

Ferienkurs Experimentalphysik 1

Wintersemester 2013/2014

Thomas Maier

Übungsblatt 3: Deformierbare Körper und Flüssigkeiten

Aufgabe 1: Deformation und Elastizität

- a) Eine Arbeitsbühne ist an ihren vier Ecken an Drahtseilen aufgehängt. Die Drahtseile haben eine Länge von 3 m und einen Durchmesser von $2,0\text{ mm}$. Das Elastizitätsmodul der Seile beträgt 180.000 MPa . Berechnen Sie die Dehnung der Seile, wenn eine Ladung mit Masse $m = 50\text{ kg}$ auf die Arbeitsbühne gelegt wird.
- b) Berechnen Sie die Volumenänderung eines Stahlwürfels mit dem Volumen $V = 1\text{ dm}^3$ in einer Meerestiefe von 10000 m wenn der Druck pro Meter Meerestiefe um 10 kPa zunimmt. Stahl hat ein Elastizitätsmodul $E = 2.13 \cdot 10^{11}\text{ N/m}^2$ und ein Torsionsmodul $G = 0.81 \cdot 10^{11}\text{ N/m}^2$.

Aufgabe 2: Benetzung

Zwei Glasplatten werden in einem Abstand $d = 0,1\text{ mm}$ zueinander justiert und anschließend mit einer offenen Seite in Wasser getaucht. Wie hoch steigt das Wasser, wenn Sie berücksichtigen, dass Wasser eine Oberflächenspannung von $\Delta\sigma = 72,75 \cdot 10^{-3}\text{ J/m}^2$ bei $T = 20^\circ\text{C}$ besitzt und außerdem Randeffekte vernachlässigen?

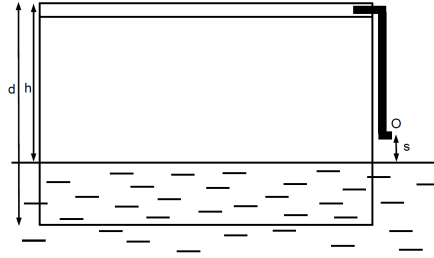
Hinweis: $\Delta\sigma = \sigma_{\text{Luft-Wand}} - \sigma_{\text{Flüssigkeit-Wand}}$

Aufgabe 3: Eisbergantrieb

Im Südpazifik treibt ein Riesen-Eisberg mit einer Länge $L = 240\text{ km}$ und einer Breite $b = 40\text{ km}$.

- a) Angenommen, der Eisberg hat die Form eines Quaders und ragt $h = 60\text{ m}$ aus dem Wasser. Wie groß ist die Gesamtdicke d des Eisbergs (siehe Skizze)?
Hinweis: Die Dichte von Eis beträgt $\rho_E = 920\text{ kg/m}^3$, die Dichte von Meerwasser $\rho_{MW} = 1020\text{ kg/m}^3$.

Da der Berg die Schifffahrt verhindert, wird vorgeschlagen, das Schmelzwasser, das sich durch Sonneneinstrahlung an der Oberfläche bildet, zur Fortbewegung des Eisbergs zu nutzen. Dazu wird das Schmelzwasser gesammelt und an der Schmalseite des Eisbergs über ein vertikales Rohr ins Meer abgeleitet (siehe Skizze). Das



Rohr liegt am unteren Ende horizontal und habe eine Öffnung O (Querschnitt $q = 100 \text{ m}^2$), die sich $s = 5 \text{ m}$ über dem Meer befindet.

- Berechnen Sie den Schweredruck p_S an der Rohröffnung O und die Auslaufgeschwindigkeit des Schmelzwassers v_{SW} . Die Dichte des Schmelzwassers beträgt $\rho_{SW} = 1000 \text{ kg/m}^3$. Reibungseinflüsse sollen vernachlässigt werden.
- Welche Wassermasse I_{SW} (in kg/s) strömt pro Sekunde aus der Öffnung?
- Wie groß ist die Rückstoßkraft F_R , die das waagrecht ausströmende Wasser auf den Eisberg ausübt?
- Welche Geschwindigkeit v_E erreicht der Eisberg aufgrund des Rückstoßes nach 10 Tagen? (Das Abtauen und die Reibung des Eisbergs im Wasser sollen dabei vernachlässigt werden.)

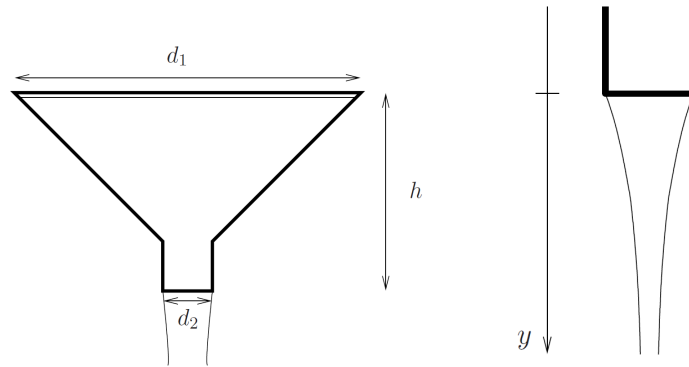
Aufgabe 4: Weinfass

Ein Winzer hat im Keller ein Weinfass mit Höhe $2,20 \text{ m}$, gefüllt mit Most. Um den Most zu kosten, öffnet er den Hahn am Fass. Der Hahn befindet sich 20 cm über dem Fassboden. Das Fass ist belüftet, d.h. der Außendruck ist gleich dem Druck auf der Oberfläche (Atmosphärendruck) des Mostes. Die Dichte des Mostes sei gleich der des Wassers, d.h. $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$.

- 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 1 m steht?
- Der Winzer verschließt versehentlich den Gärstutzen, so dass sich ein Überdruck aufbaut. Als er nun den Hahn öffnet, spritzt der Most 6 m durch den Keller. Wie hoch war der Überdruck als Differenzdruck zum Atmosphärendruck?
- Wie hängt bei einer laminaren, viskosen Strömung durch eine Kapillare der Volumenstrom I vom Radius r ab?

Aufgabe 5: Trichterfluss

In einem Trichter wird die Höhe $h = 11,5 \text{ cm}$ einer idealen Flüssigkeit oberhalb der Trichteröffnung durch vorsichtiges Nachgießen konstant gehalten. Der Flüssigkeitsspiegel hat den Durchmesser $d_1 = 10 \text{ cm}$, die Trichteröffnung den Durchmesser $d_2 = 6 \text{ mm}$. *Hinweis:* Verwenden Sie die Bernoulli-Gleichung und die Kontinuitätsgleichung.



- Mit welcher Geschwindigkeit strömt die Flüssigkeit aus dem Trichter?
- Welche Zeit ist erforderlich, um eine 1.0 l-Flasche mit Hilfe des Trichters zu füllen?
- Welchen Durchmesser hat der Flüssigkeitsstrahl in einer Tiefe von 24,0 cm unterhalb der Trichteröffnung?

Aufgabe 6: Ballon

Ein Heißluftballon mit Volumen $V_0 = 3000 \text{ m}^3$ befindet sich auf der Erdoberfläche (Druck $p_0 = 1000 \text{ hPa}$, Dichte $\rho_0 = 1,293 \text{ kg/m}^3$, Temperatur $T = 0^\circ\text{C}$ überall konstant).

- Berechnen Sie den Luftdruck und die Luftdichte in 600 m Höhe.
- Berechnen Sie die Auftriebskraft des Ballons auf der Erdoberfläche und in 600 m Höhe.
- Welche Masse dürfen Ballonhülle, -korb und die Last zusammen höchstens haben um auf eine Höhe von 600 m zu gelangen?