

Name: ..... Vorname: .....  
Matr.-Nr.: ..... HS I / HS II / IP / WI  
Beurteilung: ..... Platz-Nr.: .....

Aufgabe  
**(Punkte)**  
1) .....  
2) .....  
3) .....  
4) .....  
5) .....  
6) .....

## KLAUSUR STRÖMUNGSLEHRE

**Studium Maschinenbau**

**und**

**Wirtschaftsingenieurwesen**

### **Aufgabe 1:**

#### **Frage 1: (0,5 Punkte)**

In welchem Fall erhöht die Wandrauhigkeit bei turbulenter Rohrströmung den Druckverlust?

- a) In keinem Fall. ( )
- b) Wenn die Rauigkeitserhebungen aus der laminaren Unterschicht herausragen. ( )
- c) In jedem Fall. ( )

#### **Frage 2: (0,5 Punkte)**

Wie verhält sich der Gesamtwiderstand einer Kugel in einer reibungsbehafteten Parallelströmung beim Übergang von unterkritischer zu überkritischer Anströmung?

- a) Er nimmt zu. ( )
- b) Er bleibt konstant. ( )
- c) Er nimmt ab. ( )

Zutreffendes bitte mit ( **X** ) kenntlich machen!

**Aufgabe 2:** (3 Punkte)

Ein großer kreiszylindrischer Behälter (Innendurchmesser  $D$ ) ist mit Wasser (Dichte  $\rho_1$ ) gefüllt. Auf der Wasseroberfläche schwimmt ein kleinerer, kreiszylindrischer Behälter (Innendurchmesser  $d$ ) mit vernachlässigbar kleinem Gewicht und vernachlässigbarer Wandstärke, der bis zur Höhe  $h$  mit Quecksilber (Dichte  $\rho_2$ ) gefüllt ist. In dieser Situation steht das Wasser bis zur Höhe  $H_1$  über dem Boden des großen Behälters (s. Abb. a)).

Schüttet man das Quecksilber aus dem kleinen in den großen Behälter und entfernt den leeren kleinen Behälter, so sinkt das Quecksilber auf den Boden des großen Behälters und die Wasseroberfläche steht in der Höhe  $H_2$  über dem Boden (s. Abb. b)).

Man berechne die Höhendifferenz  $\Delta H = H_1 - H_2$  in Abhängigkeit von den gegebenen Größen.

Gegeben sind:  $D, d, h, \rho_1, \rho_2$ .

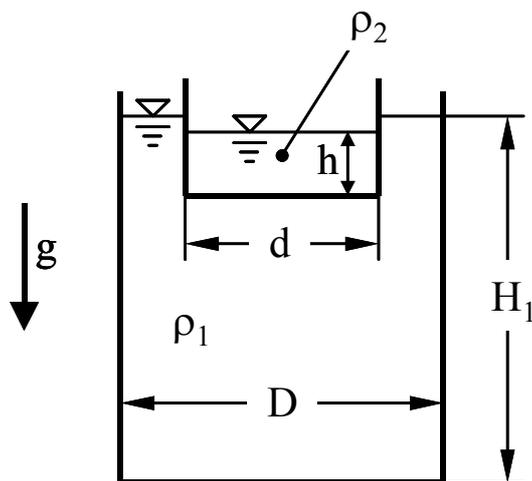


Abb. a)

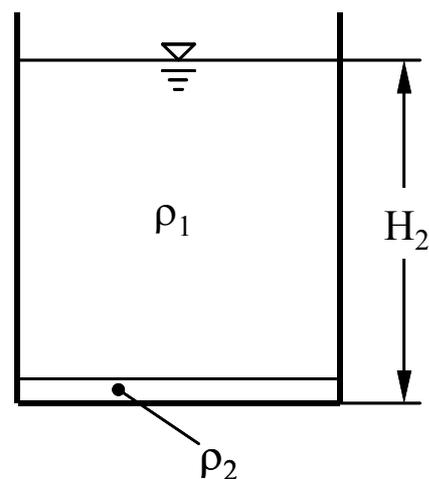


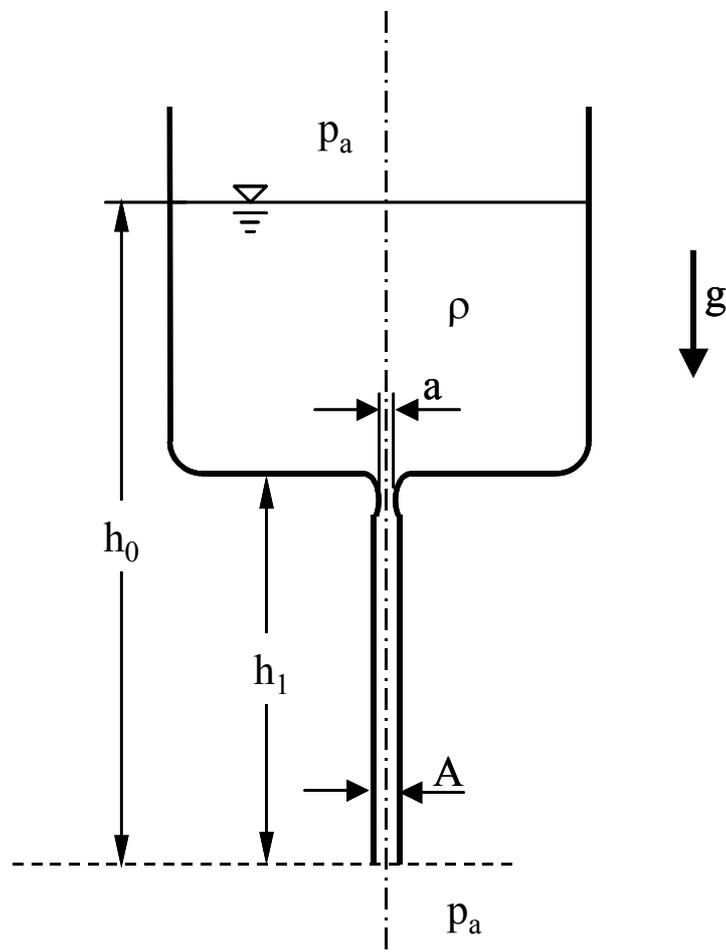
Abb. b)

**Aufgabe 3:** (3,5 Punkte)

Aus einem großen, offenen Behälter läuft eine inkompressible Flüssigkeit (Dichte  $\rho$ ) reibungsfrei unter dem Einfluß der Erdschwere durch ein vertikales Rohr mit dem Querschnitt  $A$  als Freistrahlin in die umgebende Atmosphäre (Druck  $p_a$ ) aus (s.Abb.). Im Einlauf in der Höhe  $h_1$  hat das Rohr einen verengten Querschnitt  $a$ .

- Nach der Stromfadentheorie gebe man an, wie groß das Querschnittsverhältnis  $a/A$  mindestens sein muß, damit der Dampfdruck  $p_D$  des Wassers nicht in dem durchströmten System unterschritten wird (Kavitation).
- Man skizziere qualitativ den Verlauf des statischen Druckes längs der in der Abb. angegebenen Symmetrielinie.

Gegeben sind:  $h_0$ ,  $h_1$ ,  $A$ ,  $\rho$ ,  $p_D$ ,  $p_a$ ,  $g$ .



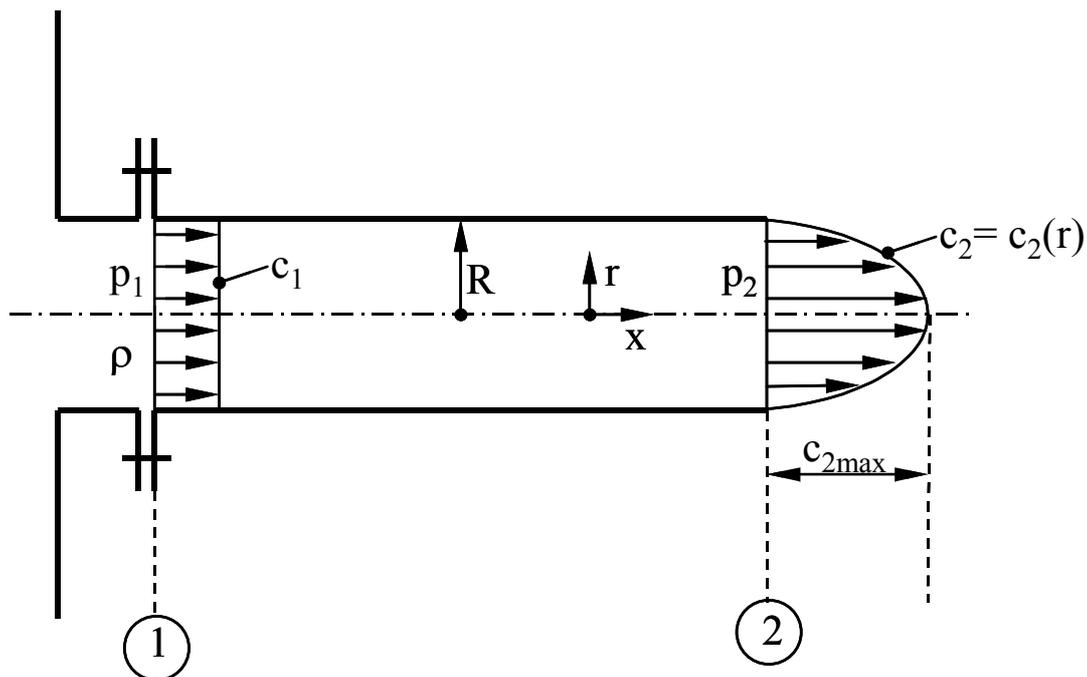
**Aufgabe 4:****(3,5 Punkte)**

An den Austrittsstutzen eines Kessels ist ein Kreisrohr mit horizontaler Achse und dem Innenradius  $R$  angeflanscht, durch das stationär ein inkompressibles Medium (Dichte  $\rho$ ) strömt (s. Abb.). Im Eintrittsquerschnitt (1) sei die Geschwindigkeit  $c_1$  konstant über den ganzen Querschnitt. Im Austrittsquerschnitt (2) habe die Geschwindigkeit  $c_2$  das Profil einer ausgebildeten, laminaren Rohrströmung. Die Drücke  $p_1$  und  $p_2$  in den Querschnitten (1) und (2) seien bekannt und gegeben.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen

- die Geschwindigkeitsverteilung  $c_2(r)$  und den Maximalwert  $c_{2\max}$  im Querschnitt (2),
- die Haltekraft  $\vec{F}_H$  nach Größe und Richtung, mit der das linke Rohrende am Flansch gehalten werden muß.

Gegeben sind:  $R, c_1, p_1, p_2, \rho$ .



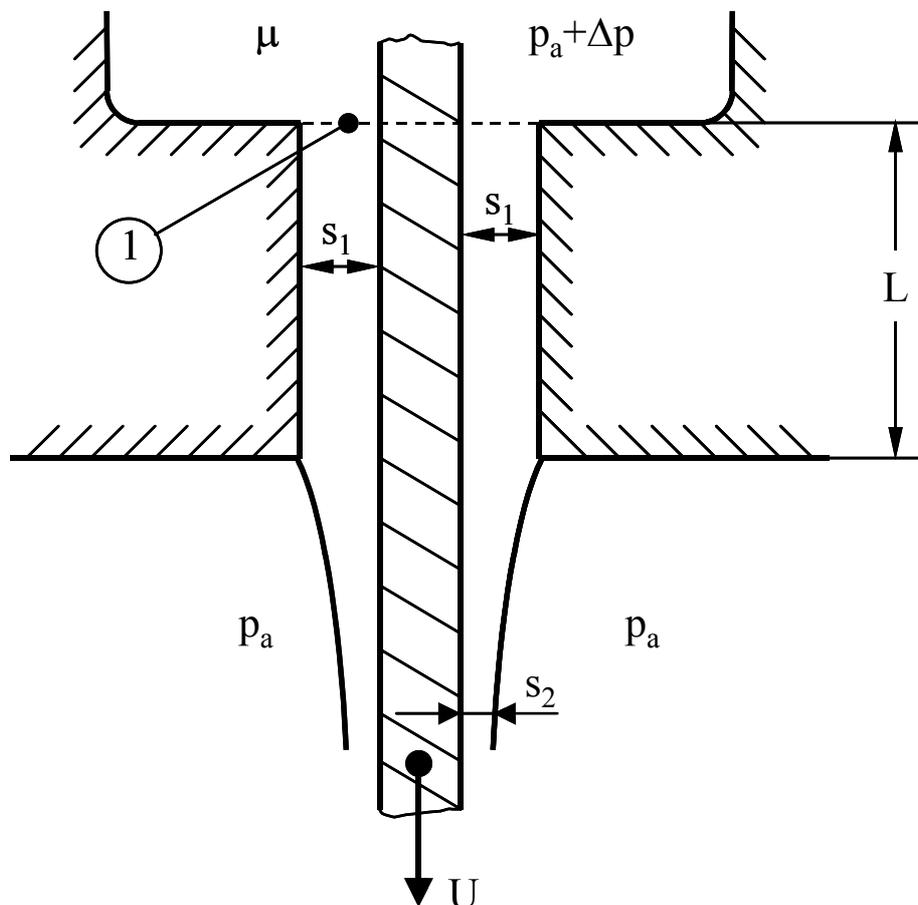
**Aufgabe 5:****(5 Punkte)**

Eine ebene Platte wird mit konstanter Geschwindigkeit  $U$  so durch einen Spalt gezogen, dass sich auf jeder Plattenseite ein schmaler Spalt mit der Spaltweite  $s_1$  und der Länge  $L$  bildet. Durch diese Spalte fließt erhitzter Kunststoff (inkompressibles Newtonsches Medium mit der dynamischen Zähigkeit  $\mu$ ) unter dem Einfluß des Überdruckes  $p_a + \Delta p$  in der Vorkammer und der Schleppwirkung der Platte (s.Abb.). Die Kunststoffströmung sei stationär, laminar und über die ganze Länge  $L$  ausgebildet. Nach Austritt aus dem Spalt in die umgebende Atmosphäre mit dem konstanten Außendruck  $p_a$  ändert sich die Schichtdicke durch Ausgleich des Geschwindigkeitsprofils bis auf den Endwert  $s_2$ , der dann erreicht ist, wenn die Geschwindigkeit in der Kunststoffschicht gleich der Plattengeschwindigkeit  $U$  ist.

Man bestimme unter Vernachlässigung der Erdschwere in Abhängigkeit gegebener Größen, welcher Überdruck  $\Delta p$  in der Vorkammer herrschen muß, damit sich eine Schichtdicke von

$s_2 = \frac{2}{3} \cdot s_1$  einstellt. Hierbei kann vorausgesetzt werden, dass der Druck am Spalteinlauf bei (1) gleich  $p_a + \Delta p$  ist.

Gegeben sind:  $U, \mu, L, s_1, s_2 = \frac{2}{3} \cdot s_1$ .



**Aufgabe 6:** (4 Punkte)

Ein Kessel ist bis zur Höhe  $h_1$  mit einer Flüssigkeit (Dichte  $\rho_1$ ) gefüllt. Über der Oberfläche dieser Flüssigkeit befindet sich ein ideales Gas mit dem Druck  $p_{i0}$  und der Temperatur  $T_{i0}$ . Eine rechteckförmige Öffnung in der vertikalen Kesselwand mit der Höhe  $a$  und der Breite  $b$  wird durch eine Platte  $P$  abgedeckt, die um die Achse  $A$  drehbar gelagert ist (s. Abb.). Die Platte wird von einer im Abstand  $a$  vom Drehpunkt  $A$  horizontal wirkenden Federkraft  $F_F$  gegen die Dichtkante  $D$  gedrückt und trennt so die Kesselflüssigkeit von einer zweiten Flüssigkeit (Dichte  $\rho_2$ ), die bis zur Höhe  $h_2$  in einem angeschlossenen Behälter steht und über deren Oberfläche der Umgebungsdruck  $p_a$  wirkt.

Durch Wärmeeinstrahlung erhöhe sich die Temperatur des im Kessel eingeschlossenen Gases bei konstantem Gasvolumen. Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen den kritischen Wert  $T_{krit.}$  der Gastemperatur, bei dem die Platte gerade nicht mehr an der Dichtkante  $D$  angedrückt wird, so daß Kesselflüssigkeit in den angrenzenden Behälter ausfließen kann.

Gegeben sind:  $h_0, h_1, h_2, \rho_1, \rho_2, a, b, p_{i0}, T_{i0}, p_a, F_F, g.$

