden, als es ihrem jeweiligen tatsächlichen Ort im Raum entspricht.

Die Situation ist in der Skizze schematisch wiedergegeben, die Blickrichtung wird durch den Pfeil markiert.

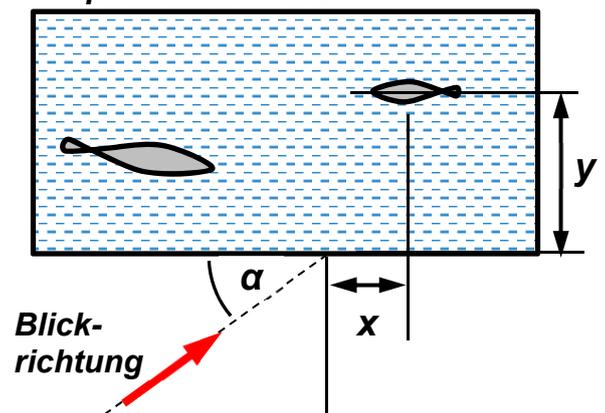
Aquarium perspektivisch



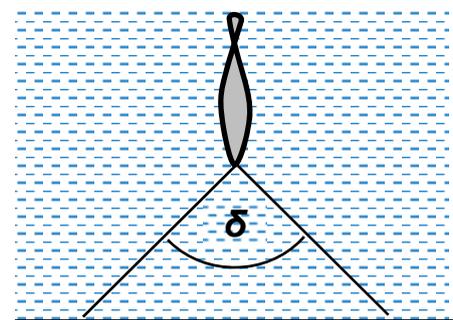
a) Woher kommt dieser Effekt (*bitte um Erklärung in kurzen Worten*) ?

b) Die Blickrichtung hat einen Winkel von $\alpha = 30^\circ$ zur Frontscheibe, der in dieser Richtung sichtbare Fisch schwimmt $y = 60$ cm hinter dieser Scheibe. Welche tatsächliche Position x hat der Fisch (Definition der Angaben entsprechend der nebenstehenden Skizze) ?

Aquarium von oben



c) Angenommen, ein Fisch könnte aus dem Aquarium nach außen schauen: unter welchem Blickwinkel δ erschiene ihm dann der Raum vor dem Aquarium, also die gesamte Umgebung vor der Frontscheibe ?



Raum vor Aquarium

Angaben

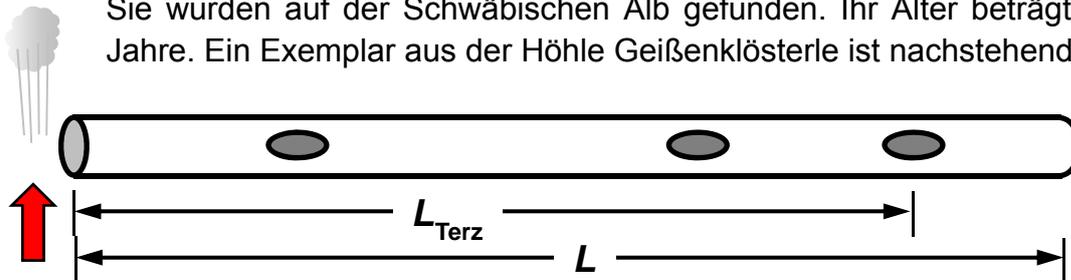
Brechzahl von Wasser $n = 1,33$

Sommersemester 2017	Blatt 6 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012 (2011)

Aufgabe 6: Steinzeitflöten

(16 Punkte)

Die ältesten bekannten Musikinstrumente der Menschheit sind Knochenflöten. Sie wurden auf der Schwäbischen Alb gefunden. Ihr Alter beträgt über 30.000 Jahre. Ein Exemplar aus der Höhle Geißenklösterle ist nachstehend skizziert:



Experimenten zufolge erfolgte das Anblasen dieser Flöten senkrecht zur Achsrichtung, wie in der Skizze mit dem Pfeil angedeutet. Technisch gesehen waren sie damit beidseitig offene Röhren. Durch Öffnen und Schließen der seitlichen Löcher mit den Fingern konnte der Flötenspieler die akustisch wirksame Länge L der Röhre verändern.

Angaben

Länge der Flöte aus der Höhle Geißenklösterle

$$L_G = 12,6 \text{ cm}$$

Länge der Flöte aus der Höhle Hohlen Stein

$$L_H = 22 \text{ cm}$$

Temperaturabhängige Schallgeschwindigkeit in Luft

$$c = (331,5 + 0,6 \vartheta / ^\circ\text{C}) \text{ m/s}$$

- Welche Frequenz hatte demnach der tiefste Ton (Grundton), den die Flöte aus dem Geißenklösterle im Sommer vor der Höhle bei der Temperatur $\vartheta = 25^\circ\text{C}$ beim Spielen vor der Höhle abgeben konnte ?
- Um einen weiteren Ton im Abstand einer großen Terz (Frequenzverhältnis 5 : 4) zum tieferen Grundton zu erzeugen, konnte der Flötenspieler eines der Fingerlöcher öffnen. Welche akustisch wirksame Länge L_{Terz} musste die Flöte dadurch erhalten ?
- Bei scharfem Anblasen konnten der Flöte - bei Verschluss aller Fingerlöcher - höhere Töne entlockt werden. Welche Frequenz hat der am nächsten zum Grundton liegende Ton, den die Flöte hierbei abgeben kann ?
- Im Winter fand das Flötenspiel vermutlich innerhalb der Höhle bei einer Lufttemperatur von $\vartheta = 10^\circ\text{C}$ statt. Bei welcher Frequenz liegt dann der Grundton ? Wie groß sind Wellenzahl k_0 und Kreisfrequenz ω_0 der zugehörigen Schallwelle ?
- Der jüngste Fund einer - längeren - Steinzeitflöte erfolgte im Jahr 2009 im benachbarten Hohlen Stein. Welche Frequenz hatte ihr Grundton im Sommer bei $\vartheta = 25^\circ\text{C}$?

