

Name:	Vorname:.....	Aufgabe (Punkte)
Matr.-Nr.:.....	HS I / HS II / IP / WI	1).....
Beurteilung:.....	Platz-Nr.:	2).....
		3).....
		4).....
		5).....
		6).....

KLAUSUR STRÖMUNGSLEHRE

Studium Maschinenbau

und

Wirtschaftsingenieurwesen
(neue Diplomprüfungsordnung vom 03.09.1996)
Prüfungsfach: Fluid- und Thermodynamik

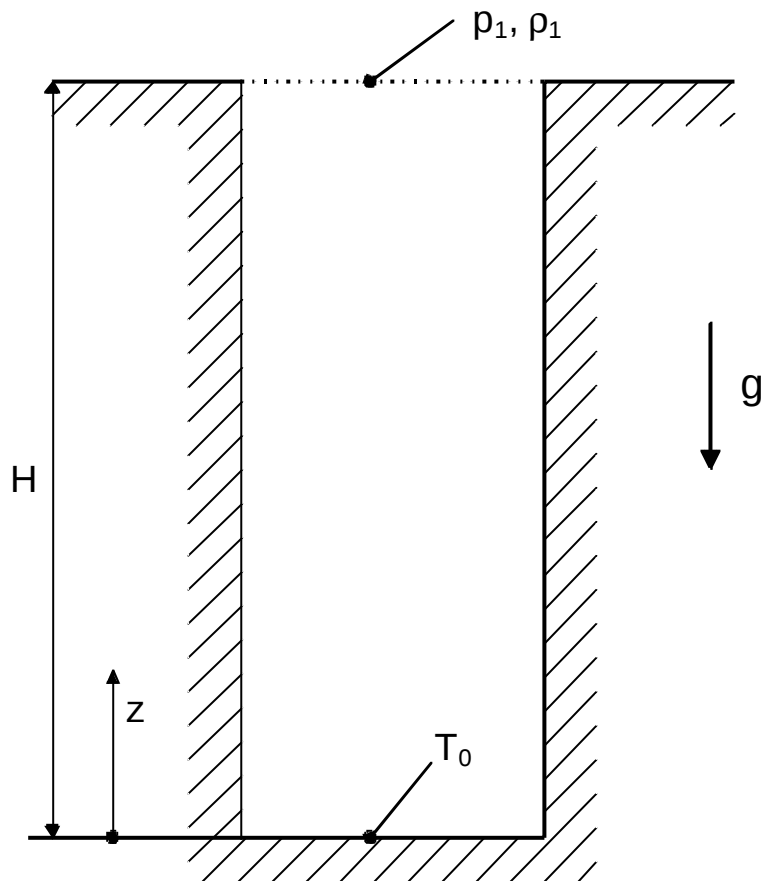
Aufgabe 1:**(12 Punkte)**

In einem offenen, vertikal nach unten führenden Schacht mit der Tiefe H befindet sich ruhende Luft (ideales Gas), deren Temperatur gegeben ist durch $T(z) = T_0 \cdot (1 - \beta \cdot z)$ mit $\beta = \text{konst.} > 0$ (s.Abb.).

Bei $z = H$ seien der Druck p_1 und die Dichte ρ_1 gegeben.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen den Luftdruck im Schacht als Funktion von z .

Gegeben sind: H, β, p_1, ρ_1, g .



Aufgabe 2:**(10 Punkte)**

In einem unendlich ausgedehnten, ruhenden Newtonschen Medium (konst. Dichte ρ_M ; konst. kinematische Zähigkeit ν) sinkt eine Kugel (Durchmesser D ; Dichte ρ_K ; $\rho_K > \rho_M$) unter dem Einfluss der Erdschwere g mit konstanter Geschwindigkeit U vertikal nach unten.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen die Sinkgeschwindigkeit U der Kugel.

Gegeben sind: $D = 0,5 \text{ mm}$; $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; $\nu = 2,5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$;

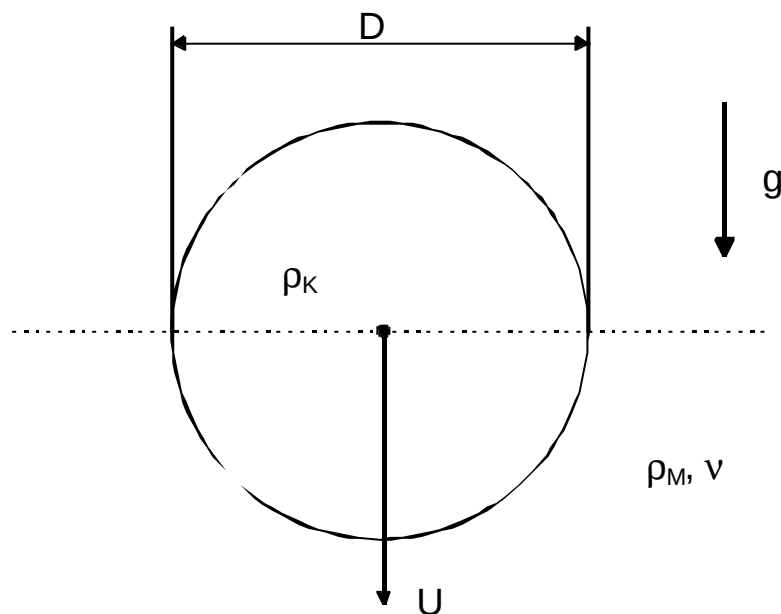
$$\rho_M = 1 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \quad \rho_K = 2,8 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Hinweis:

Unter der Voraussetzung schleichender Strömung ($Re \leq 1$) verwende man für den Widerstandsbeiwert c_W der Kugel die sog. Stokessche Formel:

$$c_W = \frac{24}{Re}.$$

Man prüfe anhand des Ergebnisses nach, ob die Voraussetzung für schleichende Strömung ($Re \leq 1$) erfüllt ist.



Aufgabe 3:**(24 Punkte)**

Zwei vertikale, im Abstand s parallel zueinander stehende Platten werden mit der konstanten Geschwindigkeit U_1 bzw. U_2 (wobei $U_1 > U_2$) nach oben gezogen (s.Abb.). Im Spalt zwischen den Platten befindet sich ein inkompressibles Newtonsches Medium (Dichte ρ ; dynamische Zähigkeit μ). Das Medium steht unter dem Einfluss der Erdschwere g , und der Druck im Medium sei konstant.

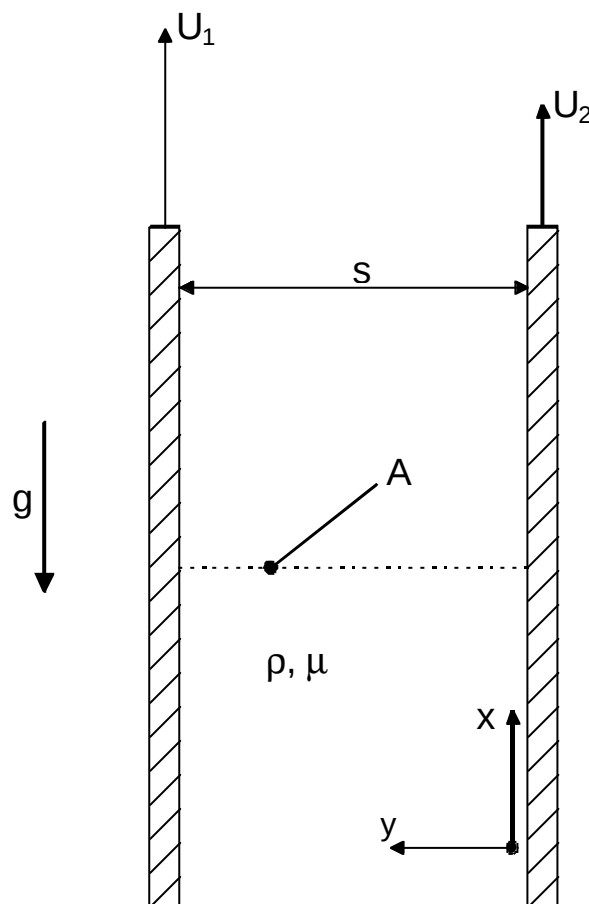
Unter der Voraussetzung einer ebenen, stationären und voll ausgebildeten, laminaren Strömung des Mediums bestimme man in Abhängigkeit gegebener Größen

- wie groß die Geschwindigkeit U_1 der linken Platte sein muss, wenn keine Schubspannung vom strömenden Medium auf die rechte Platte übertragen werden soll,
- welcher zugehörige Volumenstrom $\dot{V}$ durch eine ortsfeste Kontrollfläche $A = s \cdot b$ (b = Tiefe senkrecht zur Zeichenebene) tritt.

Gegeben sind: U_2, s, b, ρ, μ, g .

Hinweis:

Man verwende das in der Abb. eingezeichnete ortsfeste Koordinatensystem.



Aufgabe 4:**(20 Punkte)**

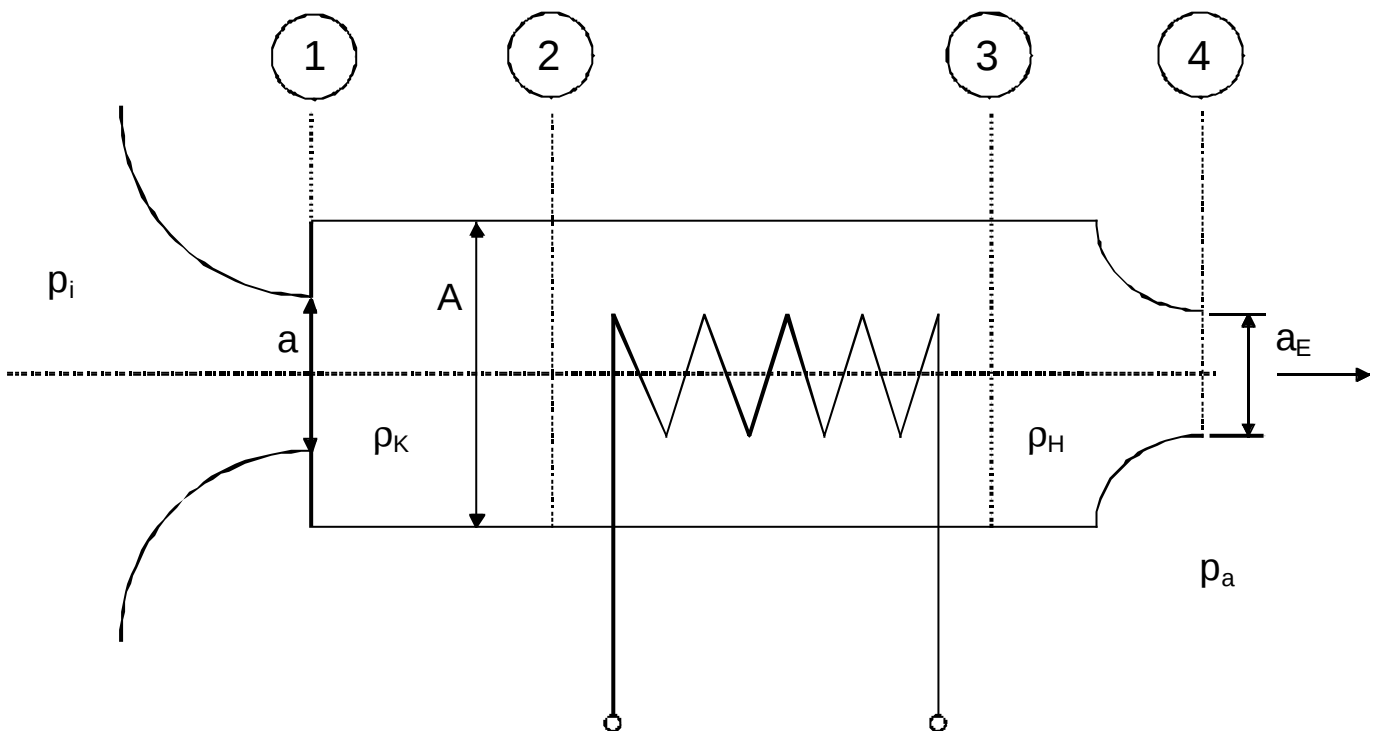
Aus einem großen Behälter mit dem konstanten Innendruck p strömt Luft stationär durch ein Rohr, dessen Querschnitt sich bei 2 unstetig von a auf A erweitert (s. Abb.). Bei der anschließenden Aufheizung der strömenden Luft wird deren Dichte vom Wert ρ_K bei 2 auf den Wert ρ_H bei 3 abgesenkt. Der Druckverlustbeiwert in diesem Bereich

$$\zeta_{Hz} = \frac{p_2 - p_3}{\frac{\rho_K}{2} \cdot c_2^2}$$

sei bekannt. Die Luft tritt schließlich bei 4 als Freistrahл mit der Querschnittsfläche a_E in die Umgebung mit dem konstanten Außendruck p_a aus. Bei 1 , 2 und 3 sei die Geschwindigkeit jeweils konstant über den Querschnitt. Abgesehen von dem Bereich 2 bis 3 sei die Dichte jeweils konstant. Die Strömung im Behälter nach 1 und von 3 nach 4 sei reibungsfrei.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen, wie groß der Behälterdruck p_i sein muss, damit sich ein vorgegebener Massenstrom $\dot{m}$ einstellt.

Gegeben sind: $a, A, a_E, \rho_K, \rho_H, \zeta_{Hz}, p_a, \dot{m}$



Aufgabe 5:**(15 Punkte)**

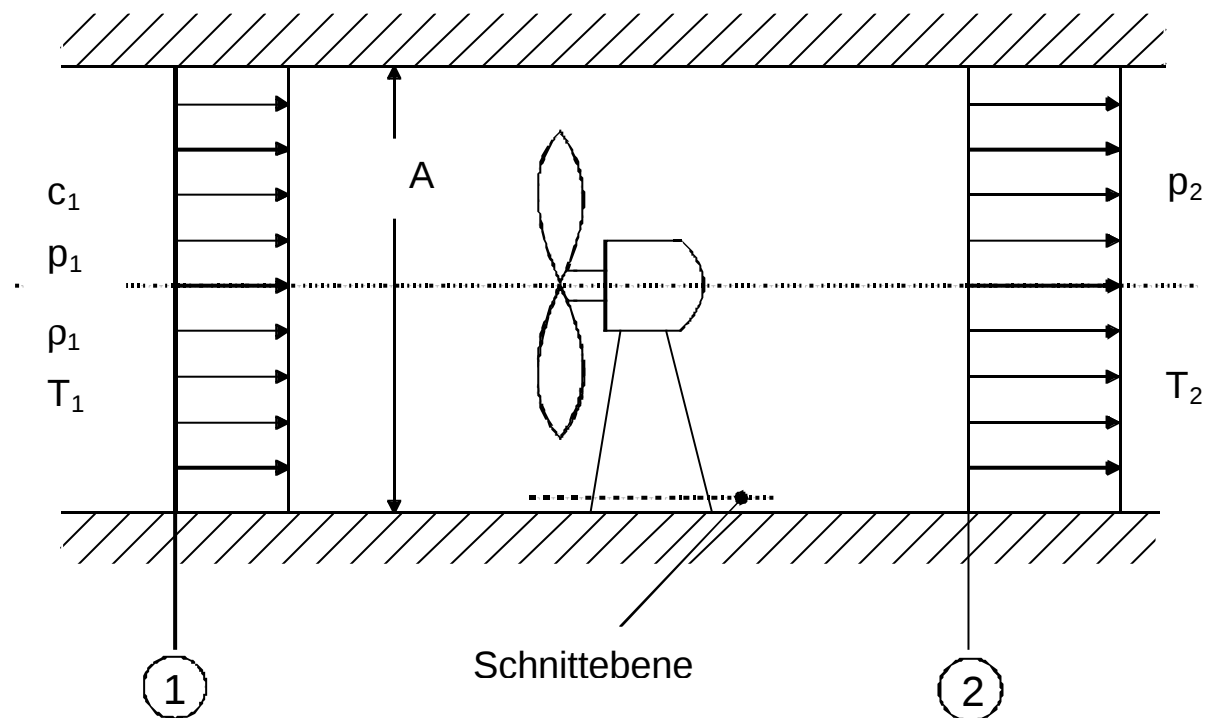
Ein Propeller fördert Luft durch ein Kreisrohr mit konstantem Querschnitt A . Bei 1 vor dem Propeller seien der Druck p_1 , die Dichte ρ_1 , die Temperatur T_1 und die Geschwindigkeit c_1 bekannt. In einiger Entfernung hinter dem Propeller bei 2 seien der Druck p_2 und die Temperatur T_2 bekannt.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen die zur Rohrachse parallele Komponente der Haltekraft, die in der skizzierten Schnittebene am oberen Teil des Sockels angreift (s. Abb.).

Gegeben sind: A , p_1 , ρ_1 , T_1 , c_1 , p_2 , T_2 .

Hinweis:

Die Luft ist als ideales Gas anzusehen; die Wandreibung im Rohr kann vernachlässigt werden. Bei 1 und 2 seien die Geschwindigkeiten jeweils konstant über den Querschnitt und stationär.



Aufgabe 6:**(18 Punkte)**

Ein geschlossener Behälter mit dem konstanten Querschnitt A und der Höhe H schwimmt in Wasser (Dichte ρ_2). Über dem Wasser herrscht der konstante Atmosphärendruck p_a . Im Innern des Behälters befindet sich Öl (Dichte ρ_1 ; $\rho_1 < \rho_2$) sowie Luft, die unter dem Druck p_{i0} steht und deren Gewicht vernachlässigt werden kann. (s. Abb.1). Das Eigengewicht des leeren Behälters sei G_K und seine Wandstärke sei vernachlässigbar dünn.

a) Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen die Eintauchtiefe t_0 des Behälters.

Der Druck der Luft im **geschlossenen** Behälter sei gleich dem Atmosphärendruck: $p_{i0} = p_a$. Im Boden des Behälters wird nun eine Klappe geöffnet, so dass Wasser in das Innere des Behälters einströmt, wodurch die eingeschlossene Luft auf den Druck p_i komprimiert wird. Dadurch taucht der Behälter tiefer ein. Im neuen Gleichgewichtszustand sei die Höhe des eingedrungenen Wassers h_2 und die neue Eintauchtiefe sei t (s. Abb.2).

b) Unter der Annahme isothermer Zustandsänderung der Luft berechne man die Eintauchtiefe t in Abhängigkeit gegebener Größen.

Gegeben sind: A , H , ρ_1 , ρ_2 , g (=Erdbeschleunigung), h_1 , p_a , G_K .

