

Übungen zu Klassische Experimentalphysik I Wintersemester 2019/20

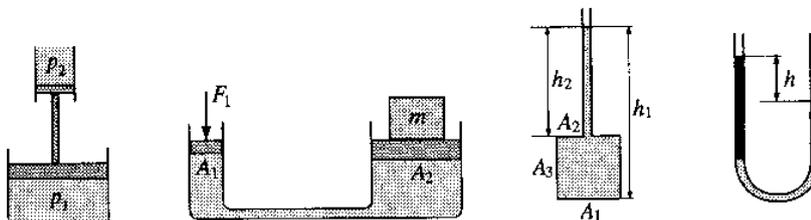
Übungsblatt Nr. 12

Abgabe bis 27.1.2020, 10:00

Bitte geben Sie Ihre Lösungen nur zusammen mit dem ausgefüllten Deckblatt ab, welches auf der [ILIAS-Kursseite](#) bereitgestellt ist; heften oder tackern Sie die Blätter zusammen. Bitte geben Sie nicht dieses Aufgabenblatt mit ab.

Aufgabe 1: Druck und Hydraulik

(8)



a) **Druck und Druckkraft**

Die mit Öl gefüllten Druckzylinder einer Hebevorrichtung (linke Abbildung) haben die Durchmesser $d_1 = 12 \text{ cm}$ und $d_2 = 3 \text{ cm}$. Wie groß ist der Druck p_2 im oberen Zylinder, wenn er im unteren $p_1 = 1,5 \text{ MPa}$ beträgt?

b) **Hydraulik**

Mit Hilfe einer Hydraulikvorrichtung (2. Abbildung von links) soll eine Masse von $m = 1,5 \text{ t}$ geringfügig angehoben werden. Die Querschnittsfläche der Kolben beträgt $A_1 = 20 \text{ cm}^2$ und $A_2 = 36 \text{ cm}^2$, die Masse des großen Kolbens ist $m_K = 100 \text{ kg}$, die des kleinen kann demgegenüber vernachlässigt werden. Wie groß muss die Kraft F_1 auf den kleinen Kolben sein?

c) **Hydrostatischer Druck**

Ein würfelförmiger Tank mit einer Seitenlänge von 2 m besitzt oben ein Steigrohr von 100 cm^2 Querschnittsfläche, welches bis zu einer Höhe von $h_1 = 4,5 \text{ m}$ über der Bodenfläche des Tanks mit Wasser (Dichte $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) gefüllt ist

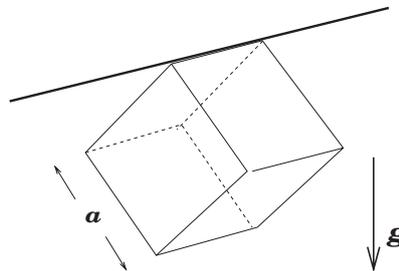
(3. Abbildung von links). Wie groß sind die Drücke und die Kräfte auf die Bodenfläche A_1 , die Deckfläche A_2 und die Seitenflächen A_3 ?

d) **Schweredruck in Flüssigkeiten**

Ein beiderseits offenes U-Rohr mit der inneren Querschnittsfläche $A = 1 \text{ cm}^2$ wird zuerst mit Wasser (Dichte $\rho_1 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) und danach auf der einen Seite mit 50 cm^3 und auf der anderen Seite mit 10 cm^3 Öl (Dichte $\rho_2 = 0,78 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) gefüllt (rechte Abbildung). Welche Niveaudifferenz h stellt sich ein?

Aufgabe 2: Schwingender Würfel (6)

Ein massiver homogener Würfel mit Masse m und Kantenlänge a wird längs einer Kante aufgehängt und vollführt *kleine* Schwingungen im Schwerfeld \vec{g} .

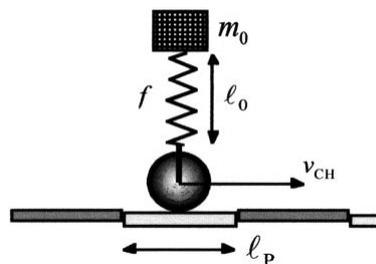


- a) Zeigen Sie, dass das Drehmoment des Würfels bei einer Auslenkung um den Winkel ϕ aus der Ruhelage gegeben ist durch $D = -\frac{a}{\sqrt{2}}mg \sin \phi$.
- b) Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Würfels auf. Nutzen Sie die Näherung $\sin \phi \approx \phi$ für kleine Winkel aus.
- c) Wie lautet die Frequenz ω des Würfelpendels?

Hinweis: Das Trägheitsmoment des Würfels bezüglich der gewählten Drehachse beträgt $\frac{2}{3}ma^2$.

Aufgabe 3: Resonanzkatastrophe bei der Autobahnfahrt (6)

Die Feder eines Autorades ist mit der Masse $m_0 = 300 \text{ kg}$ belastet. In diesem Zustand sei die Feder $l_0 = 30 \text{ cm}$ lang, s. Abb.



- a) Eine zusätzliche Belastung der Feder um 50 kg bewirkt ein Zusammendrücken der Feder um weitere 3 cm. Welche Federkonstante k hat die verwendete Feder?
- b) Welche Resonanzfrequenz hätte die Federung ungedämpft, d. h. wenn keine Stoßdämpfer verwendet würden? (Nehmen Sie die urspr. Belastung mit 300 kg an.)
- c) Probleme können bei schneller Fahrt auf der Autobahn durch schlecht verfügte Betonplatten auftreten. Da die Platten alle die gleiche Länge l_P haben, können sie bei einer bestimmten Geschwindigkeit des Fahrzeuges eine Resonanzkatastrophe auslösen. Nehmen wir eine sinusförmige Bodenwelle mit Periode $2l_P = 10$ m an. Welche Geschwindigkeit sollte man mit dem Fahrzeug keinesfalls (ohne Stoßdämpfer) fahren?
- d) Wie würden Sie die Federn modifizieren, so dass selbst bei Totalausfall der Stoßdämpfer die Resonanzkatastrophe aus c) niemals bei sinnvollen Autobahngeschwindigkeiten $v \leq 130 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ auftreten kann?

Aufgabe 4: Transversalwelle

(Bonuspunkte: 4)

Im Nullpunkt eines Koordinatensystems findet vom Zeitpunkt $t = 0$ an eine Schwingung statt, die dem Gesetz $y = 0,06 \text{ m} \cdot \sin(-\pi t \frac{1}{\text{s}})$ genügt (m und s sind Einheiten). Diese Schwingung erzeugt eine ungedämpfte Transversalwelle, die sich in Richtung der positiven x -Achse mit der Geschwindigkeit $0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ausbreitet.

- a) Wie lautet die Gleichung der Schwingung der (eindimensionalen) Welle, d. h. die Auslenkung in Abhängigkeit von Ort und Zeit?
- b) Wie groß sind die Schwingungsdauer, Frequenz und Wellenlänge der Transversalwelle?
- c) Skizzieren Sie die Welle zu den Zeitpunkten 0 s, 2 s und 3 s.
- d) Wie lautet die Gleichung für die Schwingung, die im Punkt $x = 30$ cm stattfindet?