

Übungsblatt 12

Name des Übungsgruppenleiters und Gruppenbuchstabe:

Namen der bearbeitenden Gruppe:

Aufgabe 42: RMS Titanic

(6 Punkte)

Die RMS Titanic der Reederei *White Star Line* galt bei in Dienststellung am 2. April 1912 als das größte Schiff der Welt. Sie hatte eine Länge von 260 m (Länge zwischen 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 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 $\rho_W = 1 \text{ g/cm}^3$.

a)

Welcher Anteil des Schiffsvolumens lag im leeren Zustand oberhalb des Wasserspiegels?

b)

Das Schiff bot Platz für 900 Mann Besatzung, 750 Passiere in der 1. Klasse, 550 Passagiere in der 2. Klasse und 1200 Passagiere in der 3. Klasse. Im Vorderschiff lagen Räume für 6 000 t Zuladung. Wie weit senkte sich das Schiff bei voller Besatzung 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 Querschnitte unten zur Rechtfertigung dieser Annahme).

c)

Am 12. April 1912 gegen 23:40 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?

d)

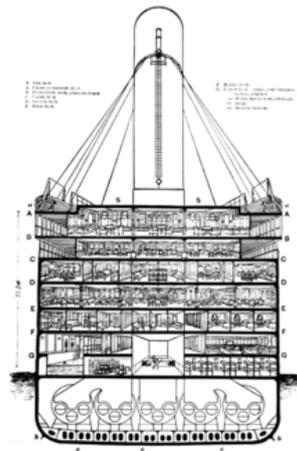
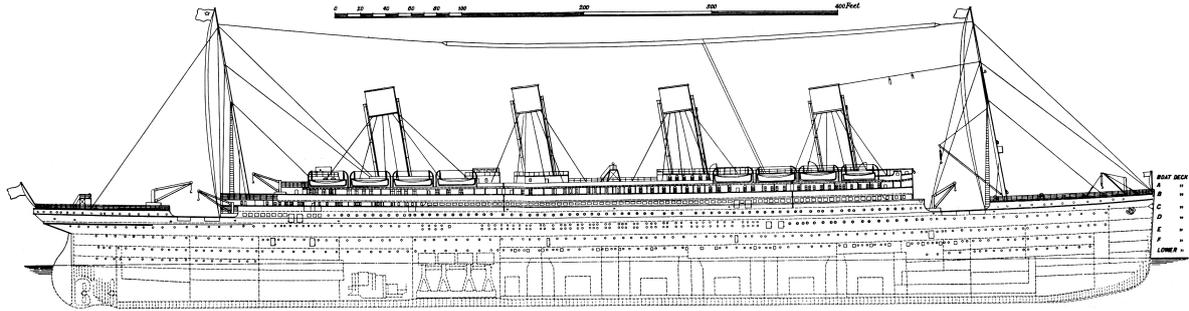
Das Schiff sank innerhalb von 2 Stunden und 40 min, 1514 Menschen starben bei diesem Unglück. Mit welcher mittleren Geschwindigkeit drang das Wasser in das Schiff ein? Diskutieren Sie qualitativ, wie sich der Wasserstand des Atlantik durch das Sinken des Schiffes veränderte.

e)

Die Leermasse des Schiffes betrug 39 380 t. Die Dichte von Stahl beträgt 7.89 g/cm^3 . Bestimmen Sie die Sinkgeschwindigkeit des Schiffes und schätzen Sie seine Sogwirkung auf Personen und Objekte in seiner Umgebung ab, nachdem es vollständig untergegangen war. Wie ist der funktionale Zusammenhang zwischen Sogwirkung und Sinktiefe?

f)

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?



Quelle: Wikipedia.

Aufgabe 43: Hydraulikpumpe

(4 Punkte)

Die in der folgenden Skizze dargestellte Vorrichtung verbindet einen schmalen Druckstempel der Fläche $A_1 = 0.01 \text{ m}^2$ über eine Leitung mit einem breiten Druckstempel der Fläche $A_2 = 1 \text{ m}^2$. Die Leitung ist mit einer Flüssigkeit, wie z.B. Öl oder Wasser gefüllt. Vernachlässigen Sie die Masse und Abmessungen der Abdeckplatten der beiden Stempel und die innere Reibung der Flüssigkeit.

a)

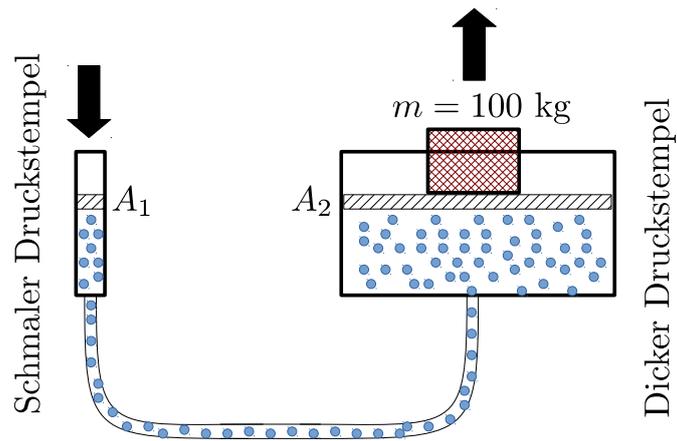
Welche Kraft muß man aufbringen, um eine Masse von $m = 100 \text{ kg}$ auf dem breiten Druckstempel in ihrer Position zu halten? Welcher Druck herrscht dabei auf die Flüssigkeit?

b)

Um welche Strecke muß man den schmalen Druckstempel bewegen, um die Masse m um 1 cm anzuheben?

c)

Beim Anheben der Masse m nimmt auch die Flüssigkeit der Hydraulik Lageenergie auf. Zeigen Sie, dass die geleistete Arbeit für infinitesimale Änderungen der Höhe h des breiten Druckstempels, beim Anheben von m unabhängig von der Flüssigkeit ist.



Aufgabe 44: Gleichung von Bernoulli

(4 Punkte)

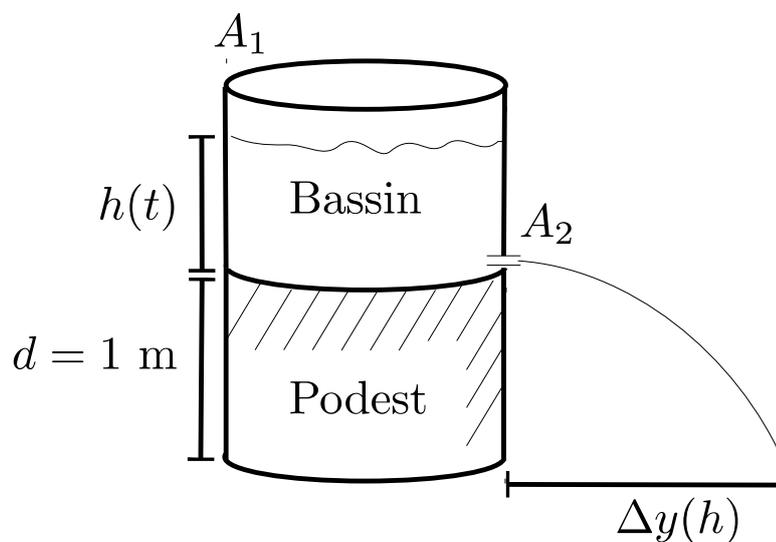
Ein zylindrisches Bassin mit der Grundfläche $A_1 = 1 \text{ m}^2$ ist zum Zeitpunkt t_0 bis zur Höhe $h_0 = 1 \text{ m}$ mit Wasser befüllt. Auf Bodenhöhe des Behältnisses befindet sich in der Wand ein rundes Loch der Fläche $A_2 = 3 \text{ cm}^2$. Das Bassin steht auf einem Podest der Höhe $d = 1 \text{ m}$ (siehe Skizze). Benutzen Sie die Gleichung von Bernoulli für die Lösung der Aufgabe.

a)

In welchem horizontalen Abstand Δy des Behältnisses trifft die Flüssigkeit auf den Boden auf? Geben Sie auch den expliziten Wert Δy zum Zeitpunkt t_0 an.

b)

Nach welcher Zeit t nach t_0 hat sich der Behälter vollständig entleert?



Aufgabe 45: Geschwindigkeitsmessung von Flüssigkeiten

(6 Punkte)

Die unten angegebene Skizze (links) zeigt ein Prandtl'sches Rohr, das man zur Messung der Geschwindigkeit von Flüssigkeiten nutzen kann. Eine Flüssigkeit der Dichte ρ wird mit dem Druck

$$p_{ges} = p + \frac{1}{2} \rho v^2$$

durch das breite Rohr U_1 gedrückt. Durch die Bewegung mit der Geschwindigkeit \vec{v} wird Flüssigkeit in das dünne Umlenkrohr U_2 gedrückt. Das Umlenkrohr ist mit Quecksilber gefüllt und erlaubt so eine Druckmessung. Es wird solange Flüssigkeit in das Rohr U_2 gedrückt, bis sich ein Gleichgewichtszustand einstellt. Den Punkt $P1$ bezeichnet man als Druckpunkt.

a)

Geben Sie den Druck in den Punkten $P1$ und $P2$ an. Bestimmen Sie aus der Differenz von $p(P1) - p(P2)$ die Geschwindigkeit der Flüssigkeit.

b)

Auch mit dem Venturischen Rohr (Skizze rechts) können Sie die Geschwindigkeit der Flüssigkeit messen. Nehmen Sie an, am Punkt $P3$ habe das Rohr den Querschnitt A_3 und am Punkt $P4$ den Querschnitt $A_4 = 0.1 \cdot A_3$. Geben Sie den Druck in den Punkten $P3$ und $P4$ an. Berechnen Sie daraus die Geschwindigkeit der Flüssigkeit.

c)

Nehmen Sie an, Sie können den Druck mit einer Unsicherheit von 5% bestimmen. Wie groß ist die Unsicherheit auf die Bestimmung von v in beiden Fällen?

