



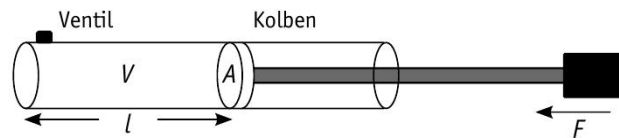
Übungsgruppenleiter: Mathias Altenburg, Benjamin Bauer,  
Sven Deutschländer, Claire-Denise Frese, Christian Klix, Sören Kumkar,  
Moritz Schlötter, Annika Schoe, Werner Schosser

## Übungen zu Experimentalphysik I für Biologen

### Blatt 11

#### Aufgabe 1: Luftpumpe

Wir betrachten eine Luftpumpe, deren Ventil man durch Auf- und Zuschrauben verschließen kann (siehe Bild). Die Fläche des Kolbens ist  $A = 10 \text{ cm}^2$ . Bei geöffnetem Ventil ist der Druck in der Pumpe gleich dem Außendruck  $p \approx 10^5 \text{ N/m}^2$ .



- Berechnen Sie das Volumen  $V$  in der Luftpumpe, wenn der Kolben auf  $l = 30 \text{ cm}$  ausgelenkt ist. Geben Sie das Ergebnis in Litern und Kubikmetern an.
- Beim Auslenken auf  $l = 30 \text{ cm}$  war das Ventil geöffnet. Nun verschließen wir das Ventil und drücken den Kolben hinein, so dass die Auslenkung  $l = 15 \text{ cm}$  beträgt und die Temperatur dabei konstant bleibt. Wie groß ist nun das Volumen? Wie groß ist der Druck in der Luftpumpe?
- Wir öffnen das Ventil wieder, so dass der Druck in der Luftpumpe wieder gleich dem Außendruck ist. Dabei halten wir den Kolben fest. Wie groß ist das Volumen der Luft, die dabei entweicht? (die Luft ist danach wieder bei Außendruck, die Temperatur bleibt konstant)
- Wir pumpen eine Weile und wegen der Reibung erhöht sich die Temperatur der Luftpumpe auf  $50^\circ\text{C}$ . Zum Schluss lenken wir den Kolben wieder auf  $l = 30 \text{ cm}$  aus (die Luft in der Pumpe erwärmt sich dabei auf  $T = 50^\circ\text{C}$ ) und schließen das Ventil. Wie hoch ist der Druck in der Luftpumpe jetzt? Wie groß ist der Druck wenn sich die Luftpumpe und die enthaltene Luft wieder auf die Außentemperatur von  $20^\circ\text{C}$  abgekühlt haben?
- Nun lassen wir den Kolben los, was passiert mit dem Druck in der Pumpe? Wohin bewegt sich der Kolben und wie groß ist das Volumen jetzt?
- Wir öffnen das Ventil und stellen den Kolben wieder auf  $l = 30 \text{ cm}$ . Dann schließen wir das Ventil wieder und drücken den Kolben (Fläche siehe oben) mit der Kraft  $F = 50 \text{ N}$  in die Pumpe. Wie groß ist der Druck dann? Wie groß ist das Volumen?
- Wir nehmen nun eine dünnere Pumpe, deren Kolben die Fläche  $A = 2 \text{ cm}^2$  hat. Wir wiederholen den Vorgang von f). Wie groß sind Druck und Volumen diesmal?

## Aufgabe 2: Taucher

Sie schwimmen im Meer und holen tief Luft (Lungenvolumen  $V \approx 6\text{ L}$ ). Nun tauchen sie 10m in die Tiefe.

- Welcher Druck herrscht dort? ( $\rho_{\text{Wasser}} = 1\text{ kg/L}$ ).
- Wie groß ist dann Ihre Lunge?
- Gehen sie davon aus, dass der menschliche Körper die gleiche Dichte wie Wasser hat. Der Auftrieb wird also nur durch das Lungenvolumen erzeugt. Welche Kraft ist nötig um in dieser Tiefe zu verweilen?
- Ohne zu Atmen tauchen sie auf und klettern auf den Mont Blanc ( $h = 4800\text{ m}$ ). Während des Aufstiegs erinnern sie sich an die Physik Vorlesung. Dort wurde die barometrische Höhenformel hergeleitet.

$$p(h) = p_0 \cdot e^{-h/h_s}$$

Dabei ist  $h_s$  die Skalenhöhe, auf der der Druck auf  $1/e \approx 37\%$  abgefallen ist. In unserer Atmosphäre ist  $h_s \approx 8,4\text{ km}$ . Der Druck auf Meereshöhe ist  $p_0 = 1013\text{ hPa}$  ( $1\text{ hPa} = 100\text{ Pa} = 1\text{ mBar}$ ).

- Welcher Druck herrscht auf dem Gipfel?
- Sie halten weiter die Luft an und entspannen sich dabei vollständig. Wie groß ist dann ihre Lunge?

## Aufgabe 3: Eisberg

Ein Eisberg besteht aus 100 Tonnen Eis der Dichte  $\rho_{\text{Eis}} = 0,920\text{ kg/L}$ . Er schwimmt in Meerwasser, das eine Dichte von  $\rho_{\text{Meerwasser}} = 1,025\text{ kg/L}$  hat. Wie groß ist das Volumen des Eisbergs? Wie groß ist das sichtbare Volumen, also das Volumen das über der Wasseroberfläche zu sehen ist?