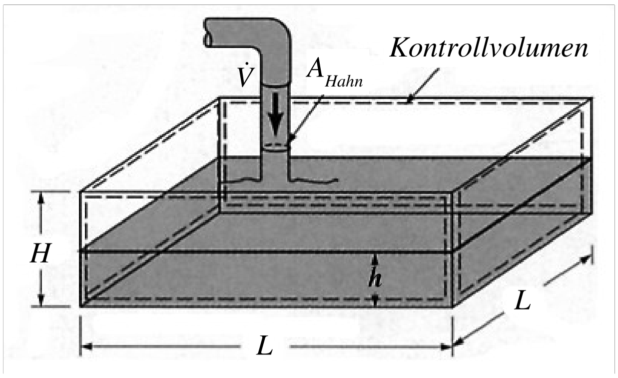
Schlüsselbeispiel 03

Ein quadratisches Becken (Seitenlänge L) wird über einen Wasserhahn (Durchmesser d) bei konstantem Volumenfluss $\dot{V}$ mit Wasser gefüllt.

Die Stromlinien der Fluidteilchen im Wasserstrahl sind näherungsweise parallel.

Gegeben:
$L = 1.5\,m$
$H = 0.5\text{m}$
$\dot{V} = 0.3375\,l/s$
$d = 0.02\text{m}$



Mit welcher Geschwindigkeit steigt der Wasserspiegel h im Becken?

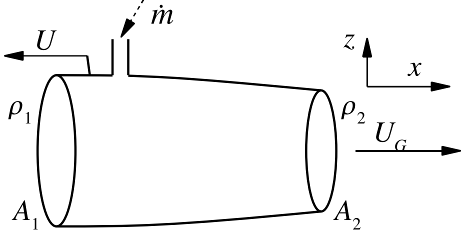
Übungsblatt 03

1. Aufgabe:

Ein Flugzeug fliegt mit der Geschwindigkeit U. Am Eintrittsquerschnitt A_1 des Strahltriebwerks beträgt die Dichte der Luft ρ_1. Aus dem Austrittsquerschnitt A_2 strömt Gas der Dichte ρ_2 mit der Geschwindigkeit U_G.

Die Geschwindigkeiten U und U_G sind konstant und relativ zum Erdboden gemessen.

Gegeben:
U = -950 km/h
$A_1 = 0.8\ \text{m}^2$
$A_2 = 0.5\ \text{m}^2$
$\rho_1 = 0.65\ \text{kg/m}^3$
$\rho_2 = 0.5\ \text{kg/m}^3$
U_G = 1050 km/h



Berechnen Sie

a) die Geschwindigkeit W der Luft und die Geschwindigkeit W_G des Gases relativ zum Strahltriebwerk, [$W = 9\text{xx}$ km/h, $W_G = 2\text{xxx}$ km/h]

b) die Masse m des Treibstoffs, die pro Stunde in das Strahltriebwerk fließt. [6xxx kg]

2. Aufgabe:

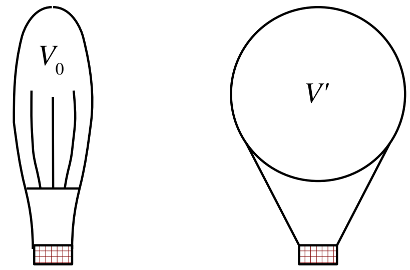
Ein Stratosphärenballon wird am Boden (Höhe z_0, Normalbedingungen für Luftdruck p_0 und Lufttemperatur T_0) nur zum Teil mit dem Traggas Wasserstoff H_2 (Dichte $\rho_{H,0}$) auf das Volumen V_0 gefüllt. Beim Aufsteigen bläht er sich aufgrund der Druckabnahme in der Atmosphäre durch Volumenszunahme der Füllung auf. Dadurch wird ein zusätzlicher Auftriebsgewinn erzielt. Ab einer bestimmten Höhe erreicht er sein maximales Volumen V'. Beim weiteren Aufsteigen bis zur Höhe z_{max} bleibt sein Volumen dann konstant.

Die Atmosphäre werde als ideales Gas mit konstanter spezifischer Gaskonstante R und polytroper Schichtung angenommen.

<u>Hinweis</u>:

Die Masse des Ballons inklusive Traggas bleibt unabhängig von der Höhe z stets konstant. Der Ballon behält seine Höhe, wenn er z_{max} erreicht hat.

Gegeben:
$p_0 = 101325$ Ps
$T_0 = 288.15$ K
$R = 287.0\ \mathrm{J\,kg^{-1}\,K^{-1}}$
$z_0 = 0$ m
$z_{max} = 11$ km
$\rho_{H,0} = 0.087\ \mathrm{kg/m^3}$
$V_0 = 450\ \mathrm{m^3}$
$V' = 1400\ \mathrm{m^3}$
$g = 9.81\ \mathrm{m/s^2}$



am Boden — in großer Höhe

Berechnen Sie:

a) die Höhe H_0 der gleichförmigen Atmosphäre, [8xxx m]

b) den Polytropenkoeffizienten n, wenn bei vollkommen ruhiger Atmosphäre die Temperaturabnahme 6.5° C pro 1000 m beträgt, [1.x]

c) die Temperatur T_{max}, den Druck p_{max} und die Dichte ρ_{max} der Luft in der Höhe z_{max},
[T_{max} = 2xx K, p_{max} = 2xxxx Pa, ρ_{max} = 0.3x kg/m³]

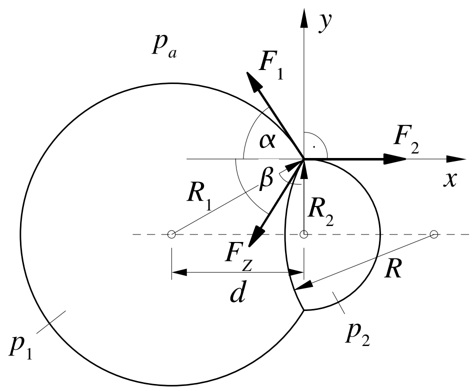
d) die vom Ballon maximal hebbare Masse m_{Last} (inklusive Ballon*hülle*), wenn der Ballon die Höhe z_{max} erreichen soll. [4xx kg]

3. Aufgabe:

Zwei Seifenblasen (Radien R_1 und R_2, Oberflächenspannung σ) bilden ein Konglomerat. Ihre Innenräume sind durch eine Seifenfilmhaut von einander getrennt.

Der Einfluss der Schwerkraft ist vernachlässigbar.

Gegeben:
$R_1 = 0.04$ m
$R_2 = 0.02$ m
$\sigma = 0.04$ N/m



Bestimmen Sie

a) die Druckdifferenzen $p_1 - p_a$ und $p_2 - p_a$, sowie den Radius R der Zwischenseifenhaut,
[$p_1 - p_a$ = 4.x Pa, $p_2 - p_a$ = 8.x Pa, R = 0.0x m]

b) Beweisen Sie durch Rechnung, dass $\alpha = \beta = \pi/3$,