

## 10. Übungsblatt zur Experimentalphysik 1 (WS 19/20)

Abgabe am 9./10.1.2020 in den Übungen

Name(n):

Gruppe:

Punkte: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

### 10.1 Torsion (10 Punkte)

a) Hängt man an das untere Ende eines vertikal hängenden Drahtes der Länge  $L$  eine Masse mit dem Trägheitsmoment  $I$  bezüglich der Drehachse, so führt dieses Drehpendel bei Verdrillung des Drahtes Drehschwingungen aus. Das rückstellende Drehmoment als Funktion des Verdrillungswinkel  $\varphi$  beträgt

$$M = -\kappa_D \varphi$$

mit  $\kappa_D = \frac{\pi G R^4}{2L}$ , wobei  $R$  der Radius und  $G$  das Schermodul des Drahtes ist. Stellen Sie analog zum mathematischen Pendel eine Bewegungsgleichung für die Drehschwingung auf. Lösen Sie diese Gleichung analog zum mathematischen Pendel (Übungsblatt Nr. 3) und bestimmen Sie die Schwingungsdauer  $T$  des Drehpendels. Vernachlässigen Sie die Masse des Drahtes.

b) Zur Bestimmung des Torsionsmoduls  $G$  einer Stahlsorte wird ein Draht aus diesem Stahl (Durchmesser  $d = 2 \text{ mm}$ , Länge  $l = 2 \text{ m}$ ), an dem ein Eisenzylinder (Durchmesser  $D = 10 \text{ cm}$ , Höhe  $h = 7 \text{ cm}$ , Dichte  $\rho_{\text{Fe}} = 7.85 \text{ g/cm}^3$ ) hängt, in Drehschwingungen versetzt. Die Schwingungsdauer beträgt  $T = 1.86 \text{ s}$ . Wie groß ist das Schermodul  $G$ ?

c) Eine Turbine treibt über eine Stahlwelle (das Schermodul des Stahls betrage  $80 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ ) mit Durchmesser  $D = 10 \text{ cm}$  und Länge  $L = 10 \text{ m}$  einen Generator an. Um welchen Winkel  $\phi$  verdrehen sich die Endflächen der Welle gegeneinander, wenn bei der Drehfrequenz  $\omega = 2\pi \cdot 25 \text{ s}^{-1}$  eine Leistung  $P = 30 \text{ MW}$  übertragen werden soll?

### 10.2 Ballonfahrt (10 Punkte)

In welcher Höhe  $h$  der Erdatmosphäre schwebt ein Ballon, wenn seine Gesamtmasse  $m_B$  und sein Volumen  $V_B$  betragen? Die Temperatur sei als Funktion der Höhe ebenso wie das Volumen  $V_B$  als konstant angenommen. Berechnen Sie die Gleichgewichtshöhe  $h$  zunächst allgemein, dann für die Werte  $m_B = 10 \text{ kg}$ ,  $V_B = 10 \text{ m}^3$ . Die Dichte von Luft auf Meeresspiegelhöhe beträgt  $\rho_0 = 1.24 \text{ kg/m}^3$  bei einem Normaldruck von  $p_0 = 1013 \text{ mbar}$ . Handelt es sich um ein stabiles Gleichgewicht?

### 10.3 Auftrieb (10 Punkte)

Um die Dichte  $\rho_H$  von trockenem Eichenholz zu bestimmen, geben Sie einen  $5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  großen Holzquader in eine mit Wasser ( $\rho_W = 1.0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ) gefüllte Wanne. Für zusätzliche Experimente steht diese Wanne auf einer Waage.

- Der Quader taucht etwa  $\Delta h = 3.5 \text{ cm}$  ins Wasser ein. Auf welche Dichte  $\rho_H$  schließen Sie?
- Sie drücken in dieser Situation auf die TARA-Taste der Waage und drücken den Quader dann nach unten, bis er gerade gänzlich ins Wasser eintaucht. Welches "Gewicht" zeigt eine in Gramm geeichte Waage nun an?

#### 10.4 Ruhepause des Weihnachtsmanns (10 Punkte)

Der Weihnachtsmann muss aufgrund akuter Überarbeitung eine Pause einlegen und sucht sich dafür eine lauschige Eisscholle im Nordpolarmeer. Die Eisscholle hat eine Fläche von  $A = 100 \text{ m}^2$ . Der Weihnachtsmann hat inklusive Schlitten, Rentiere und Geschenkpakete eine Masse von  $m = 10 \text{ t}$ . Nachdem er sein Gefährt geparkt hat, stellt er fest, dass die Eisscholle noch genau  $s = 0.1 \text{ m}$  aus dem Wasser ragt.

- a) Wie groß ist die Dicke  $d$  der Eisscholle? Notwendige Materialkonstanten können Sie der Literatur entnehmen.
- b) Mit welcher Höhe  $s'$  ragte die Eisscholle aus dem Wasser, bevor der Weihnachtsmann dort halt machte?