

## 1 Umgebungsdruck

Ein luftdicht abgeschlossener Behälter mit einem Deckel von vernachlässigbarem Gewicht und einer Fläche von  $77\text{cm}^2$  sei teilweise evakuiert. Eine Kraft von  $480\text{N}$  ist notwendig, um den Deckel vom Behälter zu ziehen. Wenn der Luftdruck  $1.0 \times 10^5\text{Pa}$  beträgt, welcher Druck herrschte in dem Behälter vor dem Öffnen?

## 2 Die Magdeburger Halbkugeln

Otto von Guericke, der Erfinder der Luftpumpe, führte im Jahr 1654 dem Berliner Hofadel vor, wie zwei Gruppen von jeweils acht Pferden vergeblich versuchten, zwei luftleer gepumpte Bronzhalbkugeln auseinander zu ziehen. Nehmen Sie an, der Radius  $R$  der Halbkugeln sei so dünn, dass man ihn innen und außen als gleich ansehen kann.

- Zeigen Sie, dass die zum Auseinanderziehen der Halbkugeln notwendige Kraft  $\vec{F}$  den Betrag  $F = \pi R^2 \cdot \Delta p$  hat, wobei  $\Delta p$  die Druckdifferenz zwischen innen und außen ist.
- Der Radius sei  $R = 30\text{cm}$ , der Innendruck sei  $0.1\text{bar}$  und der Außendruck habe den Atmosphärendruck  $1.013\text{bar}$ . Berechnen Sie den Betrag der Kraft, den die Pferde zur Trennung der beiden Halbkugeln hätten aufbringen müssen.
- Erklären Sie, warum auch eine einzelne Gruppe von Pferden denselben Effekt hätten beweisen können, wenn die Halbkugeln an einer Wand befestigt gewesen wären.

## 3 Dichte und Gesamtvolumen

Eine gusseiserne Form mit vielen Hohlräumen wiege an der Luft  $6000\text{N}$  und im Wasser  $4000\text{N}$ . Wie groß ist das Gesamtvolumen aller Hohlräume in der Form? Die Dichte von Blei beträgt  $1.12 \times 10^4\text{Kg/m}^3$

## 4 Druck und Fläche

Wasser fließe mit einer Geschwindigkeit von  $5.0\text{m/s}$  durch ein Rohr mit einer Querschnittsfläche von  $4.0\text{cm}^2$ . Nachdem das Wasser langsam einen Höhenunterschied von  $10\text{m}$  hinuntergeflossen ist, verbreitert sich das Rohr zu einer Querschnittsfläche von  $8.0\text{cm}^2$

- Welche Geschwindigkeit hat das Wasser auf dem niedrigeren Niveau?
- Welcher Druck herrscht auf dem niedrigeren Niveau, wenn der Druck auf dem höheren Niveau  $1.5 \times 10^5\text{Pa}$  beträgt ?

## 5 Flugzeuge

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

## 6 Auftriebskräfte

Ein Metallstab der Länge  $80\text{cm}$  und der Masse  $1.6\text{Kg}$  habe eine gleichförmige Querschnittsfläche von  $6.0\text{cm}^2$ . Aufgrund einer ungleichförmigen Dichte befinde sich der Schwerpunkt des Stabes  $20\text{cm}$  vom einen der Enden entfernt. Der Stab hänge an zwei Seilen waagrecht im Wasser.

- a) Wie groß ist die Zugspannung in dem Seil, das sich näher am Schwerpunkt befindet?
- b) Wie groß ist die Zugspannung in dem weiter vom Schwerpunkt entfernten Seil?  
*Hinweis: Die Auftriebskraft wirkt effektiv im Mittelpunkt des Stabes*

*Zur Erinnerung: Die erste der beiden Klausuren findet am 21. Februar um 10.00 im Raum AR-F002 statt.*

*Wir wünschen viel Glück und gutes Gelingen in der Klausur*