

| | |
|--|-------------------------|
| Wintersemester 2009/2010 | Blatt 1 (von 6) |
| Studiengang: BTB2 / CIB2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: Physik 2 | Fachnummer: 2012 (2011) |
| Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner | Zeit: 120 Minuten |

Gesamtpunktzahl: 120

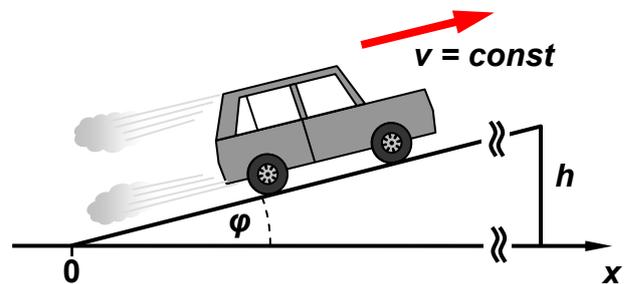
Aufgabe 1: Spritverbrauch

(15 Punkte)

Ein Auto mit Verbrennungsmotor fährt mit konstanter Geschwindigkeit $v = 80 \text{ km/h}$ ein Straßenstück mit einem gleichbleibenden Neigungswinkel φ hinauf. Die Höhendifferenz beträgt $h = 400 \text{ m}$. Die Luftreibung ist vernachlässigbar klein.

Berechnen Sie

- a) die verbrauchte Kraftstoffmenge
- b) die erforderliche mechanische Leistung



Angaben:

Masse des Fahrzeugs

$$m = 1200 \text{ kg}$$

Neigungswinkel gegen Horizontale

$$\varphi = 3,5^\circ$$

Rollreibungszahl

$$\mu_{\text{roll}} = 0,015$$

Energieinhalt des Kraftstoffs

$$H_u = 33 \text{ MJ / Liter}$$

Gesamtwirkungsgrad des Antriebs

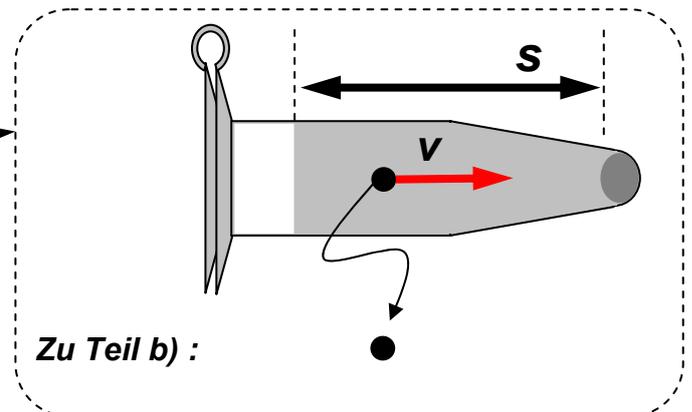
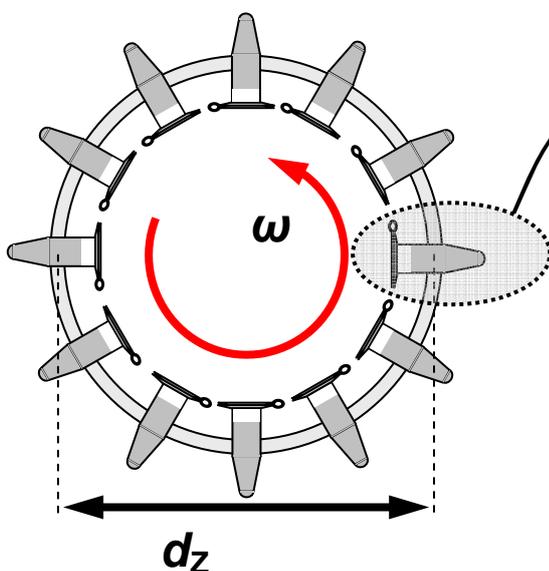
$$\eta = 0,5$$

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| Wintersemester 2009/2010 | Blatt 2 (von 6) |
| Studiengang: BTB2 / CIB2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: Physik 2 | Fachnummer: 2012 (2011) |

Aufgabe 2: Sedimentation

(25 Punkte)

Zur schnellen Sedimentation darin enthaltener kugelförmiger Teilchen wird eine Dispersion in Reaktionsgefäße gefüllt und abzentrifugiert. Die Gefäße laufen dabei mit der Drehzahl n_z auf einem Kreis mit dem Durchmesser d_z um (siehe Skizze). Ein befülltes Gefäß mit einem - nicht maßstäblichen - Teilchen ist daneben vergrößert wiedergegeben.



Angaben:

| | |
|---|-----------------------|
| $\rho_L = 1,00 \text{ g/cm}^3$ | Dichte Lösung |
| $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/(s m)}$ | Viskosität Lösung |
| $\rho_T = 1,05 \text{ g/cm}^3$ | Dichte Teilchen |
| $d_T = 5,0 \text{ }\mu\text{m}$ | Durchmesser Teilchen |
| $n_z = 3600 \text{ 1/min}$ | Drehzahl Zentrifuge |
| $d_z = 15 \text{ cm}$ | Durchmesser Kreisbahn |

- Welche Zentrifugalbeschleunigung a_z wirkt auf die Gefäße ?
- Zeichnen Sie die auf das Teilchen in der Dispersion wirkenden Kräfte in die Skizze ein.
- Wieso ist der Effekt der darauf einwirkenden Schwerkraft hier vernachlässigbar ? Ergibt eine andere Kraft eine Art zur Bahnmitte gerichteten „hydrostatischen Auftrieb“ ?

Nach kurzer Anlaufzeit bewegt sich das Teilchen mit konstanter Geschwindigkeit v .

- Wie lautet die Gleichgewichtsbedingung für die einwirkenden Kräfte ?
- Welche Geschwindigkeit hat das Teilchen ?
- Das Gefäß ist $s = 3 \text{ cm}$ hoch befüllt. Wie lange dauert die vollständige Sedimentation ?

| | | |
|----------------|-------------|-------------------------|
| Wintersemester | 2009/2010 | Blatt 3 (von 6) |
| Studiengang: | BTB2 / CIB2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: | Physik 2 | Fachnummer: 2012 (2011) |

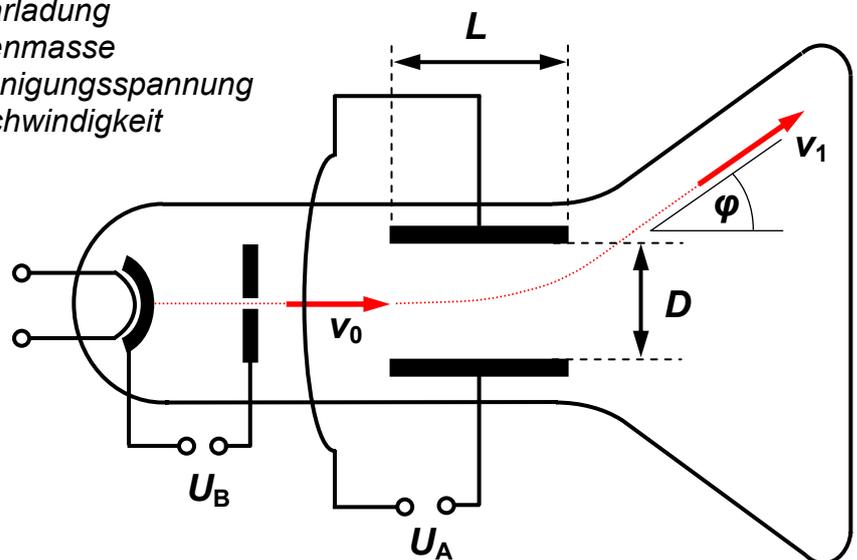
Aufgabe 3: Braunsche Röhre

(22 Punkte)

Die Braunsche Röhre besteht aus einer Beschleunigungs- und einer Ablenkeinheit. Zuerst werden die Elektronen durch die Spannung U_B auf die Geschwindigkeit v_0 beschleunigt und zu einem Strahl gebündelt. Dann durchlaufen sie das elektrische Feld zwischen parallelen Elektroden im Abstand D , an denen die Ablenkspannung U_A anliegt.

Angaben :

- $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ Elementarladung
- $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ Elektronenmasse
- $U_B = 2400 \text{ V}$ Beschleunigungsspannung
- $c = 2,99 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ Lichtgeschwindigkeit
- $D = 1 \text{ cm}$ Plattenabstand
- $L = 1,5 \text{ cm}$ Plattenlänge



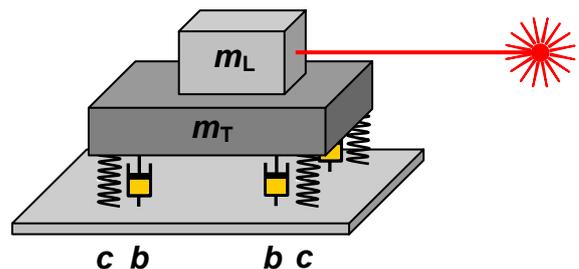
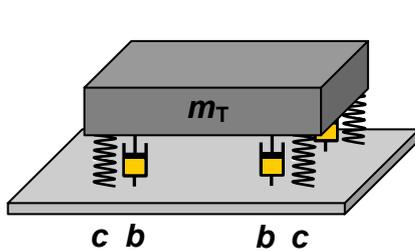
- a) Zeichnen Sie in die Skizze die passende Polung für U_B und U_A ein.
- b) Welche Geschwindigkeit v_0 haben die Elektronen ? Wieviel Prozent der Lichtgeschwindigkeit c sind das ?
- c) Welche elektrische Leistung geht bei dem Strahlstrom 10 nA in die Beschleunigung ?
- d) In welcher Zeitspanne durchlaufen die Elektronen die Ablenkeinheit der Länge L ?
- e) Welche Ablenkspannung U_A ergibt den Ablenkwinkel $\varphi = 10^\circ$?

| | | |
|----------------|-------------|-------------------------|
| Wintersemester | 2009/2010 | Blatt 4 (von 6) |
| Studiengang: | BTB2 / CIB2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: | Physik 2 | Fachnummer: 2012 (2011) |

Aufgabe 4: Optischer Tisch

(18 Punkte)

Ein optischer Tisch besteht aus einer schweren Platte der Masse m_T , die an den vier Ecken auf jeweils einer Feder der Federkonstante c gelagert ist. Parallel zu jeder Feder ist ein Stoßdämpfer mit der viskosen Reibungskonstante b eingebaut (siehe Skizze links).



Angaben

$c = 1,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}$ Federkonstante
 $m_T = 800 \text{ kg}$ Masse Tischplatte

- Welche Schwingungsfrequenz f_0 hätte der Tisch ohne die Stoßdämpfer ?
- Wie ist die Reibungskonstante b der Stoßdämpfer zu wählen, damit der Tisch nach Auslenkung zügig und ohne Überschwingen wieder in die Ruhelage zurück kehrt ?

Auf den mit Stoßdämpfern entsprechend Teil b) versehenen Tisch wird ein Laser der Masse $m_L = 150 \text{ kg}$ gestellt (siehe Skizze rechts).

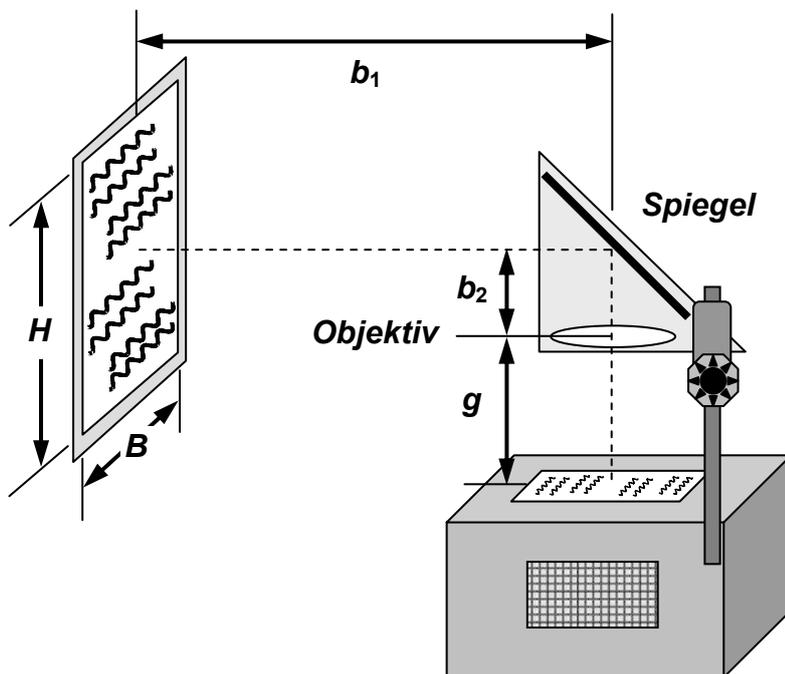
- Welche Werte haben nun Eigenfrequenz f_d , Abklingkonstante δ und Dämpfungsgrad D des Systems ? Wie bewegt sich der Tisch nach Auslenkung ?
- Die störenden Vibrationen aus der Umgebung haben typischerweise Frequenzen zwischen 5 Hz und 100 Hz. Erklärt dies die meist recht hohe Masse der Platten solcher Tische (qualitative Antwort mit Begründung) ?

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| Wintersemester 2009/2010 | Blatt 5 (von 6) |
| Studiengang: BTB2 / CIB2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: Physik 2 | Fachnummer: 2012 (2011) |

Aufgabe 5: Overheadprojektor

(14 Punkte)

Im Physikhörsaal wurde eine neue Leinwand installiert. Allerdings musste deswegen der Standort des Overheadprojektors verändert werden. Der Abstand b_1 zwischen Projektor und Wand hat zugenommen, so dass eine DIN A4 Folie nun zu groß abgebildet wird. Das seither benutzte Objektiv der Brennweite f_{alt} kann so nicht mehr verwendet werden.



Angaben : $b_1 = 3 \text{ m}$
 $b_2 = 15 \text{ cm}$
 $B = 1,2 \text{ m}$
 $H = 1,8 \text{ m}$

- a) Der Spiegel im Projektor steht im Winkel von 45° zur optischen Achse durch das Objektiv. Wieso gilt für die Bildweite

$$b = b_1 + b_2 ?$$

- b) Eine A4-Folie der Abmessungen $20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ soll wie skizziert auf die Leinwand abgebildet werden. Welche Brennweite f_{neu} muss das neue Objektiv dafür haben ?

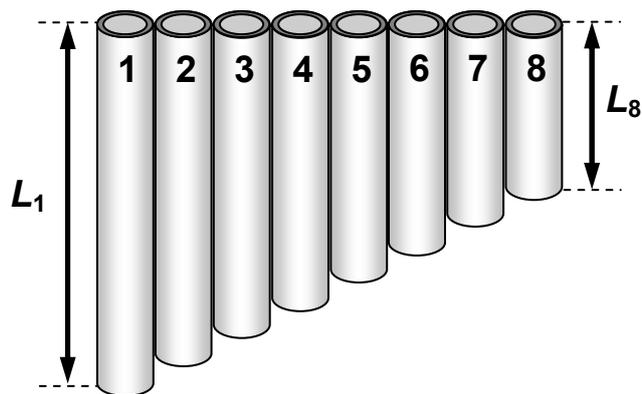
- c) Das alte Objektiv hatte die Brennweite $f_{\text{alt}} = +30 \text{ cm}$. Es soll mit einer Zusatzlinse der Brennweite f_z kombiniert werden, so dass sich insgesamt die gewünschte Brennweite f_{neu} ergibt. Was für ein Linsentyp wird benötigt und welchen Wert hat f_z ?

Hinweis : Alle Linsen können als dünn und dicht beieinander stehend betrachtet werden.

| | | |
|----------------|-------------|-------------------------|
| Wintersemester | 2009/2010 | Blatt 6 (von 6) |
| Studiengang: | BTB2 / CIB2 | Semester 2 |
| Prüfungsfach: | Physik 2 | Fachnummer: 2012 (2011) |

Aufgabe 6: El cóndor pasa (26 Punkte)

Nach Beschwerden wegen angeblich mangelnder Harmonie der damit produzierten Töne wird das Blasinstrument eines Straßenmusikanten im Physiklabor untersucht. Es handelt sich um eine Panflöte aus mehreren beidseitig offenen Rohren verschiedener Längen L_i .



- Skizzieren Sie die Grundschwingung der Luftsäule in einem beidseitig offenen Rohr der Länge L mit Knoten und Bäuchen für (1) Auslenkung der Teilchen und (2) Druckverteilung
- Wie hängt die Frequenz f dieser stehenden Welle mit L zusammen ?

Die Längen L_i der Rohre 1 und 8 sind : $L_1 = 66 \text{ cm}$, $L_8 = 33 \text{ cm}$
Die Messunsicherheit ist dabei jeweils : $\Delta L = \pm 3 \text{ mm}$

Die Rohre 1 und 8 werden je 10 mal angeblasen und die Frequenz f_i der Töne gemessen:

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| f_1 / Hz | 252,1 | 265,9 | 263,0 | 250,6 | 247,5 | 252,2 | 268,0 | 272,6 | 247,2 | 251,7 |
| f_8 / Hz | 517,0 | 538,5 | 537,4 | 515,5 | 536,6 | 532,3 | 512,6 | 526,6 | 537,3 | 516,5 |

- Berechnen Sie für die Frequenzen f_1 und f_8 jeweils Mittelwert, Standardabweichung und den mittleren Fehler der Messwerte.
- Berechnen Sie für beide Messreihen die Schallgeschwindigkeit c mit absolutem Fehler und daraus ein sinnvoll gerundetes Endergebnis (Fehler auf eine signifikante Stelle).

Für die Schallgeschwindigkeit c in Luft gilt in guter Näherung: $c = (331,5 + 0,6 t_C / ^\circ\text{C}) \text{ m/s}$
Dabei ist für t_C die Temperatur in „Grad Celsius“ einzusetzen

- Welche Temperatur herrscht im Physiklabor ?
- Welche Frequenzen f_1 und f_8 ergäben sich an einem kalten Wintertag bei -10°C ? Was bedeutete dies für das vom Instrument abgedeckte Tonintervall (Verhältnis f_8/f_1) und für das Zusammenspiel mit anderen Arten von Instrumenten ?