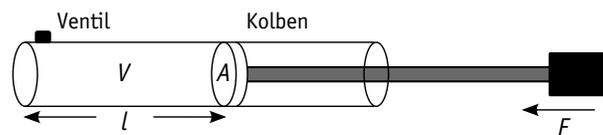


Übungen zu Experimentalphysik I für Biologen

Blatt 9

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 $p \approx 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2$.

- 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°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°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?

Bitte wenden!

Aufgabe 2: Ballon in der Atmosphäre

Für den Druck in der Atmosphäre wurde in der Vorlesung die barometrische Höhenformel gezeigt:

$$p(\Delta h) = p(h_0) \cdot e^{-\frac{g \cdot \Delta h}{\text{const.}}} = p(h_0) \cdot e^{-\frac{\Delta h}{h_s}}$$

Dabei ist h_s die Skalenhöhe, auf der der Druck auf $1/e \approx 37\%$ abgefallen ist. In unserer angenommenen Modellatmosphäre bei einer Temperatur von 15°C gilt $h_s \approx 8,4\text{ km}$. Als Höhe h_0 wird die Meereshöhe $h_0 = 0\text{ m}$ genommen. Der Druck ist dort $p(h_0 = 0\text{ m}) = 1013\text{ hPa}$ ($1\text{ hPa} = 100\text{ Pa} = 1\text{ mBar}$).

Wir nehmen unseren Ballon als beliebig dehnbar an, so dass der Druck im Inneren des Ballons immer etwa dem Außendruck entspricht. Auf Meereshöhe füllen wir unseren Ballon mit 10 Litern Luft.

- a) Berechnen Sie, wie groß der Druck der Atmosphäre auf dem Mont Blanc (4800 m über Meereshöhe) ist. Welches Volumen nimmt der Ballon dort ein? Wird er größer oder kleiner?
- b) Welches Volumen hat er auf 12 km über dem Meer?
- c) Auf welcher Höhe ist das Volumen des Ballons doppelt so groß wie auf Meereshöhe?

Aufgabe 3: Auftrieb und Hydrostatik

- a) 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 $\rho_{\text{Meer}} = 1,025\text{ kg/l}$ hat.
Wie groß ist das Volumen des Eisbergs? Wie groß ist das sichtbare Volumen, also das Volumen das über der Wasseroberfläche zu sehen ist?
- b) Ein Holzquader von $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ der Dichte $0,7\text{ g/cm}^3$ wird unter Wasser gezogen. Wieviel Kraft ist dafür nötig? Ist die Form des Holzstücks wichtig? Warum ist es egal wie tief er unter Wasser gezogen wird?
- c) Welchen Druck muss ein Taucher in 10 m Tiefe aushalten? ($\rho_{\text{Wasser}} = 1\text{ g/cm}^3$)