

Fakultät für Physik
Technische Universität München
Bernd Kohler & Daniel Singh

Blatt 4
WS 2014/2015
26.03.2015

Ferienkurs Experimentalphysik 1

- (★) - leicht
(★★) - mittel
(★★★) - schwer

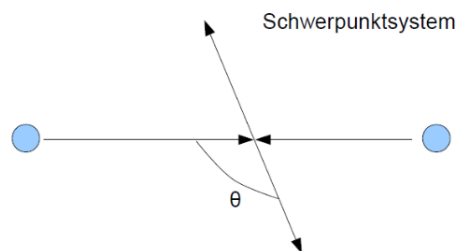
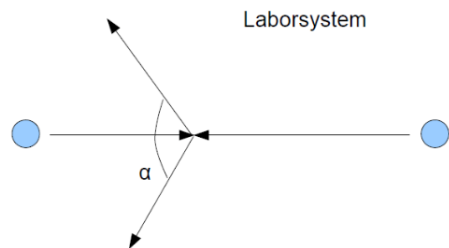
Aufgabe 1: *Verständnisfragen (inkl. Wiederholung)*

- a) Zeigen Sie, dass die harmonische Schwingung $x = x_m \cdot \sin(\omega t)$ eine ungleichmäßig beschleunigte Bewegung ist.
- b) Was besagt das 3. Newton'sche Gesetz („Gegenwirkungsprinzip“)?
- c) Eine Punktmasse stößt zentral auf eine zweite ruhende Punktmasse. Die erste bleibt stehen, die zweite läuft weg. Ist der Stoß vollkommen unelastisch? Begründen Sie Ihre Antwort.
- d) Zwei Punktmassen stoßen zusammen und bleiben am Ort des Stoßes liegen. Geben Sie an, um was für einen Stoß es sich handelt.
- e) A sitzt in einem von der Umwelt isolierten Kasten, der sich gleichmäßig im Raum dreht. B sitzt in ebenso in einem anderen isolierten Kasten, der sich gleichförmig und geradlinig durch den Raum bewegt. Wer kann seine Bewegung feststellen - A, B, beide oder niemand?
- f) Weisen Sie nach, dass bei äußerer Erregung und bei beliebiger Dämpfung die Resonatoramplitude verschwindet, wenn die Erregerfrequenz sehr groß wird. Wie lässt sich dies anschaulich erklären?
- g) Ein langes Brett liegt an seinen Enden auf zwei Stützen. Warum biegt es sich hochkant gestellt weniger durch als flach aufliegend?
- h) Erläutern Sie die Wirkungsweise eines Quecksilberbarometers.

- i) Kann man mit einer Saugpumpe Wasser aus einem Brunnen 15 m hochpumpen?
- j) In einem randvoll mit Wasser gefüllten Glas schwimmen Eisstücke. Läuft beim Schmelzen des Eises Wasser über?
- k) Sie sitzen im Boot auf einem See und werfen Steine aus dem Boot ins Wasser. Sinkt, steigt oder bleibt der Wasserspiegel gleich?
- l) Zeigen Sie, dass $I = A \cdot v$ gilt. (I : Strömungsstärke, A : Querschnittsfläche, v : Strömungsgeschwindigkeit)
- m) Welchen Sinn hat das Schmieren und Ölen von Lagern?
- n) Im Windkanal wird das Modell eines Stromlinienkörpers im zehnfach verkleinerten Maßstab geprüft. Dabei wird eine kritische Geschwindigkeit v_1 für den Übergang zur turbulenten Strömung festgestellt. Wie groß ist unter sonst vergleichbaren Bedingungen die kritische Geschwindigkeit v_0 für das Original?

Aufgabe 2: *Schwerpunktsystem* (★★)

Zwei Kugeln der gleichen Masse mit den Geschwindigkeiten \vec{v} und $-3\vec{v}$ stoßen elastisch aufeinander. Der Ablenkungswinkel im Schwerpunktsystem sei θ . Was ist der Winkel α im Laborsystem?



Aufgabe 3: *Die fortschreitende Welle* (★)

Eine Transversalwelle breitet sich als ebene Welle in einem Medium aus, welches aus Einzelteilchen der Masse $M = 1\text{g}$ besteht. Dabei werde die Auslenkung u der Teilchen aus der Ruhelage beschrieben durch die Gleichung

$$u(x, t) = 0,1\text{m} \cdot \sin \left[2\pi \cdot \left(\frac{t}{0,4\text{s}} - \frac{x}{4\text{m}} \right) \right]$$

- Berechnen Sie die Wellenlänge λ und die Kreisfrequenz ω dieser Welle.
- Geben Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit c der Welle an.
- Welche kinetische Energie E_{KIN} hat ein Teilchen bei $x = 0,8\text{m}$ nach $t = 4\text{s}$?
- Welchen minimalen Abstand x_{MIN} vom Ursprung der Welle $x = 0$ hat ein Teilchen, dessen kinetische Energie im selben Moment (bei $t = 4\text{s}$) die Hälfte der Gesamtenergie beträgt?

Aufgabe 4: *Stehende Seilwelle* (★★)

Ein Seil ist an einem Ende ($x = 0$) fest eingespannt und wird am anderen Ende ($x = l$) zu einer harmonischen Schwingung erregt, für die $u = u_0 \sin(2\pi ft)$ gilt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle ist c . [$l = 49\text{cm}$ $f = 10\text{s}^{-1}$ $c = 2,4\text{m/s}$ $u_0 = 1,6\text{mm}$]

- An welchen Stellen x_i befinden sich die Schwingungsknoten der stehenden Welle?
- Stellen sie die Wellenfunktion $u(x, t)$ für die stehende Welle auf!

Aufgabe 5: *Die Scheibenbremse* (★)

Bei einer hydraulischen Scheibenbremse, wie sie in den meisten modernen Autos verbaut ist, drückt man mit dem Bremspedal auf einen Kolben, der in dem hydraulischen Bremssystem einen Druck aufbaut. Dieser Druck wird mit dem Bremsleitungen bis zu den Kolben im Bremssattel geleitet, die dann die Bremsbeläge auf die Bremsscheibe drücken.

- Was sollte ein Konstrukteur bei der Konstruktion der verschiedenen Kolben beachten?

- b) Wenn der Fahrer 100N auf den am Pedal befestigten Kolben ausübt, der eine Fläche von 1cm^2 hat und der Kolben am Bremsbelag eine Fläche von 30cm^2 , welche Kraft übt der Belag dann auf die Scheibe aus?
- c) Was bedeutet es für die Bremskraft (Kraft, die den Belag auf die Scheibe drückt), wenn man bei gleicher Kraft des Fahrers mehrere Bremsbeläge mit gleich großen Flächen an das System anschließt? Was verändert sich, wenn man das tut?

Aufgabe 6: *Schwimmen oder Untergehen?* (★)

Sie sind auf Urlaub in Israel und unternehmen eine Tagesfahrt an das Tote Meer. Die durchschnittliche Dichte des menschlichen Körpers ist $1,02\text{g/cm}^3$, die des Toten Meeres ist $1,24\text{g/cm}^3$. Wenn Sie den menschlichen Körper als Zylinder homogener Dichte annähern mit Höhe bzw. Größe $1,7\text{m}$, welcher Anteil des Körpers (in %) ist dann über Wasser, wenn man sich einfach treiben lässt?

Aufgabe 7: *Der Wasserturm* (★)

Sie betrachten einen vollen Wasserturm. In diesem ist Wasser bis 30m über dem Boden, wo Sie stehen. Von dem Wasserturm führt eine Leitung zu einem Hydranten am Boden ($h = 0$). Der Wasserturm ist luftdicht verschlossen, also kann keine Luft nachfließen, wenn Wasser herausfließt. Die Dichte von Wasser ist $1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Rechnen sie mit $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$! Der Luftdruck beträgt 1bar .

- a) Bestimmen sie den Druck, den das Wasser auf den Hydrantenanschluß ausübt!
- b) Sie öffnen nun den Hydranten. Mit welcher Geschwindigkeit fließt das Wasser heraus?
- c) Wie hoch würde das Wasser kommen, wenn man es nach oben leitet?

Aufgabe 8: *Die Taucherflasche* (★)

Eine Stahlflasche von 20L Volumen ist für einen Maximaldruck von 300Bar zugelassen. Die Flasche wird mit reinem Sauerstoff (welcher als O_2 vorliegt und als ideales Gas betrachtet wird) gefüllt. *Hinweis:* Atomgewicht von $^{16}\text{O} = 16u$

- a) Welche Masse Sauerstoff darf eingefüllt werden, wenn mit Temperaturen bis zu 50°C zu rechnen ist und die Flasche nicht über den Toleranzbereich kommen soll?

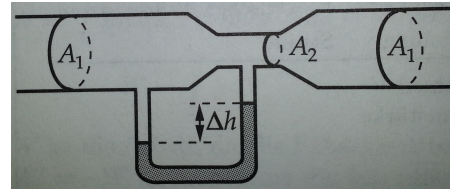
- b) Wie hoch ist der Druck in der Flasche bei $T = 20^\circ\text{C}$, wenn der Maximaldruck bei 50°C erreicht wird?
- c) Wie groß ist die Kraft, die bei 300 Bar auf die kreisrunde Ventilöffnung (Durchmesser 2mm) wirkt?

Aufgabe 9: *Belastung einer Staumauer (★★)*

Mit welcher Kraft drückt Wasser in horizontaler Richtung gegen eine Staumauer, wenn die Wasserstandshöhe $h = 6,0\text{m}$ über die gesamte Länge $l = 30\text{m}$ konstant ist?

Aufgabe 10: *Venturi-Düse (★★)*

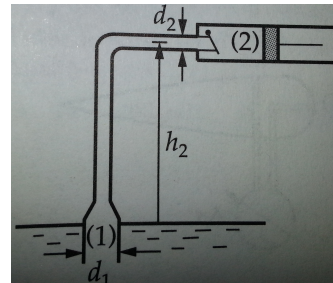
Durch eine Rohrleitung mit der Querschnittsfläche $A_1 = 100\text{ cm}^2$ strömt Luft (Dichte $\rho_L = 1,3\text{ kg/m}^3$) mit der Stromstärke $I = 2,0\text{ m}^3/\text{min}$. In der Rohrleitung befindet sich eine Verengung mit der Querschnittsfläche $A_2 = 20\text{ cm}^2$ (Venturi-Rohr).



- a) Mit welcher Geschwindigkeit v_1 strömt die Luft durch das Rohr?
- b) Welche Höhendifferenz Δh zeigt der Wasserspiegel des angeschlossenen Manometers an?

Aufgabe 11: *Strömung mit Höhenunterschied (★★)*

Das Ende des Saugrohrs einer Wasserpumpe mit dem Durchmesser $d_1 = 20,0\text{ cm}$ taucht in ein wassergefülltes Vorratsbecken ein. Der Durchmesser des Rohres am Pumpenanschluss sei $d_2 = 10,0\text{ cm}$. Das Wasser wird auf die Höhe $h_2 = 300\text{ cm}$ gepumpt und strömt mit der Geschwindigkeit $v_2 = 4,00\text{ m/s}$ in die Saugpumpe. Wie groß ist der Druck p_2 beim Eintritt des Wassers in die Pumpe. (äußerer Luftdruck: $p_L = 101\text{ kPa}$)



Aufgabe 12: *Viskositätsbestimmung* (★★)

Zur Messung der dynamischen Viskosität η von Öl mit der Dichte $\eta_{\text{Öl}} = 0,91 \text{ kg/dm}^3$ lässt man eine kleine Metallkugel mit der Masse $m = 0,20 \text{ g}$ und dem Durchmesser $d = 5,0 \text{ mm}$ unter dem Einfluss der Schwerkraft in Öl sinken. Die Kugel durchfällt eine markierte Strecke $s_1 = 25 \text{ cm}$ in der Zeit $t_1 = 12 \text{ s}$ mit konstanter Geschwindigkeit (Höppler-Viskosimeter). Wie groß ist die dynamische Viskosität η ?

Aufgabe 13: *Flummi* (★)

Ein großer Flummi ($m = 500 \text{ g}$) fällt aus der Höhe $h = 1,8 \text{ m}$, dabei verliert er bei jedem Aufprall auf dem Boden 8% seiner kinetischen Energie.

- a) Wie schnell ist der Ball kurz vor dem ersten Aufprall?
- b) Wie oft springt der Ball maximal, bis er beim Aufprall weniger als die Hälfte dieser anfänglichen Geschwindigkeit besitzt?
- c) Wie weit wird eine Feder mit $D = 4000 \text{ N/m}$ eingedrückt, falls der Flummi auf dieser statt dem Boden landet?