

## 12. Übungsblatt zur Experimentalphysik 1 (WS 13/14)

### TBD

Abgabe am 23./24.1.2014 in den Übungen

Name(n): \_\_\_\_\_ Gruppe: \_\_\_\_\_ Punkte: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

#### 12.1 Wasserschlauch (25 Punkte)

Ihr Dozent spritzt während der Vorlesung ein paar Ihrer Kommilitonen nass, indem er einen Wasserschlauch der Länge  $L = 2\text{ m}$  und Querschnittsfläche  $A_1 = 38\text{ mm}^2$  am Ende auf eine Querschnittsfläche  $A_2 = 20\text{ mm}^2$  zusammendrückt. Der Wasserhahn liefert Wasser mit einem Druck  $p_A = 1.3\text{ bar}$ . Ausserhalb des Schlauchs herrsche der Luftdruck  $p_0 = 1\text{ bar}$ . Der Wasserfluß im Schlauch sei laminar.

- Nehmen Sie an, dass sich das Wasser reibungsfrei und inkompressibel im Schlauch bewegt. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit  $v_2$ , mit der das Wasser durch die Öffnung des Schlauchs fließt. Bestimmen Sie den Volumenfluss  $\dot{V}$  des Wassers.
- Wie weit bzw. wie hoch kann der Wasserstrahl unter Vernachlässigung der Luftreibung maximal gelangen?
- Um welchen Betrag ( $\Delta p_A$ ) muss der Druck des Wasserhahns erhöht werden, damit bei korrekter Berücksichtigung der Viskosität des Wassers  $\eta$ , die gleiche Menge Wasser durch den Schlauch fließt?

#### 12.2 Herrn Meiers Polo (25 Punkte)

Prof. Meier fährt mit seinem VW Polo mit konstanter Höchstgeschwindigkeit von  $v_m = 160\frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Dabei dreht der Motor mit  $4500\text{ U/min}$  und liefert ein Drehmoment von  $95\text{ N m}$  an das Getriebe. Der Radius der Räder beträgt etwa  $R = 0.3\text{ m}$  und die Querschnittsfläche des Fahrzeugs senkrecht zur Fahrtrichtung beträgt etwa  $A = 1.7\text{ m} \times 1.4\text{ m}$ . Rollreibung und Reibung im Getriebe seien vernachlässigbar.



- Bei derart hohen Geschwindigkeiten ist die Stokes'sche Reibung vernachlässigbar. Schätzen Sie aus den gegebenen Daten und der Dichte von Luft unter Normalbedingungen den  $c_w$ -Wert des Polos ab.
- Wieviel PS leistet der Motor?
- Wie schnell würde der Polo bei drehzahlunabhängig konstanter Leistungsabgabe fahren, wenn es diesen turbulenten Reibungsbeitrag nicht gäbe und statt dessen nur ein Stokes-Beitrag entsprechend einer Kugel mit Radius  $r_{\text{eff}} = 0.87\text{ m}$  wirken würde?

### 12.3 Ballon (25 Punkte)

In welcher Höhe  $h$  der Erdatmosphäre schwebt ein Ballon, wenn seine Masse  $m_B$  und sein Volumen  $V_B$  betragen und die Temperatur konstant angenommen wird? Das Volumen  $V_B$  sei ebenfalls konstant. 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 Meeresspiegellhöhe 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?

### 12.4 Auslaufendes Fass (25 Punkte)

(\*) Wir betrachten ein zylinderförmiges Fass mit Durchmesser  $D = 50 \text{ cm}$  und vertikaler Zylinderachse. Das Fass hat einige Zentimeter über dem Boden ein kreisförmiges Loch in der Wand. Die Höhe des oberen Endes des Loches sei  $h = 0$ . Der waagrecht aus dem Loch ausströmende Wasserstrahl hat einen Durchmesser von  $d = 1 \text{ cm}$ . Zum Zeitpunkt  $t = 0$  beträgt die Höhe des Wasserspiegels über dem Loch  $h_0 = 1 \text{ m}$ . Vernachlässigen Sie die innere Reibung des Wassers und Terme der Ordnung  $(d/D)^4$ .

- a) Wie ändert sich der Wasserstand  $h(t)$  mit der Zeit? Verwenden Sie bei Ihrer Argumentation „Bernoulli“ bzw. die Energieerhaltung, d.h. den Zusammenhang zwischen der Änderung der potentiellen Energie des Wassers im Tank und der kinetischen Energie des ausströmenden Wassers.
- b) Nach welcher Zeit  $t_E$  erreicht der Wasserspiegel das Loch ( $h(t_E) = 0$ )?
- c) Wie groß ist die Rückstoßkraft  $F_R(h)$ , die auf das Fass wirkt, als Funktion der Wasserspiegellhöhe  $h$ ?