

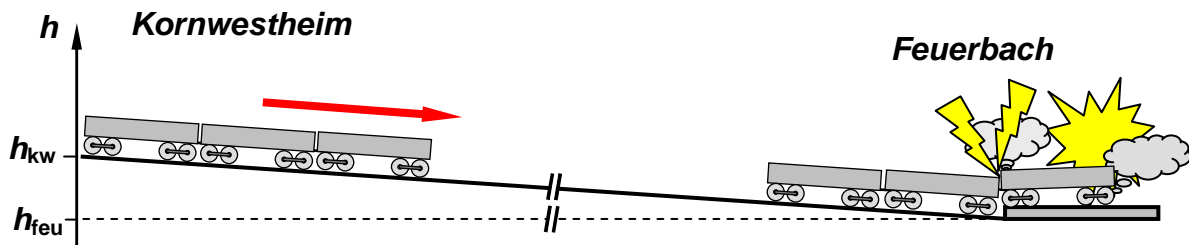
Wintersemester	2012/2013	Blatt 1 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2012
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

**Gesamtpunktzahl: 120**

**Aufgabe 1: Eisenbahnunfall**

**(22 Punkte)**

Am 30. November 2012 machte sich im Rangierbahnhof Kornwestheim ein Zug aus drei aneinander gekuppelten Güterwagen selbstständig. Ein Mitarbeiter der Bahn lenkte sie auf ein Abstellgleis im Bahnhof Stuttgart-Feuerbach. Dort prallten sie auf einen Prellbock und richteten erhebliche Zerstörungen an. Nachfolgend werden einige Abschätzungen dazu gemacht. Dabei wird angenommen, dass die Wagen in Kornwestheim aus dem Stand losgerollt sind und mit jeweils der gleichen Ladung der Masse  $m_{\text{lad}}$  beladen waren.



Zuerst sind alle Reibungseffekte zu vernachlässigen.

- Welche Haltekraft wäre erforderlich gewesen, um das Wegrollen zu verhindern ?
- Welche Geschwindigkeit hätten die Wagen bei der Ankunft in Feuerbach gehabt ?

In Wirklichkeit muss die Rollreibung der Räder auf der Schiene berücksichtigt werden.

- Welche kinetische Gesamtenergie hatte der Zug bei dem Aufprall am Gleisende ?
- Mit welcher Geschwindigkeit sind die Wagen dort auf den Prellbock aufgefahren ?

Beim Aufprall wurde der vorderste Wagen über das Gleisende auf den Bahnsteig geschoben und rutschte dort eine volle Wagenlänge weiter, bis der Zug zum Stillstand kam.

- Welchen Wert hatte die – als konstant anzunehmende - Bremsverzögerung ?

**Angaben**

*Höhenangaben über Normalnull:*  
*Bf Stuttgart Feuerbach*  $h_{\text{feu}} = 279 \text{ m}$   
*RBf Kornwestheim*  $h_{\text{kw}} = 301 \text{ m}$   
*Fahrstrecke*  $s = 6 \text{ km}$

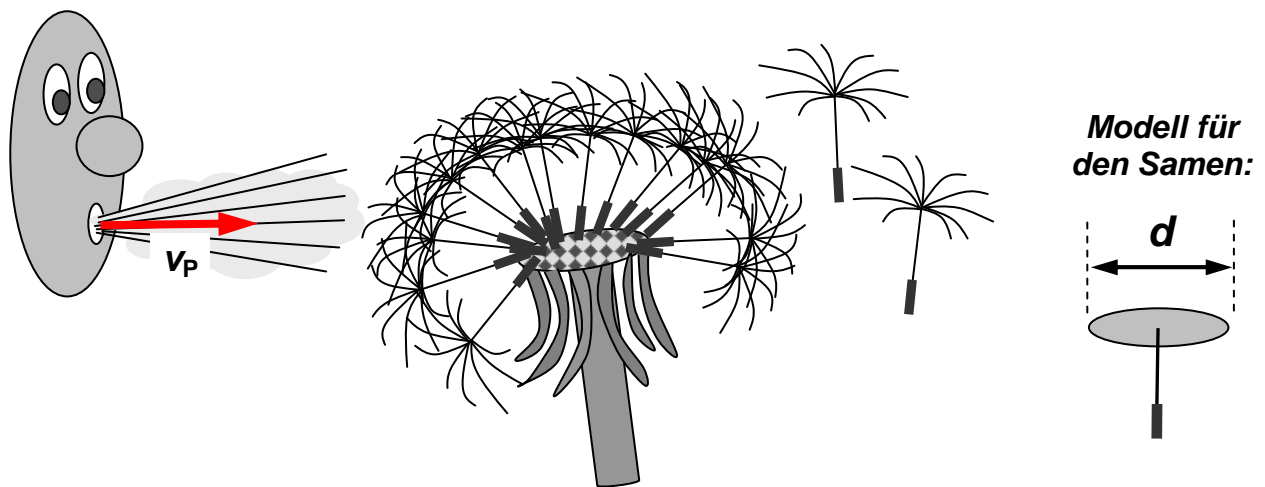
*Güterwagen, Typ „Res“*  
*Masse Wagen leer*  $m_{\text{w}} = 24 \text{ t}$   
*Länge Wagen*  $l_{\text{w}} = 20 \text{ m}$   
*Masse der Ladung*  $m_{\text{lad}} = 15 \text{ t}$   
*Rollreibungszahl*  $\mu_{\text{r}} = 0,0015$

Wintersemester	2012/2013	Blatt 2 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2012

**Aufgabe 2: Pustebblume**

**(15 Punkte)**

Der ausgereifte Samen der Pustebblume (Gewöhnlicher Löwenzahn) ähnelt einem kleinen Fallschirm, an dem unten an einem kurzen Stielchen das eigentliche Samenkorn hängt. Durch einfaches Pusten wird er vom Blütenstand abgerissen und schwebt davon. Für die nachfolgenden strömungsmechanischen Rechnungen ist der fallschirmartige Teil des Samens durch eine runde Kreisscheibe vom Durchmesser  $d$  anzunähern (siehe Skizze).



- Beim Pusten herrscht im Mund ein Überdruck von 10 mbar relativ zur Umgebung. Mit welcher Geschwindigkeit  $v_P$  strömt die Luft aus, wenn die Strömung reibungsfrei ist ?
- Die zum Pusten gespitzte Mundöffnung ist kreisförmig und hat 7 mm Durchmesser. Welcher Volumfluss ergibt sich beim Pusten ? Wie lange kann man am Stück pusten ?
- Welche Kraft wirkt auf einen am Blütenstand sitzenden Samen, wenn der Luftstrom mit der Geschwindigkeit  $v_P$  senkrecht auf seine Schirmfläche trifft ?
- Mit welcher Vertikalgeschwindigkeit sinkt der weggepustete Samen danach zu Boden ?

Angaben

Die Strömung wird durchweg als turbulent angenommen.

- |                           |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|
| $\rho = 1,20 \text{ g/l}$ | Dichte von Luft                 |
| $V_L = 3 \text{ l}$       | Volumen der ausgepusteten Luft  |
| $c_W = 1,3$               | Widerstandsbeiwert Kreisscheibe |
| $d = 8 \text{ mm}$        | Durchmesser Kreisscheibe        |
| $m = 0,65 \text{ mg}$     | Masse Samen                     |

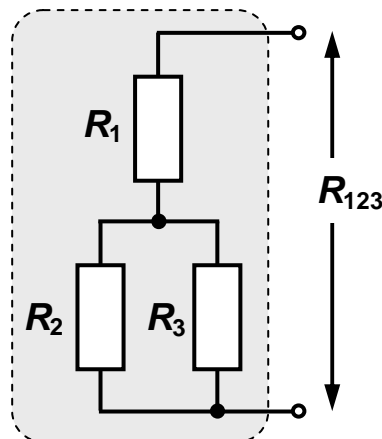
Wintersemester	2012/2013	Blatt 3 (von 6)
Studiengang:	BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2012

**Aufgabe 3: Referenzwiderstand**

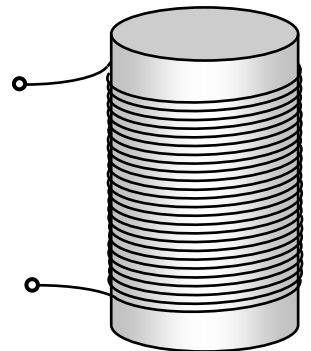
**(26 Punkte)**

Für eine elektrische Vergleichsmessung wird ein Referenzwiderstand benötigt. Dieser soll möglichst genau einen Wert von  $300 \Omega$  besitzen. Nach Durchsicht des im Labor vorhandenen Materials bieten sich zwei Möglichkeiten der Realisierung an:

**(1) Kombination**  
von drei im Labor  
vorgefundenen  
Widerständen



**(2) Selbstbau** des  
Widerstands unter  
Verwendung eines  
Konstantendrahts  
geeigneter Länge  $L$



Zuerst wird die Kombination (1) betrachtet:

- Welchen Gesamtwiderstand  $R_{123}$  hat die Kombination der drei Widerstände ?
- Welche Unsicherheit  $\Delta R_{123}$  ergibt sich für den Gesamtwiderstand unter Berücksichtigung der jeweiligen Toleranzen der der Einzelwiderstände ?
- Wie lautet das Endresultat für  $R_{123}$  mit absoluter und mit relativer Angabe des Fehlers, wobei der Fehler jeweils auf eine signifikante Stelle genau anzuführen ist ?

Nun wird der Selbstbauwiderstand (2) berechnet:

- Welche Länge  $L$  muss der Konstantendraht für einen Widerstand  $R_{Kon} = 300 \Omega$  haben?
- Welche Unsicherheit  $\Delta R_{Kon}$  folgt aufgrund der Materialdaten für den Widerstand in d) ?
- Wie lautet das Endresultat für  $R_{Kon}$  mit absoluter und mit relativer Fehlerangabe ?

Angaben

$R_1 : 120(1 \pm 10\%) \Omega$

$R_2 : 330(1 \pm 10\%) \Omega$

$R_3 : 390(1 \pm 5\%) \Omega$

Materialdaten für den Konstantendraht:

$\rho_{Kon} : 4,9 \cdot 10^{-7} \Omega m$  *exakter Wert!*

*spezifischer Widerstand*

$d : 0,10 \text{ mm}$  *Toleranz  $\pm 5 \mu m$*

*Durchmesser des Drahts*

Wintersemester 2012/2013	Blatt 4 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

**Aufgabe 4: Vibrationsdämpfung**

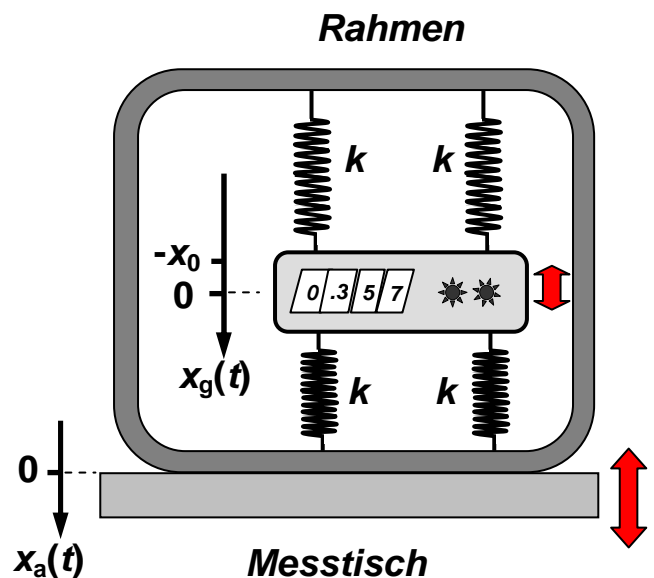
(18 Punkte)

Ein empfindliches Messgerät steht auf einem Messtisch und soll gegen dessen Vibrationen isoliert werden. Dazu wird es mit vier gleichen Federn in einen Rahmen gehängt (Skizze).

- Nach Einhängen befindet sich das Gerät in der Ruhelage um die Strecke  $x_0$  unterhalb der symmetrischen Mittelposition. Welche Federkonstante  $k$  haben die Federn ?
- Mit welcher Frequenz würde das Gerät bei reibungsfreier Bewegung in vertikaler Richtung frei schwingen ?

In Wirklichkeit tritt im System Reibung auf, die nachfolgend als viskos angenommen wird. Die sinusförmigen Vibrationen des Messtisches liegen im Frequenzbereich zwischen 0 und 1000 Hz, ihre Amplitude  $A_v$  beträgt durchweg 1 mm.

- Welchen Dämpfungsgrad  $D$  muss das auf dem vibrierenden Messtisch stehende System haben, damit das Gerät darin mit einer Amplitude von maximal 3 mm schwingt ?
- Bei welcher Vibrationsfrequenz des Messtisches schwingt das Gerät mit maximaler Amplitude ?
- Welche maximale Beschleunigung wirkt dann auf das Gerät ?



Angaben

- $m = 5 \text{ kg}$      *Masse Messgerät*
- $x_0 = 3 \text{ cm}$     *Anfangsauslenkung*
- $A_v = 1 \text{ mm}$     *Amplitude der Vibrationen des Messtisches*

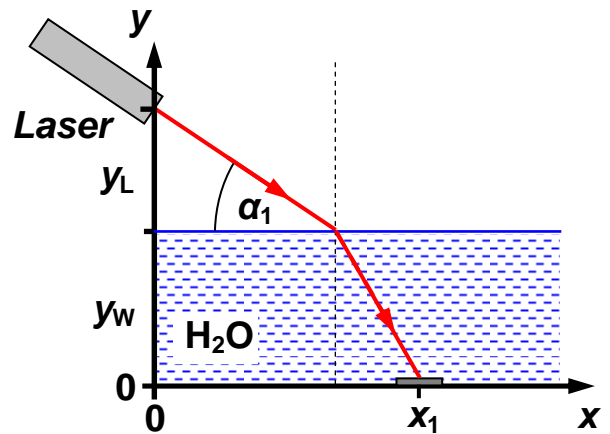
Wintersemester 2012/2013	Blatt 5 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012

**Aufgabe 5: Unterwasserbeleuchtung**

**(24 Punkte)**

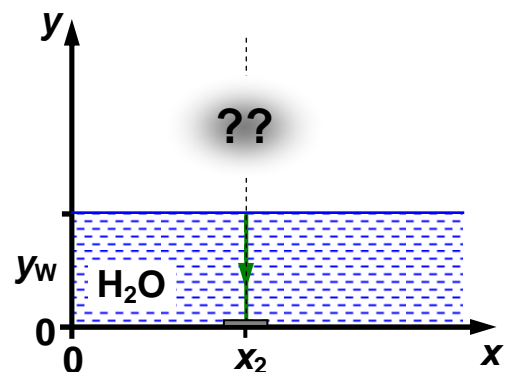
Ein unter Wasser liegendes ebenes Objekt wird mit Laserlicht bestrahlt. Der Austritt des Laserstrahls befindet sich in der Höhe  $y_L$  über der ebenen Wasseroberfläche. Das Objekt liegt horizontal in der Tiefe  $y_W$  unter dem Wasserspiegel (Skizze).

Zuerst wird ein Laserstrahl der Wellenlänge  $\lambda = 650 \text{ nm}$  verwendet. Er trifft unter dem Winkel  $\alpha_1 = 30^\circ$  auf die Wasseroberfläche.



- a) Welche Position  $x_1$  sollte die Objektmittle für optimale Beleuchtung haben ?
- b) Die Objektoberfläche ist verspiegelt. Skizzieren Sie den weiteren Verlauf des reflektierten Laserstrahls ! Unter welchem Winkel tritt er aus dem Wasser aus ?

Angenommen, anstelle von rotem würde nun unter dem gleichen Winkel  $\alpha_1$  blaues Laserlicht ( $\lambda = 400 \text{ nm}$ ) eingestrahlt.



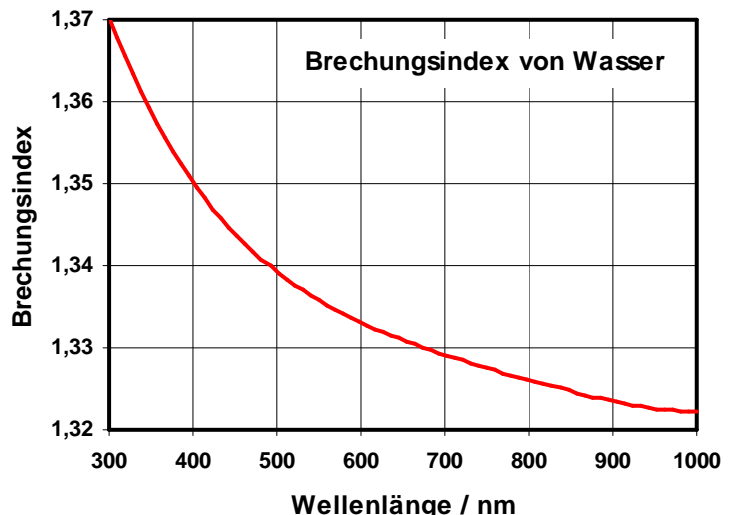
- c) In welche Richtung wäre das Objekt für optimale Beleuchtung zu verschieben ?
- d) Welche Strecke wäre es zu verschieben?

Jetzt wird grünes Licht mit  $\lambda = 520 \text{ nm}$  Wellenlänge verwendet. Der Laserstrahl soll nun senkrecht von oben auf das Objekt treffen.

- e) Wie ist dazu der Winkel zwischen Laserstrahl und Wasseroberfläche zu wählen ?
- f) Welche Wellenlänge hat das grüne Laserlicht im Wasser ?

Angaben

- $y_L = 30 \text{ cm}$  Höhe Laser über Wasserspiegel
- $y_W = 10 \text{ cm}$  Höhe Wasser über Objekt
- $\alpha_1 = 30^\circ$  Winkel Laserstrahl – Wasseroberfläche

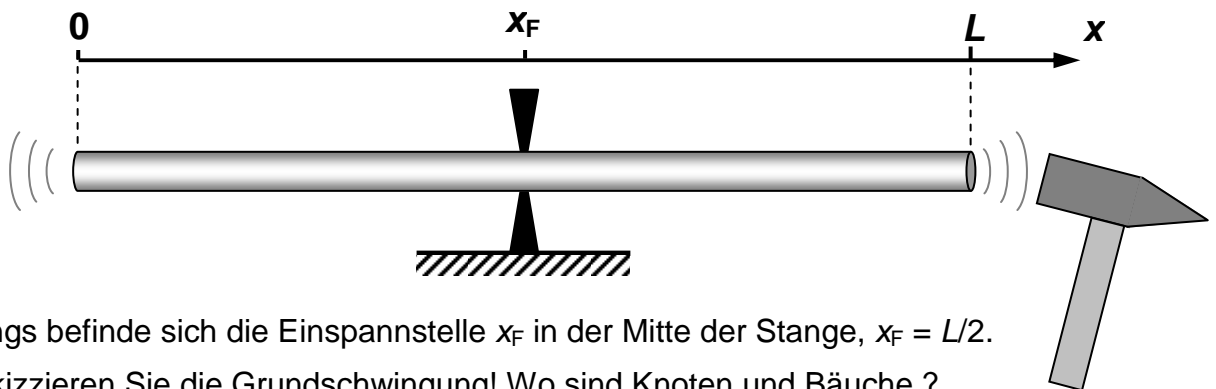


Wintersemester 2012/2013	Blatt 6 (von 6)
Studiengang: BTB2 / CIB2	Semester 2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2012 (2011)

**Aufgabe 6: Wettversuch**

**(15 Punkte)**

In einer Spielsehow wettet ein Kandidat, dass er die Länge  $L$  einer Stativstange aus Stahl über die Höhe des Tons abschätzen könne, den die Stange nach Anschlagen mit einem Hammer abgibt. Dazu soll senkrecht auf die Endfläche der eingespannten Stange geschlagen werden, so dass darin eine Longitudinalwelle angeregt wird (Skizze).



Anfangs befinde sich die Einspannstelle  $x_F$  in der Mitte der Stange,  $x_F = L/2$ .

- Skizzieren Sie die Grundschiwingung! Wo sind Knoten und Bäuche?
- Welche Länge hat die Stange, wenn sie bei einer Frequenz  $f_1$  von 2,32 kHz schwingt?
- Welche Kreisfrequenz und Wellenzahl hat dann die stehende Welle auf der Stange?

In der Spielsehow muss der Kandidat die Tonhöhe nun ohne Messgerät schätzen.

- Wie groß darf die Unsicherheit  $\Delta f$  bei der Bestimmung der Tonhöhe  $f_1$  maximal sein, wenn die Länge auf  $\Delta L = 1\text{ cm}$  genau ermittelt werden soll?

Jetzt wird die Stange bereits nach dem ersten Viertel ihrer Länge eingespannt. Dadurch verändert sich die Position  $x_F$  der Einspannvorrichtung auf der  $x$ -Achse zu  $x_F = L/4$ .

- Mit welcher niedrigsten Frequenz  $f_2$  wird die Stange nun nach dem Schlag schwingen?

Angaben

$c_{\text{St}}$ : 5100 m/s  
 $f_1$ : 2,32 kHz

Schallgeschwindigkeit in Stahl  
Frequenz bei mittiger Einspannung