Übungen zur Experimentalphysik A — WS 2017/2018

Prof. Dr. Th. Schimmel
Dr. F. Wertz

11. Übungsblatt

Es empfiehlt sich, zuerst allgemein zu rechnen und erst in die Endformeln Zahlenwerte einzusetzen. In den Übungen für (Chem.) Biologen werden vorwiegend mit „●" markierte Aufgaben besprochen.

Barometrische Höhenformel

1. Ein mit Helium gefüllter Ballon habe eine Masse von 5,00 g und ein Volumen von 6,00 Liter. ●
   a) Wie groß ist die Auftriebskraft, die der Ballon auf Meereshöhe erfährt?
   b) Berechnen Sie den Druck und die Dichte der Luft in 500 m Höhe über dem Meeresspiegel, wenn man konstante Temperatur annimmt.
   c) Wie groß ist die Auftriebskraft, die in dieser Höhe auf den Ballon wirkt, wenn man zusätzlich annimmt, dass sein Volumen konstant bleibt?
   d) Auf welche maximale Höhe steigt der Ballon unter dieser Annahme?

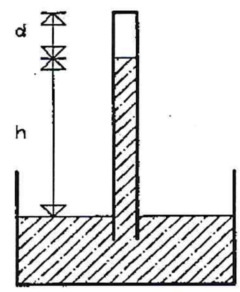
   Zahlenwerte: Dichte der Luft bei Normaldruck ($p_0 = 10^5$ N/m^2): $\rho_0 = 1{,}29$ kg/m^3.
   Ergebnisse: a) $F_A = 75{,}9$ mN; b) $p = 9{,}39 \cdot 10^4$ N/m^2; $\rho = 1{,}21$ kg/m^3;
   c) $F_A = 71{,}3$ mN; d) $h = 3450$ m.

Oberflächenspannung und Kapillarität

2. 1,00 Liter Wasser werden mittels eines Zerstäubers in lauter Tröpfchen mit 0,100 mm Durchmesser zerstäubt. ●
   a) Wie groß ist die gegen die Oberflächenspannung zu verrichtende Arbeit?
   Hinweis: Die Oberflächenenergie vor dem Zerstäuben ist vernachlässigbar.
   b) Wie groß ist der Überdruck in den Wassertröpfchen? Geben Sie den Überdruck eines in Wasser befindlichen Luftbläschens gleicher Größe an.

   Zahlenbeispiel: $\sigma_{Wasser} = 0{,}0741$ N/m.
   Ergebnisse: a) $W = 4{,}45$ J; b) $p = 2{,}96$ kPa.

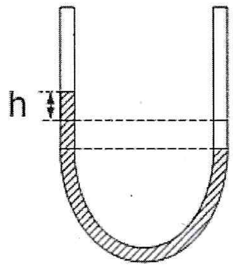
3. In einem Hg-Barometer ist oberhalb der Hg-Säule versehentlich etwas Luft eingeschlossen, die als ideales Gas additiv zum Druck beiträgt. Das wirkt sich so aus, dass die Höhe h der Quecksilbersäule von der Eintauchtiefe des Glasrohrs abhängt. In einem Fall misst man die für die Höhe der Quecksilbersäule h_1 und für die Höhe der Luftsäule d_1, bei einer anderen Eintauchtiefe h_2 bzw. d_2.



   a) Benutzen Sie die beiden Messwertpaare, um daraus den Außendruck p_0 zu berechnen.
   b) Das Glasrohr werde soweit in die Wanne gedrückt, bis h_3=0 ist. Welche Höhe d_3 hat dann die Luftsäule im Glasrohr?

Schwingungen

4. In einem U-förmigen Rohr mit konstantem Querschnitt A schwingt eine Wassersäule reibungsfrei auf und ab. Die gesamte Länge der Wassersäule sei gleich ℓ. Die Auslenkung h sei die Differenz zwischen dem Wasserniveau in einem Schenkel und dem Gleichgewichtsniveau. ●

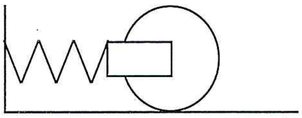


   a) Handelt es sich um eine harmonische Schwingung? Begründen Sie Ihre Antwort.
   b) Berechnen Sie die rückstellende Kraft als Funktion von h.
   c) Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf und lösen Sie diese mit einem Ansatz. Wie groß ist die Kreisfrequenz ω und die Schwingungsdauer T? Geben Sie einen Ausdruck für $h(t)$ an, falls $h(t = 0) = h_0$ und $\dot{h}(t = 0) = 0$.

   Zahlenbeispiel: $A = 1{,}00\ \text{cm}^2$; $\ell = 1{,}00$ m.

   Ergebnis: c) $\omega = 4{,}43\ \text{s}^{-1}$; $T = 1{,}42$ s.

5. Ein homogener Vollzylinder mit der Masse m und dem Radius r ist mit einer Feder der Federkonstanten D verbunden und rollt, ohne zu gleiten, auf einer horizontalen Ebene hin und her. Die Masse der Feder sowie Reibungseffekte können vernachlässigt werden.



   a) Man leite die Bewegungsgleichung dieser Schwingung her.
   b) Wie groß ist die Schwingungsdauer T_R dieses Rollpendels?
   c) Wie groß ist die Schwingungsdauer T_G, wenn der Vollzylinder gleitet?