

Rechenübungen zur Experimentalphysik I

Aufgabenblatt 13 (Besprechung: ab 2022-02-09)

Aufgabe 1: Auftrieb

1. Die Wägung eines Gegenstands mit dem Volumen $V = 81 \text{ cm}^3$ mit Hilfe einer Zweischaalen-Balkenwaage ergibt $m_W = 32,8 \text{ g}$ (Masse der aufgelegten Wägestücke). Die Dichte der Wägestücke ist $\rho_W = 8,89 \text{ g cm}^{-3}$ und die Dichte der Luft $\rho_L = 1,294 \cdot 10^{-3} \text{ g cm}^{-3}$. Wie groß ist die Masse des Gegenstands?
2. Ein auf dem Wasser schwimmender Ball ($R = 16 \text{ cm}$) taucht gerade zu einem Viertel seines Radius ein. Welche Arbeit ist erforderlich um den Ball gerade unter die Wasseroberfläche zu drücken? Auf welche Höhe könnte er mit der gleichen Arbeit angehoben werden?
Hinweis: Das Volumen einer Kugelkappe ist $V(x) = \pi x^2(3R - x)/3$ mit der Kappentiefe x . Der Wasserdruck sei konstant.

Aufgabe 2: Strömung idealer Fluide

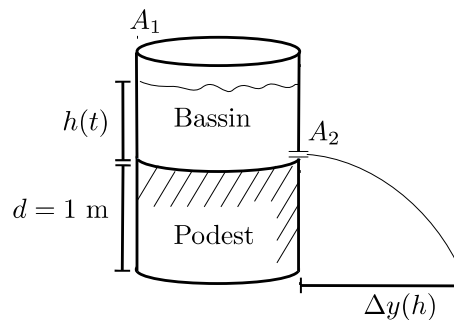
1. Die Aorta hat einen Innendurchmesser von 26 mm. Der maximale Volumenstrom des Bluts (Volumenstromstärke) I beträgt 250 mls^{-1} , der mittlere 51 min^{-1} . Wie groß sind die zugehörigen Strömungsgeschwindigkeiten?
2. Eine 1-kW Pumpe fördert Wasser aus einem Keller auf eine 5 m darüber gelegene Strasse. Mit welcher Volumenstromstärke wird der Keller geleert?
3. Durch ein Rohr von 5 cm Durchmesser strömen je Minute 162 kg Öl ($\rho = 900 \text{ kg m}^{-3}$). Das Rohr weist an einer Stelle eine Querschnittsverengung vom Durchmesser 3 cm auf. Wie groß ist die Strömungsgeschwindigkeit im Rohr und in der Verengung?
4. Durch ein Rohr, bestehend aus zwei Teilstücken mit unterschiedlichen Querschnitten, die sich in verschiedenen Höhenlagen befinden, fließt Wasser (Dichte $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$). Teilstück 1 hat den Durchmesser $D_1 = 24 \text{ cm}$, und der (statische) Druck in ihm beträgt $p_1 = 140,5 \text{ kPa}$. Im Teilstück 2 mit Durchmesser $D_2 = 17 \text{ cm}$, welches 2,5 m höher liegt, beträgt der Druck $p_2 = 110 \text{ kPa}$. Wie groß sind die Strömungsgeschwindigkeiten v_1 und v_2 in den beiden Teilstücken, und wie groß ist der Volumenstrom I durch das Rohr?

Aufgabe 3: Gleichung von Bernoulli

Ein zylindrisches Bassin mit der Grundfläche $A_1 = 1 \text{ m}^2$ ist zum Zeitpunkt t_0 bis zur Höhe $h_0 = 1 \text{ m}$ mit Wasser befüllt. Auf Bodenhöhe des Behälters befindet sich in der Wand ein

rundes Loch der Fläche $A_2 = 3 \text{ cm}^2$. Das Bassin steht auf einem Podest der Höhe $d = 1 \text{ m}$ (siehe Skizze). Benutzen Sie die Gleichung von Bernoulli für die Lösung der Aufgabe.

1. In welchem horizontalen Abstand Δy zum Behälter trifft die Flüssigkeit als Funktion der Füllhöhe h des Behälters auf den Boden auf? Geben Sie auch den expliziten Wert Δy zum Zeitpunkt t_0 an.
2. Nach welcher Zeit t nach t_0 hat sich der Behälter vollständig entleert?



Aufgabe 4: RMS Titanic

Die RMS Titanic der Reederei *White Star Line* galt bei Indienststellung am 2. April 1912 als das größte Schiff der Welt. Sie hatte eine Länge von 260 m (Länge zwischen den Loten) und eine Breite von 28 m an Deck. Das Volumen des Schiffes betrug 46.329 Brutto Register Tonnen (BRT). Die BRT ist ein früher in der Schifffahrt gebräuchliches Maß für das Gesamtvolumen eines Schiffes. Eine Registertonne RT entspricht $2,83 \text{ m}^3$. Das Schiff hatte einen maximalen Tiefgang von 10,5 m und, ohne Besatzung, eine Verdrängung von 53.147 t Wasser. Die Dichte von Wasser beträgt $\rho_W = 1 \text{ g cm}^{-3}$.

1. Welcher Anteil des Schiffsvolumens lag in leerem Zustand oberhalb des Wasserspiegels?
2. Das Schiff bot Platz für 900 Mann Besatzung, 750 Passiere in der 1. Klasse, 550 in der 2. Klasse und 1200 in der 3. Klasse. Im Vorderschiff lagen Räume für 6.000 t Zuladung.
Wie weit senkte sich das Schiff bei voller Beladung und mit allen Passagieren an Bord relativ zu seinem Leerzustand ins Wasser? Nehmen Sie für jeden Passagier eine Masse von 75 kg an und nehmen Sie an, das Schiff habe die Form eines Quaders (siehe Querschnitt unten zur Rechtfertigung dieser Annahme).
3. Am 12. April 1912 gegen 23:40 Uhr rammte die Titanic bei ihrer Jungfernfahrt auf der Linie Southampton-Cherbourg-Queenstown-New York, 300 Seemeilen südöstlich von Neufundland einen Eisberg und sank. Die Dichte von Eis beträgt $\rho_E = 0,91 \text{ g cm}^{-3}$. Welcher Anteil des Volumens des Eisbergs befand sich bei der Kollision oberhalb der Wasserlinie?

4. Das Schiff sank innerhalb von 2 Stunden und 40 Minuten, 1514 Menschen starben bei diesem Unglück. Mit welcher mittleren Geschwindigkeit drang das Wasser in das Schiff ein? Diskutieren Sie qualitativ, wie sich der Wasserstand des Atlantik durch das Sinken des Schiffs veränderte.
5. Die Leermasse des Schiffs betrug 39.380 t. Die Dichte von Stahl beträgt $\rho_S = 7,89 \text{ g cm}^{-3}$. Bestimmen Sie die Sinkgeschwindigkeit des Schiffs
6. Das Wrack der Titanic wurde am 1. September 1985 in 3.800 m Tiefe entdeckt. Welchem Druck sind die Außenwände eines U-Bootes in dieser Tiefe ausgesetzt?

