

| | |
|--|--------------------------------------|
| Wintersemester 2006/07 | Blatt 1 (von 6) |
| Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: Physik 2 | Fachnummer: 2011 2040 2044 (B) |
| Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner | Zeit: 120 Minuten |

Gesamtpunktzahl: 120

Aufgabe 1: Reichweite

(12 Punkte)

Der Tank eines Autos der Masse 950 kg enthält 40 kg Kraftstoff, was einer gespeicherten Energie von 1,4 GJ entspricht. Die Reibungskraft F_R zwischen Auto und Straße kann mit dem Reibungskoeffizienten $\mu_R = 0,03$ beschrieben werden. Die Reibungskraft F_L zwischen Auto und umströmender Luft hängt von der Geschwindigkeit v des Autos ab :

$$F_L = v^2 \cdot 0,30 \text{ kg/m}$$

- Bei geringer Geschwindigkeit kann die Luftreibung vernachlässigt werden. Wie weit fährt das Auto dann mit der Tankfüllung, wenn der Wirkungsgrad η des Gesamtsystems bei der Umwandlung von Kraftstoff in mechanische Arbeit 0,42 beträgt ?
- Wie weit kann das Auto bei der konstanten Geschwindigkeit von 80 km/h fahren ?
- Wie weit kommt es bei einer konstanten Geschwindigkeit von 160 km/h ?

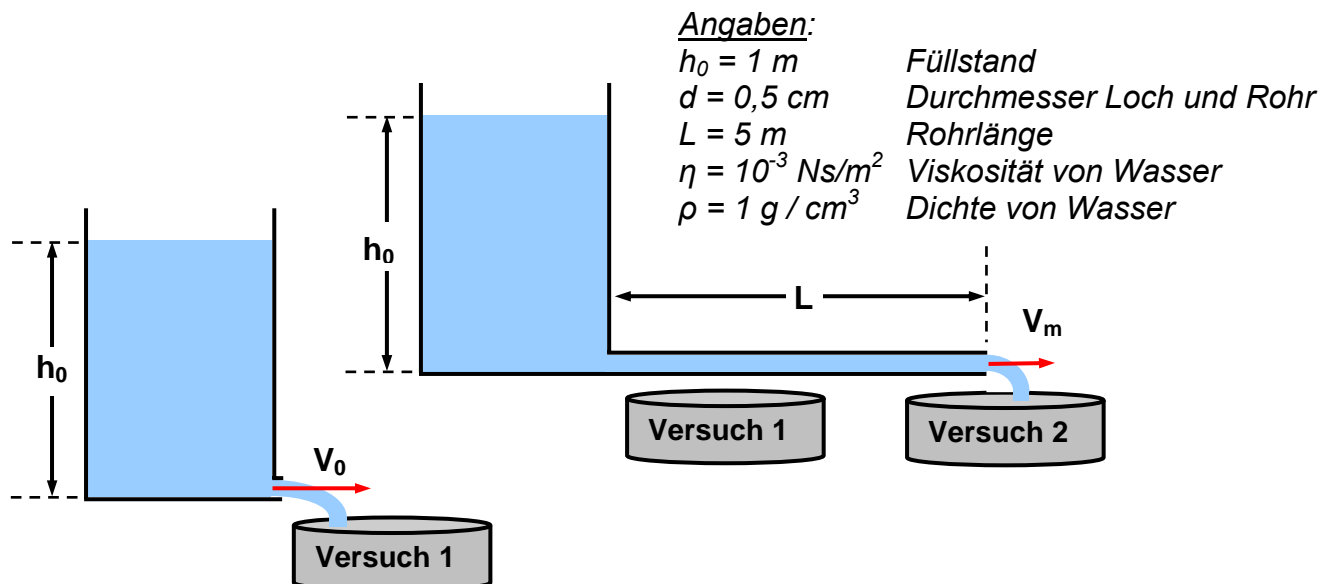
Hinweis: Der Gewichtsverlust durch den Kraftstoffverbrauch kann vernachlässigt werden.

| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Wintersemester 2006/07 | Blatt 2 (von 6) |
| Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: Physik 2 | Fachnummer: 2011 2040 2044 (B) |

Aufgabe 2: Bewässerung

(20 Punkte)

Ein großes, nicht transportables Wassergefäß wird nacheinander zur Bewässerung zweier Experimente verwendet. Für Versuch 1 strömt das Wasser direkt aus einem Loch in Bodenhöhe in das Experiment. Für Versuch 2 wird es dagegen von dem Loch durch ein horizontales Rohr der Länge L zum Experiment geführt (siehe Skizze). In beiden Fällen ist der Füllstand h_0 des Wassers gleich und während der Beobachtungszeit konstant.



Strömungsverhältnisse für **Versuch 1** (hier ist die Reibung zu vernachlässigen) :

- Mit welcher Geschwindigkeit v_0 fließt das Wasser aus dem kreisrunden Loch ?
- Wie groß ist der Volumenfluss pro Zeit ?

Strömungsverhältnisse für **Versuch 2** :

- Wie groß ist der Volumenfluss pro Zeit ?
- Mit welcher mittleren Geschwindigkeit v_m fließt das Wasser aus dem Rohr ?
- Ab welcher mittleren Geschwindigkeit wird die Strömung im Rohr turbulent ?

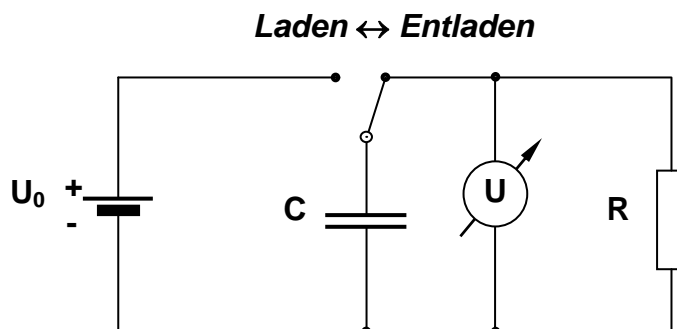
| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Wintersemester 2006/07 | Blatt 3 (von 6) |
| Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: Physik 2 | Fachnummer: 2011 2040 2044 (B) |

Aufgabe 3: Entladevorgang

(30 Punkte)

Der auf einem Kondensator angegebene Kapazitätswert von 270 (1±5%) µF soll überprüft werden, da die Fertigungstoleranzen solcher Bauteile erheblich sind. Hierzu wird der Kondensator auf eine Spannung $U_0 = 100\text{ V}$ aufgeladen und dann über einen Präzisionswiderstand $R = 100\text{ k}\Omega$ entladen. Während der Entladung wird der Verlauf der Spannung am Kondensator in Abhängigkeit von der Zeit aufgenommen. Dies ergibt folgende Werte :

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t [s] | 1 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 70 | 90 | 120 |
| U [V] | 97,2 | 86,1 | 82,8 | 65,7 | 52,3 | 43,5 | 32,2 | 21,3 | 13,0 | 6,52 | 2,21 | 0,70 |



Hinweis: Nach der Theorie erwartet man folgende Zeitabhängigkeit der Spannung U am Kondensator C :

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Dabei setzt die Entladung zur Zeit $t = 0\text{ s}$ ein, U_0 ist die Spannung zu Beginn des Entladevorgangs

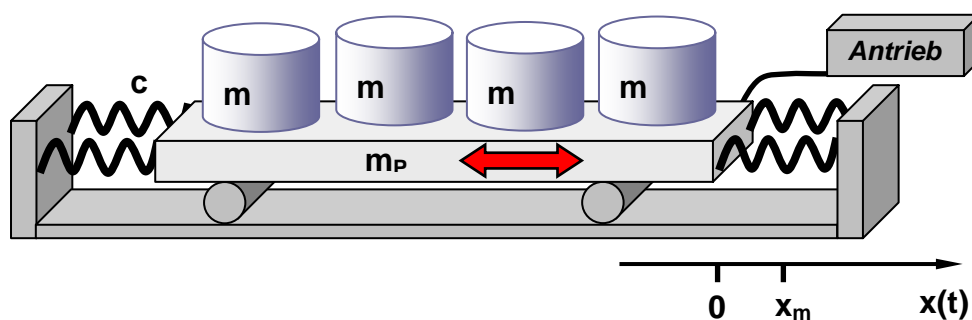
- Zeigen Sie, daß man bei logarithmischer Auftragung der Spannung U über der Zeit t eine Gerade erhält, aus der die Kapazität C des Kondensators ermittelt werden kann.
- Erstellen Sie ein entsprechendes Diagramm und bestimmen Sie damit die Kapazität C .
- Ermitteln Sie die Fehlergrenzen für die Kapazität und geben Sie das sinnvoll gerundete Ergebnis an (eine signifikante Stelle für den Fehler). R werde als exakt angenommen.
- Ist die Angabe auf dem Kondensator korrekt ?
- Nach welcher Zeit $t_{1/2}$ ist die Spannung auf die Hälfte des Anfangswerts U_0 gefallen ?
- Hat der Innenwiderstand des Spannungsmessgeräts (U) eine Auswirkung auf das Messergebnis (Antwort bitte begründen) ?

| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Wintersemester 2006/07 | Blatt 4 (von 6) |
| Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: Physik 2 | Fachnummer: 2011 2040 2044 (B) |

Aufgabe 4: Shaker

(22 Punkte)

Ein Schüttelgerät zur stetigen Durchmischung des Inhalts von Laborgefäßen besteht aus einer horizontalen, reibungsfrei gelagerten Platte. Sie wird von vier gleichen Federn in einem Rahmen gehalten. Ein Antrieb dient zur periodischen Anregung.



Zuerst wird bei abgekoppeltem Antrieb die frei schwingende Anordnung untersucht.

Wenn vier Gefäße der Einzelmasse $m = 500 \text{ g}$ auf der Platte der Masse m_P stehen, beträgt die Schwingungsfrequenz $f_1 = 2 \text{ Hz}$. Ohne Gefäße erhöht sie sich auf $f_2 = 5 \text{ Hz}$.

- Berechnen Sie die Masse m_P der Platte
- Berechnen Sie die Federkonstante c der Einzelfedern

Die vier Gefäße stehen auf der Platte. Die Anordnung wird mit der Anfangsauslenkung x_0 aus der Ruhe losgelassen und schwingt danach frei. Die Schwingungsamplitude x_m verringert sich innerhalb von 5 Perioden exponentiell auf $\frac{1}{4}$ des Anfangswertes x_0 .

- Berechnen Sie Abklingkonstante δ und Dämpfungsgrad D der Anordnung unter der Annahme, dass eine schwache Dämpfung vorliegt

Der Antrieb wird nun zugeschaltet und die Anordnung mit den darauf stehenden vier Gefäßen periodisch angeregt.

- Welche Anregungsfrequenz des Antriebs ergibt die maximale Schwingungsamplitude ?

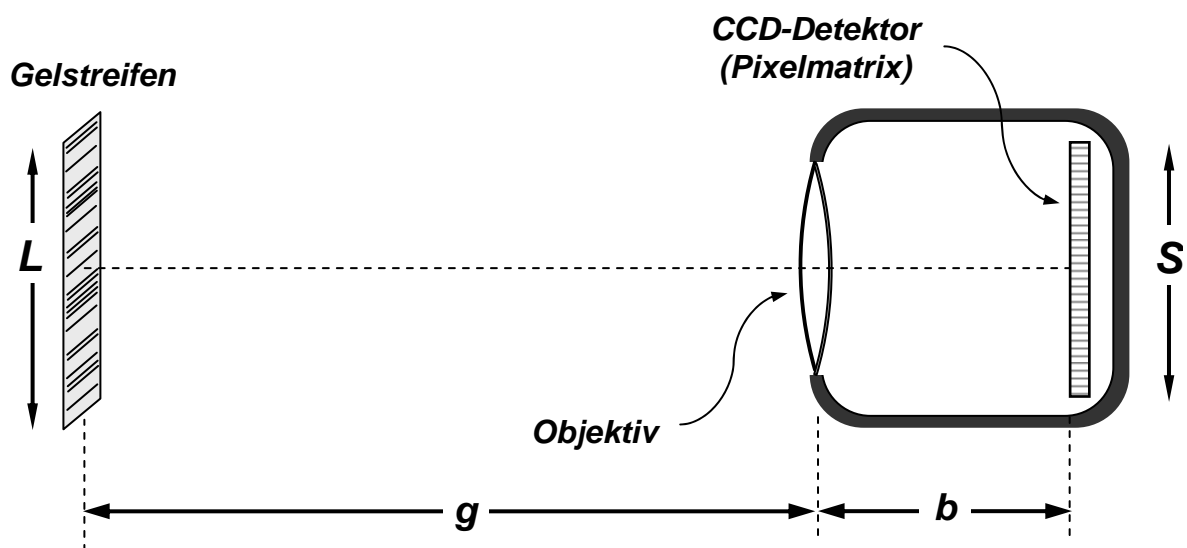
Hinweise : Die Federn und die Lagerung der Platte seien masselos.
Die Teile c) und d) können unabhängig von a) und b) gelöst werden

| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Wintersemester 2006/07 | Blatt 5 (von 6) |
| Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: Physik 2 | Fachnummer: 2011 2040 2044 (B) |

Aufgabe 5: SDS-PAGE

(18 Punkte)

Eine Anlage zur Auswertung von SDS-Gelelektrophorese-Streifen mit einer Digitalkamera ist zu dimensionieren. Die Gelstreifen werden in der Entfernung $g = 40 \text{ cm}$ vom Objektiv der Kamera fixiert. Sie haben eine Länge von $L = 15 \text{ cm}$ und sollen formatfüllend unter Ausnutzen der gesamten Länge $S = 2,54 \text{ cm}$ des CCD-Detektors aufgenommen werden.



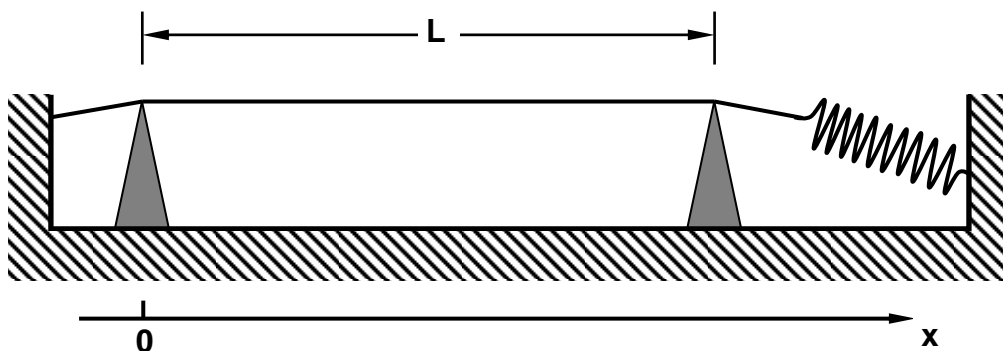
- Welchen Abstand b zur Detektionsebene hat die Objektivlinse bei scharfer Abbildung ?
- Welche Brennweite ist für das Objektiv zu wählen ?
- In Richtung der Länge S besitzt der CCD-Detektor 2048 lichtempfindliche Pixel. Welchen Abstand ΔL_{\min} müssen zwei Linien auf dem Gelstreifen mindestens haben, damit sie von benachbarten Pixeln des Detektors abgebildet werden ?
- Bei gleichem Abstand g zur Kamera sollen nun Gelstreifen mit Linienabständen kleiner als ΔL_{\min} ausgewertet werden. Ist die Brennweite des Objektivs zu vergrößern oder zu reduzieren, damit nebeneinanderliegende Linien weiterhin auf benachbarte Pixel abgebildet werden ? Antwort bitte begründen !

| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Wintersemester 2006/07 | Blatt 6 (von 6) |
| Studiengang: BT(B)2 / CI(B)2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: Physik 2 | Fachnummer: 2011 2040 2044 (B) |

Aufgabe 6: Querwelle

(18 Punkte)

Eine Stahlsaite wird zu transversalen Schwingungen angeregt. Sie hat den Durchmesser $d = 0,5 \text{ mm}$, die Dichte $\rho = 7,7 \text{ g/cm}^3$ und wird von einer Feder mit der Kraft $F = 40 \text{ N}$ gespannt. Der Abstand der beiden Auflagepunkte beträgt $L = 80 \text{ cm}$.



- Skizzieren Sie die Lage der Schwingungsbäuche und –knoten für die niedrigsten drei Eigenfrequenzen f_0 , f_1 und f_2 .
- Berechnen Sie diese niedrigsten drei Eigenfrequenzen.
Hinweis : für die Phasengeschwindigkeit c der Welle auf einer Saite der Querschnittsfläche A gilt

$$c = \sqrt{\frac{F}{A \rho}}$$
- Wo ist anzuregen, um das Entstehen der ersten Oberschwingung zu begünstigen ?

Die Saite schwingt mit ihrer Grundschwingungsfrequenz f_0 und der Amplitude 3 mm.

- Welche Werte haben Schwingungsdauer T_0 , Kreisfrequenz ω_0 und Wellenzahl k_0 ?
- Geben Sie für diesen Fall eine Wellenfunktion als Funktion von Ort x und Zeit t an !