



ÜbungsgruppenleiterInnen: M. Cimander, C. Derricks,
J. Fichtner, C. Fischer, A. Graf, R. Löffler, M. Rudolf,
A. Schmid, L. Siedentop

Übungen zu Experimentalphysik I
für Studierende der Biologie und der Sportwissenschaft
Blatt 11

Aufgabe 1: Gemeiner Fischfang

Dorsche werden durch Schleppnetze sehr schnell aus 270 m Tiefe (4 °C) an die Wasseroberfläche (1 °C) geholt. Aufgrund der großen Druckdifferenz dehnt sich die Schwimmblase (20 cm³ in 270 m Tiefe) stark aus.

- a) Welche SI Basiseinheit hat der Druck? In welchem Zusammenhang stehen die (abgeleiteten) SI Einheiten Pascal und Bar?
- b) Zeigen Sie, dass $P = \rho \cdot h \cdot g$ sich aus $P = \frac{F}{A}$ herleiten lässt.
- c) Zeigen Sie, dass die Aussage 1 bar entsprechen etwa 10 m Wassersäule zutrifft. Die Dichte von Wasser beträgt in guter Näherung¹ 1000 kg m⁻³.
- d) Wieso stellt sich die Wassertemperatur aber einer gewissen Tiefe auf etwa 4 °C ein?
- e) Bestimmen Sie den hydrostatischen Druck in 270 m Tiefe nach dem Pascal'schen Gesetz. Der mittlere Luftdruck auf Meereshöhe beträgt in etwa¹ ($p_0 = 10^5$ Pa). Geben Sie Ihr Ergebnis in [Pa] und [bar] an.
- f) Berechnen Sie das Volumen $V(T, p)$ der Schwimmblase an der Wasseroberfläche!

Aufgabe 2: Die Spitze des Eisbergs

Ein Eisberg mit einem Gewicht von 263 Tonnen und einer Dichte $\rho_{Eis} = 0,918 \text{ kg l}^{-1}$ schwimmt im Meer. Die Dichte von Meerwasser ($\rho_{Meerwasser} \approx 1,025 \text{ kg l}^{-1}$) ist aufgrund des Salzgehaltes etwas höher.

- a) Weshalb schwimmt ein Eisberg überhaupt und wie groß ist das Volumen des hier vorgestellten Eisbergs (in m³)?
- b) Wie verhält sich das Volumen von Wasser beim Erstarren (Keine Rechnung notwendig, überlegen Sie sich den Zusammenhang oder recherchieren Sie diesen in der Literatur)?
- c) Wie groß ist das sichtbare Volumen des Eisbergs, also derjenige Teil, welcher über der Wasseroberfläche zu sehen ist (Angabe in m³)?
- d) Wie groß ist der Teil unter Wasser (Angabe in %)?
- e) In einem Kochtopf, der teilweise mit Trinkwasser gefüllt ist, soll sich eine große, zusammenhängende Masse an Eis befinden. Das Eis soll weder Boden noch Rand des Topfes berühren. Nun wird der Topf bis zum Rand mit Wasser aufgefüllt. Was passiert wenn das Eis schmilzt? Läuft der Topf über, wird der Wasserstand reduziert oder passiert gar nichts? Erklären Sie den Vorgang!
- f) Wieso schwimmt das Eis auch in Süßwasser ?

¹Der genaue Wert beträgt 999,975 kg m⁻³

¹Der genaue Wert beträgt 101 325 Pa was wiederum als eine Atmosphäre (1 atm) definiert ist

Aufgabe 3: Barometrische Höhenformel

Die barometrische Höhenformel beschreibt auf einfache Weise den höhenabhängigen Druck.

$$p(h) = p_0 \cdot \exp \left(-h \underbrace{\frac{M \cdot g}{R \cdot T}}_{const} \right) = p_0 \cdot \exp \left(-\frac{h}{h_s} \right)$$

An einem sonnigen Tag ($T_0 = 25^\circ\text{C}$) wollen Sie das ideale Gasgesetz experimentell verstehen und befüllen auf Meereshöhe in Ihrem Auto eine Plastiktüte mit 2 Litern Luft. Anschließend verschließen Sie diese so, dass keine Luft nach außen gelangen kann.

- Bestimmen Sie den Kehrwert des konstanten Teils im Exponenten der barometrischen Höhenformel h_s^{-1} , welchen man als Skalenhöhe bezeichnet. Hierbei ist M die mittlere molare Masse trockener Luft³ ($\approx 29 \text{ g mol}^{-1}$), $p_0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (Druck unter Normalbedingungen), R die universelle Gaskonstante (siehe Vorlesung für Zahlenwert) und T (25°C bzw. -15°C). Der Wert für g ist aus vorherigen Übungen bekannt.
- Was beschreibt die Skalenhöhe und wofür kann man diese gebrauchen?
- Anschließend fahren Sie mit ihrem Auto herum und vergessen alle Verkehrsregeln. Notgedrungen parken Sie auf der Spitze des Mont Blanc (4810 m). Welcher Druck $p(h = 4810 \text{ m}, T = -15^\circ\text{C})$ herrscht auf dem Gipfel? Verwenden Sie in Ihrer Gleichung die zuvor berechnete Skalenhöhe! Die Lösung für diese Rechnung ($0,529 \cdot p_0$) wird in den weiteren Aufgaben benötigt.
- Sie haben während der Fahrt durch die Heizung des Fahrzeuges die Temperatur konstant gehalten. Wie groß wird das Volumen $V(p(h=4810 \text{ m}), T=25^\circ\text{C})$ der Plastiktüte auf dem Gipfel?
- Sie verlassen das Fahrzeug und verbleiben einige Zeit draußen. Die Luft in der Tüte gleicht sich der Umgebungstemperatur an und kühlt auf -15°C ab. Welches Volumen $V(p(h=4810 \text{ m}), T=-15^\circ\text{C})$ nimmt die Tüte nun ein?

³Der genaue Wert beträgt $28,96 \text{ g mol}^{-1}$