

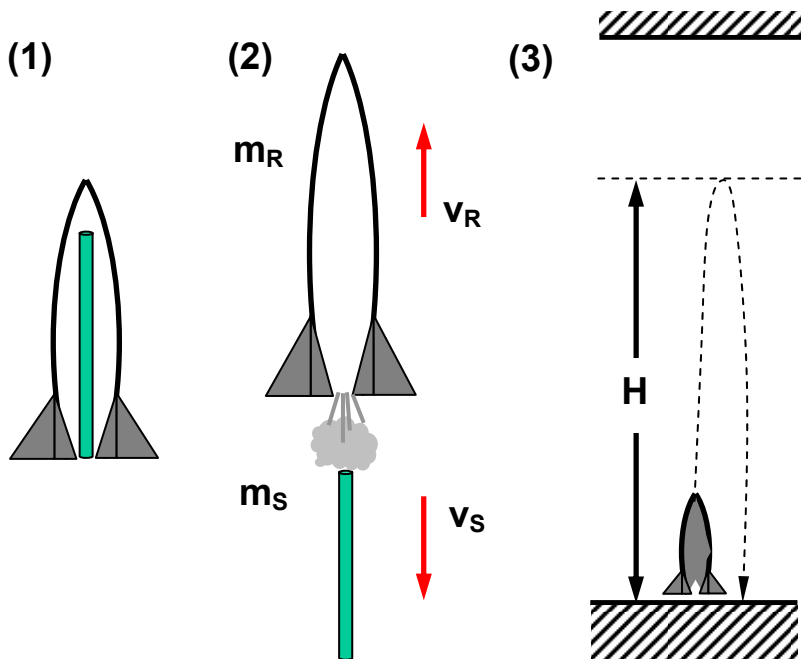
Sommersemester 2007	Blatt 1 (von 6)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2011 2044 (B)
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

**Gesamtpunktzahl: 120**

**Aufgabe 1: Rakete**

**(17 Punkte)**

In der Physikvorlesung wird eine mit „Pressluft und Holz“ betriebene Rakete gestartet. Sie enthält einen Holzstab der Masse  $m_S$ . Zuerst wird sie arretiert und mit einer Luftpumpe aufgepumpt (1). Nach Lösen der Arretierung strömt die Luft aus der Rakete und schleudert den Holzstab mit der Geschwindigkeit  $v_S$  nach hinten heraus (2). Die Rakete startet mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_R$  nach oben und steigt bis zur maximalen Steighöhe  $H$  (3).



Angaben:

$H = 0,9 \text{ m}$  Steighöhe

$m_r = 50 \text{ g}$  Masse Rakete

$m_s = 10 \text{ g}$  Masse Holzstab

Alle Vorgänge sind reibungsfrei, die Masse der Luft in der Rakete wird vernachlässigt. Rakete und Stab sind Massepunkte

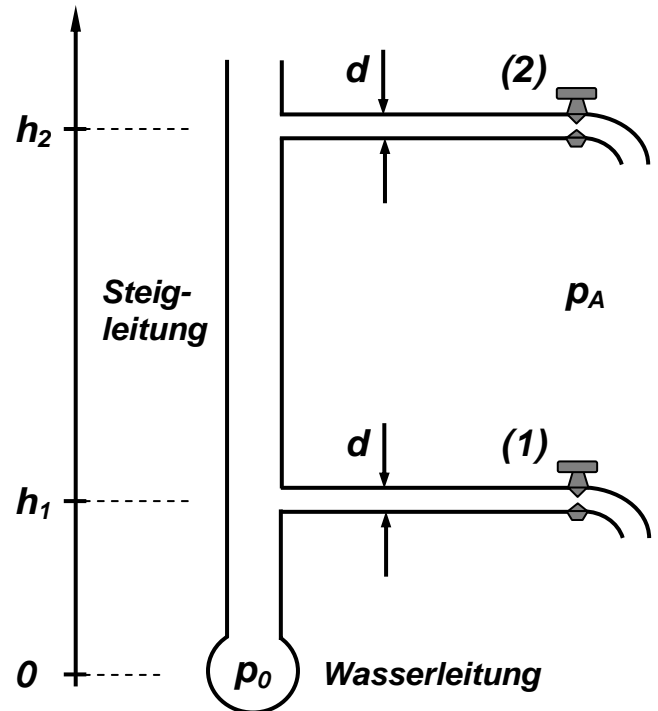
- Wie groß ist die Anfangsgeschwindigkeit  $v_R$  der Rakete ?
- Wie groß ist die Geschwindigkeit  $v_S$  mit welcher der Stab herausgeschleudert wird ?
- Der Stab wird in einer Zeitspanne von 15 ms herausgeschleudert. Welche Schubkraft wirkt während dieser Zeit auf die Rakete ?
- Wie lange dauert der Flug, bis die Rakete wieder auf Starthöhe angekommen ist ?
- Welche Kraft wirkt im höchsten Punkt der Bahn auf die Rakete ? Bitte Betrag und Richtung angeben.

Sommersemester 2007	Blatt 2 (von 6)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2011 2044 (B)

**Aufgabe 2: Wasserversorgung**

(20 Punkte)

Zwei Wasserhähne (1) und (2) im Erdgeschoss und 1. Stock eines Hauses sind über Rohre mit Durchmesser  $d$  an die Wasserversorgung angeschlossen. Die Hähne sind als Verengungen der Rohre anzusehen. Je nach Grad ihrer Öffnung geben sie Querschnittsflächen der Größe  $A_1$  beziehungsweise  $A_2$  frei, durch welche das Wasser strömt. Diese Entnahme von Wasser führt zu keiner nennenswerten Strömung in Wasser- und Steigleitung.



Angaben:

- $h_1 = 2 \text{ m}$  Höhe Erdgeschoss
- $h_2 = 5 \text{ m}$  Höhe 1. Stock
- $d = 1,27 \text{ cm}$  Rohrdurchmesser
- $A_1 = 10 \text{ mm}^2$  Strömungsquerschnitt in (1)
- $p_0 = 2 \text{ bar}$  Druck in Wasserleitung
- $p_A = 1 \text{ bar}$  Aussendruck

- $\eta = 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$  Viskosität  $\text{H}_2\text{O}$
- $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$  Dichte  $\text{H}_2\text{O}$

*Hinweis: Nehmen Sie für die Teilaufgaben a), b), c) und d) reibungsfreie Strömung an !*

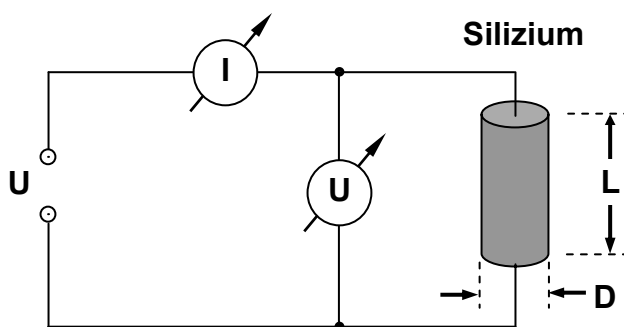
- a) Welcher Wasserdruck herrscht bei den Höhen  $h_1$  und  $h_2$  in der Steigleitung ?
- b) Wie groß ist die Strömungsgeschwindigkeit  $v_1$  durch den Querschnitt  $A_1$  in Hahn (1) ?
- c) Welches Volumen fließt pro Zeiteinheit durch Hahn (1) ?
- d) Der Volumenfluss durch Hahn (2) soll gleich dem durch Hahn (1) sein. Welcher Querschnitt  $A_2$  ist dafür an Hahn (2) einzustellen ?
- e) Ist die Strömung im Rohr vor Hahn (1) laminar oder turbulent ?

Sommersemester 2007	Blatt 3 (von 6)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2011 2044 (B)

**Aufgabe 3: Temperaturabhängiger Widerstand (30 Punkte)**

Ein kreisrundes Stäbchen aus reinem Silizium hat den Durchmesser  $D = 8 \text{ mm}$  und die Länge  $L = 50 \text{ mm}$ . Der Temperaturverlauf seines Widerstands  $R$  soll untersucht werden. Dazu wird bei konstant gehaltener Spannung  $U = 100 \text{ V}$  der Stromfluss  $I$  gemessen :

$\vartheta \text{ [}^\circ\text{C]}$	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200
$I \text{ [mA]}$	0,115	0,217	0,434	1,18	3,14	7,56	16,7	34,3	66,1	121



*Hinweis: Die Theorie liefert folgende Abhängigkeit des Widerstands  $R$  von der absoluten Temperatur  $T$  :*

$$R(T) = R_0 \cdot e^{\frac{E_g}{2kT}}$$

$$k = 1,38066 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$E_g = \text{materialspezifische Konstante}$

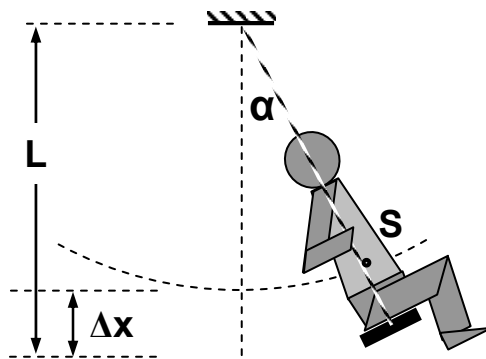
- Zeigen Sie, dass die logarithmische Auftragung des Widerstands  $R$  über der reziproken absoluten Temperatur  $1/T$  eine Gerade ergibt, aus der die Konstante  $E_g$  folgt.
- Erstellen Sie ein entsprechendes Diagramm und bestimmen Sie  $E_g$ . Geben Sie dabei den Wert für  $E_g$  in der Energieeinheit Elektronenvolt (eV) an : **1 eV =  $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$**
- Ermitteln Sie Fehlergrenzen und geben Sie das sinnvoll gerundete Endergebnis für  $E_g$  an (eine signifikante Stelle für den Fehler).
- Welchen spezifischen Widerstand  $\rho$  hat Silizium der Messung zufolge bei  $100^\circ\text{C}$  ?

Sommersemester 2007	Blatt 4 (von 6)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2011 2044 (B)

**Aufgabe 4: Schaukel**

**(20 Punkte)**

Ein Kind der Masse  $m_K = 15 \text{ kg}$  sitzt auf einer Schaukel, deren Sitzbrett an Seilen der Länge  $L = 1,55 \text{ m}$  hängt. Die Masse von Sitzbrett und Seilen ist zu vernachlässigen. Die Schaukel wird mit dem Anfangswinkel  $\alpha_0 = 10^\circ$  aus der Ruhe losgelassen und schwingt danach frei mit einer Schwingungsdauer von  $T_d = 2,4 \text{ s}$ . Die Schwingungsamplitude  $\alpha_m$  verringert sich innerhalb von 5 Perioden exponentiell auf  $\frac{1}{4}$  des Anfangswertes  $\alpha_0$ .



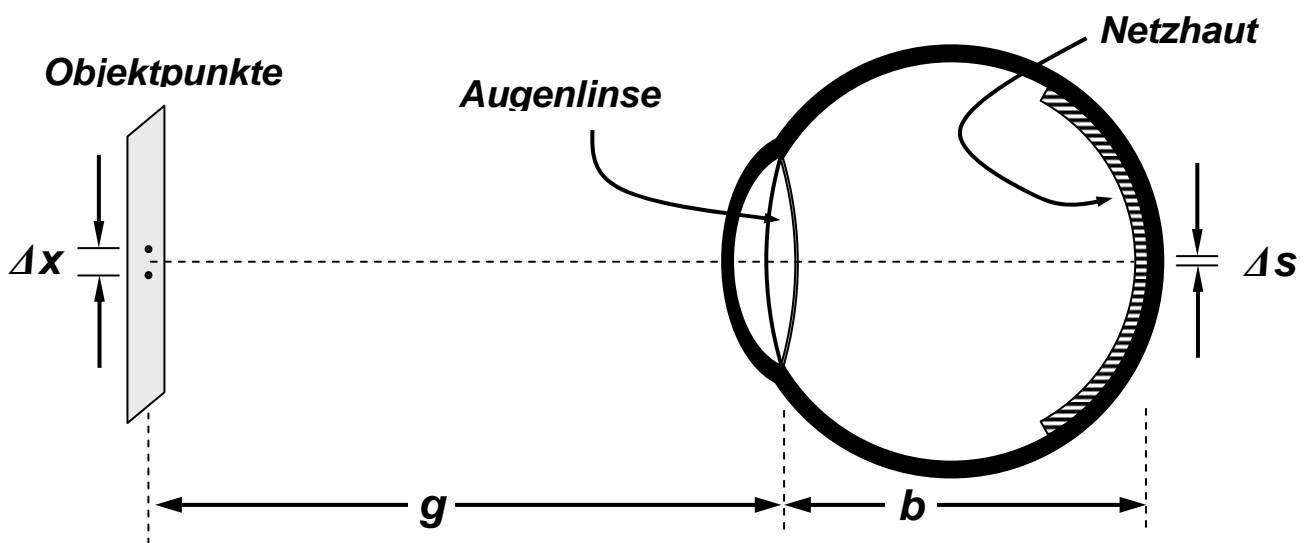
- Berechnen Sie die Abklingkonstante  $\delta$  der Anordnung.
- Berechnen Sie die zugehörige Schwingungsdauer  $T_0$  der Schaukel ohne Dämpfung.
- Berechnen Sie den Dämpfungsgrad  $D$  der Anordnung.
- In welcher Höhe  $\Delta x$  über dem Sitzbrett befindet sich der Schwerpunkt  $S$  des Kindes?

*Hinweis: Für Teil d) ist  $T_0 = T_d$  anzunehmen, er ist unabhängig von a) bis c) lösbar !*

Sommersemester 2007	Blatt 5 (von 6)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2011 2044 (B)

**Aufgabe 5: Auge (15 Punkte)**

Die Linse des menschlichen Auges erzeugt ein Bild der betrachteten Gegenstände auf der Netzhaut. Zur Detektion des Lichts dienen dort lichtempfindliche Zellen, die sogenannten Zäpfchen. Im Zentralbereich der Netzhaut, wo die Sehschärfe am höchsten ist, haben sie einen Abstand von  $\Delta s = 5 \mu\text{m}$ . Der Abstand Augenlinse - Netzhaut beträgt  $b = 25 \text{ mm}$ .



Es werden Punkte im Abstand  $s_0 = 25 \text{ cm}$  (deutliche Sehweite) zur Augenlinse betrachtet.

- Welche Brennweite hat das Auge, wenn diese Objektpunkte scharf gesehen werden ?
- Welchen Abstand  $\Delta x$  müssen zwei dieser Objektpunkte haben, damit sie auf benachbarten Zäpfchen abgebildet werden ?
- Unter welchem Sehwinkel werden diese beiden Objektpunkte gesehen ?

Nun werden Objektpunkte in einem Abstand von 1 km betrachtet.

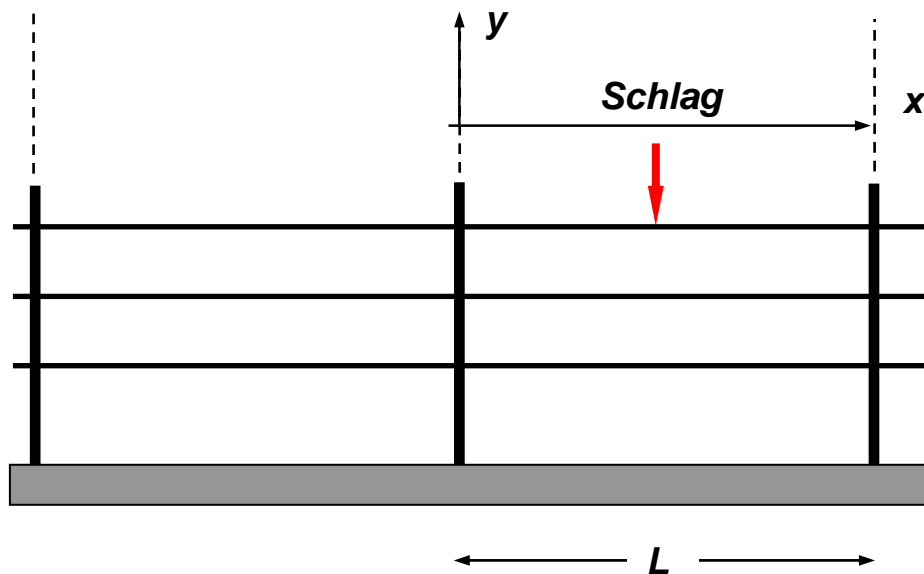
- Welche Brennweite hat das Auge, wenn diese Objektpunkte scharf gesehen werden ?
- Welchen Abstand  $\Delta x$  müssen zwei dieser Objektpunkte haben, damit sie auf benachbarten Zäpfchen abgebildet werden ?

Sommersemester 2007	Blatt 6 (von 6)
Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2011 2044 (B)

**Aufgabe 6: Geländer**

**(18 Punkte)**

Die Querstrebe eines Metallgeländers hat die Länge  $L = 3,4$  m. Sie kann durch einen Schlag zu stehenden Querwellen angeregt werden (siehe Skizze). Die Messung der dabei auftretenden Frequenzen ergibt einen minimalen Wert von  $f_0 = 5,5$  Hz.



- Skizzieren Sie die Lage der Schwingungsbäuche und –knoten für die niedrigsten drei prinzipiell möglichen Eigenfrequenzen  $f_0$ ,  $f_1$  und  $f_2$ .
- Berechnen Sie die Phasengeschwindigkeit  $c$  dieser stehenden Wellen.
- Berechnen Sie die nächsthöheren beiden Eigenfrequenzen  $f_1$  und  $f_2$ .

Die Strebe schwingt mit der Grundschwingungsfrequenz  $f_0$ , die Schwingungsamplitude in ihrer Mitte beträgt 5 mm.

- Welche Werte haben Kreisfrequenz  $\omega_0$  und Wellenzahl  $k_0$  ?
- Geben Sie eine Wellenfunktion für die Auslenkung  $y$  als Funktion von Ort und Zeit an !
- Welche maximale Geschwindigkeit erreicht ein Punkt in der Mitte der Strebe während einer Schwingungsperiode ?