Grundlagen der Physik Ib - Übungen

INSTITUT FÜR
ANGEWANDTE PHYSIK
Institute of Applied Physics
IAP

Ass.Prof. Dr. R.A. Wilhelm
wilhelm@iap.tuwien.ac.at
TU Wien - Grundlagen der Physik (130.002) 2022W

19.01.2023

Aufgabe 12.1 - 3 Pkt.

Ein Behälter wird mit einer Pumpe durch eine Öffnung befüllt. Durch ein Leck am Boden entweicht Flüssigkeit.

(a) Welche stationäre Flüssigkeitsspiegelhöhe H stellt sich ein?
b) Wie groß ist in diesem Fall der Volumenstromverlust durch das Leck?
c) Nun wird die Pumpe abgestellt und der Zulauf verschlossen. In welcher Zeit ist der Behälter leergelaufen?

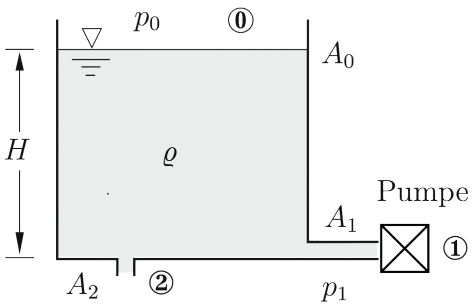

Figure 1: Behälter mit Bodenloch

Lösung: (a) $H = \frac{p_1-p_0}{\varrho g}\frac{A_1^2}{A_1^2-A_2^2}$, (b) $Q_V = A_1 A_2\sqrt{\frac{2(p_1-p_0)}{\varrho(A_1^2-A_2^2)}}$, (c) $T = \frac{\sqrt{2}}{g}\sqrt{\frac{p_1-p_0}{\varrho}\frac{A_1^2}{A_2^2}\frac{A_0^2-A_2^2}{A_1^2-A_2^2}}$

Aufgabe 12.2 - 1 Pkt.

Der eine Arm eines (an beiden offenen) U-förmigen Rohres enthält Wasser und der andere Alkohol (Massendichte von Ethanol ist 0.79 g/cm). Eine dünne bewegliche Membran verhindert, dass sich die beiden Flüssigkeiten mischen. In welcher Höhe steht das Wasser, wenn sich die beiden Flüssigkeiten genau am Boden des U's treffen und der Alkohol 18.0 cm hoch steht ?

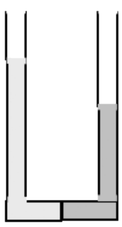

Figure 2: U-Rohr mit 2 Flüssigkeiten.

Lösung: 14.22 cm

Aufgabe 12.3 - 2 Pkt.

(a) Bei einem Flugzeugflügel der Fläche A strömt die Luft mit einer Geschwindigkeit v_o oberhalb des Flügels entlang und mit einer Geschwindigkeit v_u unterhalb des Flügels. Zeigen Sie, dass die Bernoulli-Gleichung für diese vereinfachte Situation einen Betrag F_A für die nach oben gerichtete Auftriebskraft auf den Flügel von

$$F_A = \frac{1}{2}\varrho A(v_o^2 - v_u^2)$$

vorhersagt, wobei ϱ die Luftdichte ist.
(b) Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft unterhalb eines Flugzeugflügels betrage 110 m/s. Welche Geschwindigkeit muss die Luftströmung oberhalb des Flügels haben, damit sie eine Druckdifferenz von 900 Pa zwischen oberer und unterer Flügelfläche erzeugt? Nehmen sie für die Luftdichte den Wert $1.3 \cdot 10^{-3}$ g/cm^3 an.

Lösung: (b) 116 m/s

Aufgabe 12.4 - 3 Pkt.

Schätzen Sie den hydrostatischen Druck und die Temperatur im Mittelpunkt der Sonne ab. Nehmen Sie dafür der Einfachheit halber an, dass die Sonne eine Kugel konstanter Dichte ($M_S = 1.99 \cdot 10^{30}$ kg; $R_S = 6.96 \cdot 10^8$ m) ist und aus einem idealen Gas von Wasserstoffatomen ($m_H = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg) besteht.

Lösung: $p = 1.34\,$Gbar, $T = 1.15 \cdot 10^7\,$K.

Aufgabe 12.5 - 3 Pkt.

Die ursprünglichste Form einer Taucherglocke ist ein nach unten offener Behälter der bei Absenkung in das Wasser die Umgebungsluft im Behälter einschließt. Anschließend findet kein Luftaustausch mehr statt. Die Taucherglocke habe eine lichte Höhe von H und einen über die Höhe konstanten Querschnitt und hänge an einem masselosen Seil. Die Temperatur bleibe bei der Absenkung im Wasser konstant.

(a) Welcher Druck stellt sich in der Taucherglocke ein, wenn die Unterkante der Taucherglocke in einer Tiefe von h_0 angelangt ist. Bis zu welcher Höhe h_1 (im Bezug auf die Unterkante der Taucherglocke) steigt dann das Wasser in der Taucherglocke?
(b) Welche Masse m muss die Taucherglocke mindestens haben damit sie diese Tiefe erreichen kann?

Zahlenwerte: $p_0 = 1\,\text{bar}$, $T_0 = 20°\text{C}$, $h_0 = 10\,\text{m}$, $H = 3\,\text{m}$, $A = 10\,\text{m}^2$

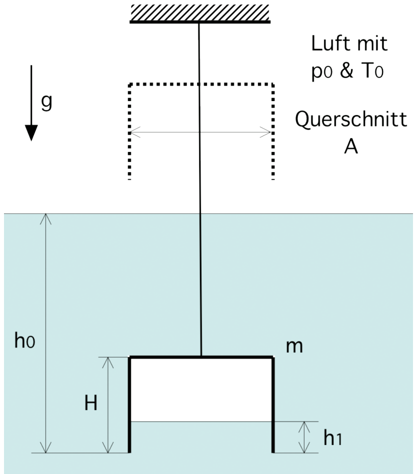

Figure 3: Taucherglocke

Lösung: (a) 1.85 bar, (b) min. 16250 kg

Aufgabe 12.6 - 2 Pkt.

Die Skizze zeigt einen bis zur Höhe H mit Wasser gefüllten Zylinder. In der Tiefe h (von der als unveränderlich angenommenen Wasseroberfläche $h = 0$ aus gerechnet) befindet sich eine seitliche Öffnung, aus der das Wasser in waagerechter Richtung mit der Geschwindigkeit $v_0 = \sqrt{2gh}$ austritt.

An welcher Stelle A des Gefäßes muss man diese Öffnung anbringen, damit der seitlich austretende Wasserstrahl den Boden an einer möglichst weit entfernten Stelle B (in horizontaler Richtung gemessen) trifft?

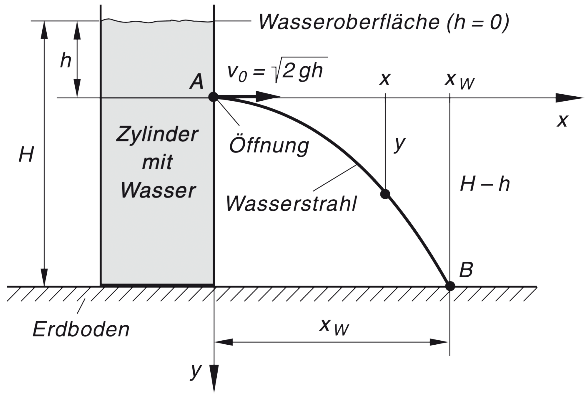

Figure 4: Skizze des Problems.

Hinweis: Die Bewegung eines Wasserstrahlteilchens kann in guter Näherung als ein waagerechter Wurf im luftleeren Raum betrachtet werden.

Lösung: $h = \frac{H}{2}$