

Aufgaben zu Gase und Wellen

Christoph Buhlheller, Rebecca Saive, David Franke
Florian Hrubesch, Wolfgang Simeth, Wolfhart Feldmeier

8. März 2009

1. Als einfaches Tiefenmessgerät stelle man sich einen Glaszylinder der Länge $l_0 = 50$ cm mit einer aufgebrachten Skala vor der oben abgeschlossen ist und unten offen. Taucht man den Zylinder mit der offenen Seite nach unten senkrecht ins Wasser, so lässt sich am Wasserlevel im Zylinder die Tauchtiefe ablesen.
 - a) Wie groß ist der Druck in 5 m Tiefe?
 - b) Wie weit ist Wasser in den Kolben gedrückt?
 - c) In welcher Tiefe war der Taucher, als er bemerkt hat, dass sich der Wasserlevel im Zylinder um 1 mm ändert, wenn er 1m tiefer taucht?
2. Ein Heißluftballon mit Volumen $V_0 = 3000\text{m}^3$ befindet sich auf der Erdoberfläche (Druck $p_0 = 10^5$ Pa, Dichte $\rho_0 = 1,293\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, Temperatur $T = 0^\circ\text{C}$ überall konstant).
 - a) Berechnen Sie die Luftdichte in 600 m Höhe.
 - b) Berechnen Sie die Auftriebskraft des Ballons auf der Erdoberfläche und in 600 m Höhe. (und machen Sie sich den Unterschied zwischen einem Heißluftballon und einem Heliumballon klar)
 - c) Welche Masse darf der Ballon also maximal haben um auf 600 m Höhe gelangen zu können?
 - d) Wiederholen Sie die letzten beiden Teilaufgaben, falls es sich um einen Heliumballon handelt, welcher auf der Erdoberfläche das gleiche Volumen einnimmt wie der Heißluftballon (Hülle ohne Kraftaufwand dehnbar).
3. Bestimmen Sie explizit die mittlere Geschwindigkeit eines Stickstoffmoleküls in einem Gas bei $T = 300$ K mithilfe der Maxwellverteilung
4. Welcher Bruchteil aller Gasmoleküle hat eine freie Weglänge, die größer ist als
 - a) die mittlere freie Weglänge \bar{l} ?
 - b) die zweifache mittlere freie Weglänge $2\bar{l}$?
5. Das Martinshorn eines Rettungswagens erzeugt eine Frequenz von 2400 Hz. Der Rettungswagen fährt mit einer Geschwindigkeit von 120 km/h.

- a) Ein auf der Straße stehender Fußgänger hört das Horn bei zwei unterschiedlichen Frequenzen, je nachdem ob der Rettungswagen auf ihn zufährt oder sich von ihm entfernt. Skizzieren Sie das Problem und leiten Sie einen Ausdruck für die beiden Frequenzen her. (Schallgeschwindigkeit ist 343 m/s)
- b) Ein Auto fährt mit einer Geschwindigkeit von 30 km/s hinter dem Rettungswagen her. Mit welcher Frequenz hört der Autofahrer das Horn? Leiten sie auch hier einen Ausdruck her.
6. Ein Lautsprecher steht vor einer reflektierenden Wand und sendet einen Ton mit der Frequenz 160 Hz aus. Wo muss Hanz-Fritz seine drei Omas und den Lautsprecher positionieren, damit die alten Damen nicht vom Lärm belästigt werden und er aber überall zwischen den Omas das Geräusch hören will, wenn er ihnen beim Stricken zusieht? (Skizze?)
7. Im Abstand von 2 m zueinander befinden sich zwei punktförmige Sender, die Schallwellen mit gleicher Phase und Frequenz aussenden. In einer Entfernung von 7 m von der ersten und 7,8 m von der zweiten Quelle befindet sich ein Mikrofon das maximale Intensität misst.
- a) Berechnen Sie die minimale Frequenz, bei der dies möglich ist.
- b) (Rechnen Sie mit der eben berechneten Frequenz weiter). Der Abstand des Mikrofons zur zweiten Quelle wird nun variiert, während der Abstand zur ersten Quelle beibehalten werden soll (Kreis um erste Quelle). Geben Sie den größten und den kleinsten Abstand zur Quelle 2 unter dieser Nebenbedingung für destruktive Interferenz an. Um die wievielten Minima der Intensität handelt es sich?
8. Ein blaues und ein rotes Boot fahren in ruhigem Wasser im Nordatlantik aufeinander zu. Das blaue Boot bewegt sich mit 50 km/h und das rote Boot mit 70 km/h. Das blaue Boot sendet Sonarsignale (Schallwellen in Wasser) bei 1 kHz aus, die sich mit einer Geschwindigkeit von 5470 km/h ausbreiten.
- a) Welche Signalfrequenz registriert das rote Boot?
- b) Welche Frequenz registriert das blaue Boot von den am roten Boot reflektierten Wellen?
9. Zwei Schallwellen mit gleichen Amplituden und den Frequenzen 801 Hz bzw. 799 Hz breiten sich (in Luft) in gleicher Richtung aus und überlagern sich.
- a) Wieviele verschiedene Töne sind zu hören und welche Frequenzen besitzt dieser / besitzen diese?
- b) Wieviele Perioden der resultierenden Welle passen zwischen zwei benachbarte Schwebungsminima?

Angaben:

- Schallgeschwindigkeit in Luft: $v_{Air} = 343 \frac{m}{s}$

- Kompressibilität von Luft: $\kappa_{Air} = 10^{-5} \text{Pa}^{-1}$
- Atomare Masse $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- Dichte von He bei Normaldruck $\rho_{He} = 0,179 \text{ kg m}^{-3}$