
Ferienkurs Experimentalphysik 1

Übungsblatt 3

Tutoren: Julien KOLLMANN und Luca ITALIANO

1 Hydrostatik

In ein U-förmiges Rohr mit zwei offenen Enden wird Wasser und dann Öl (vermischen sich nicht) hineingegossen. Sie kommen in die Gleichgewichtslage: Die Öl-Säule ist 27.2cm hoch und ihre obere Grenze liegt 9.41cm über der vom Wasser im anderen Rohr-Arm. Wie groß ist die Dichte des Öls?

LÖSUNG

Die Rohre sind offen, also herrschen gleiche Drücke:

$$p_{Oil} = p_W \quad (1)$$

$$\text{Also: } \rho_{Oil} \cdot g \cdot h_{Oil} = \rho_W \cdot g \cdot h_w \quad (2)$$

$$\rho_{Oil} = \rho_W \cdot \frac{h_w}{h_{Oil}} = 0.65 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}. \quad (3)$$

2 Dynamischer Auftrieb

Betrachten Sie ein Haus mit einem Flachdach der Fläche $A = 100\text{m}^2$ und der Masse $m = 10\text{t}$. Berechnen Sie die Kraft die auf das Dach wirkt, wenn ein Sturm mit Windgeschwindigkeit v darüber hinwegzieht. Benutzen Sie dazu die Bernoulli-Gleichung. Auf Grund seines Gewichtes wurde das Dach nicht zusätzlich verankert, sondern liegt bloß auf. Ab welcher Geschwindigkeit würde der Sturm das Haus abdecken?

LÖSUNG

Es gilt:

$$\frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} + gz = \text{const.} \quad (4)$$

Die Kraft, welche auf das Dach wirkt, errechnet sich aus dem Druckunterschied (Druck im Haus und Druck über dem Dach) multipliziert mit der Fläche des Dachs. Den Druckunterschied bestimmen wir durch Subtraktion zweier Bernoulli-Gleichungen:

$$\frac{v_r - v_2^2}{2} + \frac{p_1 - p_2}{\rho} = 0. \quad (5)$$

Benutzt man $v_2 = 0$ (Windstille im Haus) erhält man:

$$F_{Dachabdecken} = \rho A \frac{v_1^2}{2} > mg = F_g. \quad (6)$$

Das Dach wird also bei Geschwindigkeiten

$$v_1 > \sqrt{\frac{2mg}{\rho A}} \approx 145 \text{ km/h} \quad (7)$$

abgedeckt.

3 Hydrodynamik

Ein Winzer hat im Keller ein Weinfass mit Höhe 2.20m, gefüllt mit Most. Um den Most zu kosten, öffnet er den Hahn am Fass. Der Hahn endet 20cm über dem Fassboden. Das Fass ist befüllt, d.h. der Außendruck ist gleich dem Druck auf der Oberfläche des Mostes. Die Dichte des Mostes sei gleich der von Wasser.

- Mit welcher Geschwindigkeit strömt der Most aus dem Hahn?
- In welcher Entfernung vom Fass trifft der Most auf den Boden, wenn das Fass auf einem Podest der Höhe 1m steht?
- Der Winzer verschließt versehentlich den Gärstutzen, sodass sich ein Überdruck aufbaut. Als er nun den Hahn öffnet spritzt der Most 6m weit durch den Keller. Wie hoch war der Überdruck als Differenzdruck zum Atmosphärendruck?

LÖSUNG

- a) Zweimaliges Anwenden der Bernoulli-Gleichung liefert:

$$p_0 + \frac{\rho}{2}v_0^2 + \rho gh_0 = p_1 + \frac{\rho}{2}v_1^2 + \rho gh_1 \quad (8)$$

$$\rho gh_0 = \frac{\rho}{2}v_1^2 + \rho gh_1. \quad (9)$$

Also gilt

$$v_1 = \sqrt{2g\Delta h} \approx 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad (10)$$

- b) Fallzeit:

$$t = \sqrt{\frac{2(h + h_1)}{g}} \approx 0.5 \text{ s}. \quad (11)$$

Damit ist der Weg $s = v_1 \cdot t \approx 3 \text{ m}$.

- c) Da die Fallzeit gleich bleibt, muss die neue Ausströmgeschwindigkeit $v_2 = \frac{s_2}{t} \approx 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ betragen. Über die Bernoulli-Gleichung erhalten wir:

$$\Delta p = \frac{\rho}{2}v_2^2 + \rho g\Delta h \approx 0.5 \text{ bar}. \quad (12)$$

4 Auftrieb I

Eine Gipsfigur hat in Luft eine Gewichtskraft von 0.14N. Eingetaucht in Benzin ($\rho = 0.7\rho_{\text{Wasser}}$) beträgt ihre Gewichtskraft scheinbar nur noch 0.04N. Was ist das Volumen der Figur?

LÖSUNG

$$V = \frac{F_A}{g\rho} \approx 14 \text{ ml} \quad (13)$$

5 Auftrieb II

Ein gesunkenes Schiff soll geborgen werden. Dazu ist die Kraft $F = 5.52 \cdot 10^5 \text{N}$ erforderlich. Dazu werden Metallfässer am Schiff befestigt und mit Pressluft gefüllt. Das Schiff steigt dann gerade so. Jedes Fass hat ein Volumen von 2500 Litern und wiegt 200kg. Wie viele Fässer sind zum Heben des Schiffs erforderlich?

LÖSUNG

$$F_A = NF_{A,Fass} \quad (14)$$

$$F_{A,Fass} = \rho V g - mg \quad (15)$$

$$N = \frac{F_A}{\rho V g - mg} = 24. \quad (16)$$