

**Prüfungsklausur**  
 28.09.2005

Name:.....  
 Vorname:.....  
 Matr.-Nr:.....  
 Studiengang:.....  
 Seminargruppe:.....  
 Studienjahr:.....  
 Anzahl der Blätter:.....

**Fragen (20 Punkte)**

**1. Frage (2 Punkte):**

Was verstehen Sie unter dem Begriff „Hydraulisch Glatt“

**2. Frage (2 Punkte):**

Wie sind die Reynoldszahl und Eulerzahl definiert? Was drücken sie aus?

**3. Frage (3 Punkte)**

Erläutern Sie die charakteristischen Bereiche des Moody-Colebrook-Diagrammes

**4. Frage (4 Punkte)**

Ist das Strömungsfeld  $\vec{v} = 2x_1 \cdot \vec{e}_1 + 3x_2^3 \cdot \vec{e}_2 - (2 + 9x_2^2)x_3 \cdot \vec{e}_3$  quellfrei?

Belegen Sie Ihre Aussage durch eine Rechnung!

**5. Frage (2 Punkte)**

Was versteht man unter dem kritischen Zustand einer Strömung?

**6. Frage (2 Punkte)**

Auf welche Weise kann eine Überschallströmung in einem Windkanal erzeugt werden?  
 Nennen Sie die notwendigen Voraussetzungen.

**7. Frage (2 Punkte)**

Ein Flugzeug hat den Beobachter überflogen, ohne dass dieser das Flugzeug momentan akustisch wahrnehmen kann. Erklären Sie den Sachverhalt!

**8. Frage (3 Punkte)**

Unter welchen Voraussetzungen und aus welcher Grundgleichung ergibt sich die Bernoulli-Gleichung?

**Hinweise:**

**- Die Beantwortung der Fragen ist auf einem gesonderten Blatt vorzunehmen**

**Aufgaben** (80 Punkte)**1. Aufgabe** (15 Punkte)

Vorgegeben ist das Geschwindigkeitsfeld

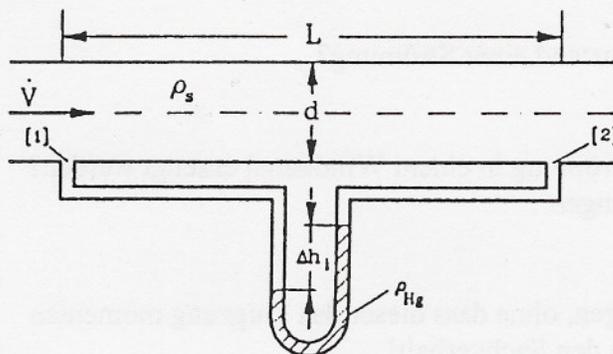
$$v_1 = a \cdot x_1, \quad a > 0, \text{ reell}$$

$$v_2 = -a \cdot x_2$$

einer ebenen Strömung.

Gesucht:

- Wie lauten die Gleichungen der Strom- und Bahnlinie, die durch den Punkt mit den Koordinaten  $(x_{01}; x_{02})$  gehen?  
*Hinweis: Das betrachtete Fluidteilchen, dessen Bahn gesucht wird, befindet sich zum Zeitpunkt  $t = 0$  in  $(x_{01}, x_{02})$ .*
- Um welche Strömung handelt es sich?
- Skizzieren Sie das Strömungsfeld!

**2. Aufgabe** (20 Punkte)

Eine salzhaltige Flüssigkeit (Dichte  $\rho_s$ ) bildet beim Durchfluss einer sehr langen Rohrleitung an den Wänden Kristallablagerungen, wodurch diese rau werden. Um das Kristallwachstum zu überwachen, werden an den Stellen [1] und [2] die Schenkel eines Manometers (Messflüssigkeitsdichte  $\rho_{Hg}$ ) angeschlossen. In gleichen Zeitabständen werden die Spiegeldifferenzen  $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3$  gemessen.

(Hinweis: Das Messrohr ist bis zur Quecksilberoberfläche mit der salzhaltigen Flüssigkeit gefüllt.)

Gesucht:

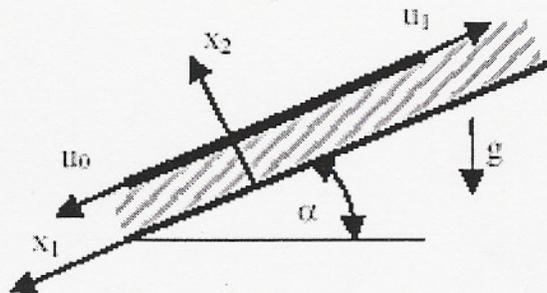
- Wie groß sind die auftretenden Druckunterschiede  $\Delta p_i$  ( $\Delta h_i$ )?
- Bestimmen Sie auftretende Druckverlustziffern  $\zeta_i$  ( $\Delta h_i$ )!
- Bestimmen Sie die zu den gemessenen Spiegeldifferenzen gehörenden mittleren Kristallhöhen (Rauigkeit  $k$ )!

Gegeben:

$$L = 10 \text{ m}; \quad d = 1 \text{ m}; \quad \dot{V} = 4,3 \text{ m}^3/\text{s}; \quad \rho_s = 1184 \text{ kg/m}^3; \quad \eta_s = 0,01296 \text{ kg}/(\text{ms}); \quad \rho_{Hg} = 13550 \text{ kg/m}^3; \\ \Delta h_1 = 41,68 \text{ mm}; \quad \Delta h_2 = 64,00 \text{ mm}; \quad \Delta h_3 = 95,08 \text{ mm}; \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

### 3. Aufgabe (25 Punkte)

Bestimmen Sie in unten skizzierter Strömung das Geschwindigkeitsprofil innerhalb der zwischen den Platten befindlichen Flüssigkeit. Hierbei soll einmal die obere Platte in positive ( $u_0$ ) und einmal in negative ( $u_1$ )  $x_1$ -Richtung bewegt werden, die untere Platte bleibt fest. Bestimmen Sie diejenige Plattengeschwindigkeit, bei der gerade kein Austrag der Flüssigkeit erfolgt.



Gegeben:

$$\begin{aligned} \eta &= 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ Ns/m}^2 \\ \alpha &= 18^\circ \\ g &= 9,81 \text{ m/s}^2 \\ h &= 10^{-4} \text{ m} \quad (\text{Spalthöhe}) \\ b &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

### 4. Aufgabe (20 Punkte)

In einem großen Druckluftkessel entsteht ein  $1 \text{ cm}^2$  großes Leck.

Gegeben:

$$\begin{aligned} \text{im Kessel: } p_0 &= 3 \text{ bar;} & T_0 &= 298 \text{ K;} \\ \text{Umgebung: } p_a &= 1 \text{ bar;} & \kappa &= 1,4 \\ \text{Spezielle Gaskonstante: } R &= 287 \text{ J/(kgK);} \end{aligned}$$

Gesucht:

Leckmengenstrom  $m$  (kg/s)