

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

Aufgabe
(Punkte)
Frage
Aufg. 1).....
Aufg. 2).....
Aufg. 3).....
Aufg. 4).....
Aufg. 5).....

KLAUSUR STRÖMUNGSLEHRE

Studium Maschinenbau

und

Wirtschaftsingenieurwesen

Frage:

(1,5 Punkte)

Welche Bedingungen sind im Ablösepunkt der Grenzschicht an stetig gekrümmten Konturen erfüllt? (x-Richtung in Strömungsrichtung entlang der Wand, y-Richtung senkrecht von der Wand weg)

$$u = 0 \quad (\quad)$$

$$v = 0 \quad (\quad)$$

$$\tau_w = 0 \quad (\quad)$$

$$\frac{dp}{dx} < 0 \quad (\quad)$$

Zutreffendes bitte mit (X) kenntlich machen!

Aufgabe 1:

(1,5 Punkte)

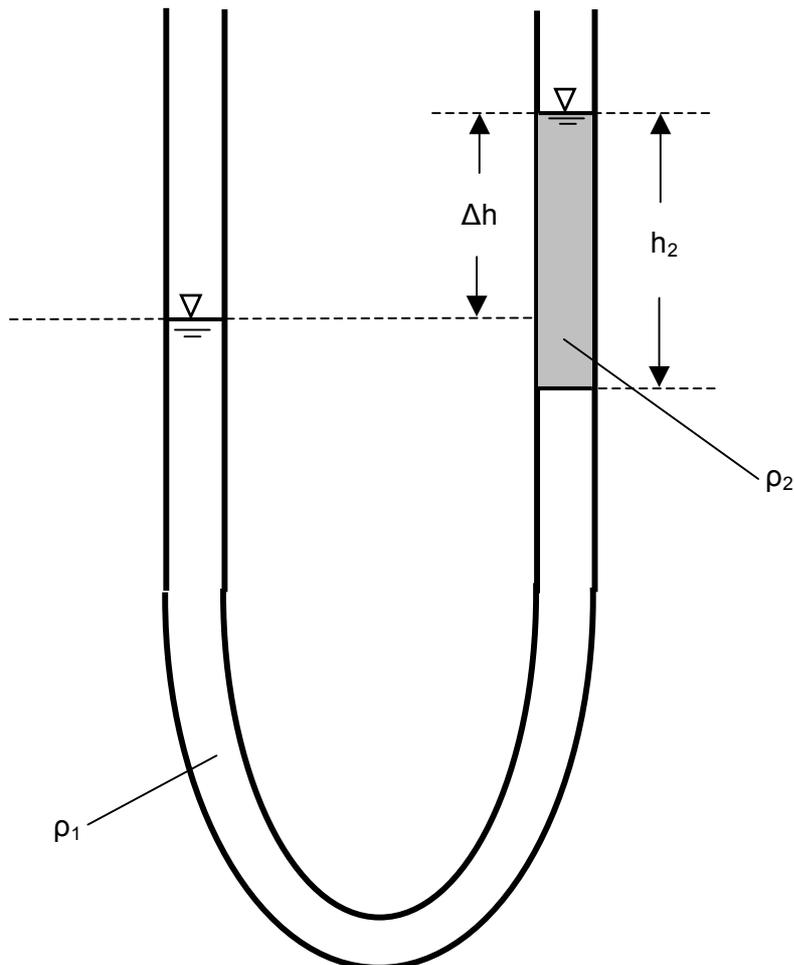
In einem U-Rohrmanometer, dessen beide Schenkel oben offen sind, befinden sich zwei nicht-mischbare Newtonsche Flüssigkeiten (Dichten ρ_1 , ρ_2), so daß die in der Abb. eingezeichnete Meniskendifferenz Δh entsteht.

- a) Man berechne in Abhängigkeit gegebener Größen die Dichte ρ_2 .
b) Welche der folgenden Aussagen ist richtig? (Bitte ankreuzen)

- $\rho_1 > \rho_2$ ()
 $\rho_1 < \rho_2$ ()
 $\rho_1 = \rho_2$ ()

Gegeben sind: ρ_1 , Δh , h_2 .

p_a



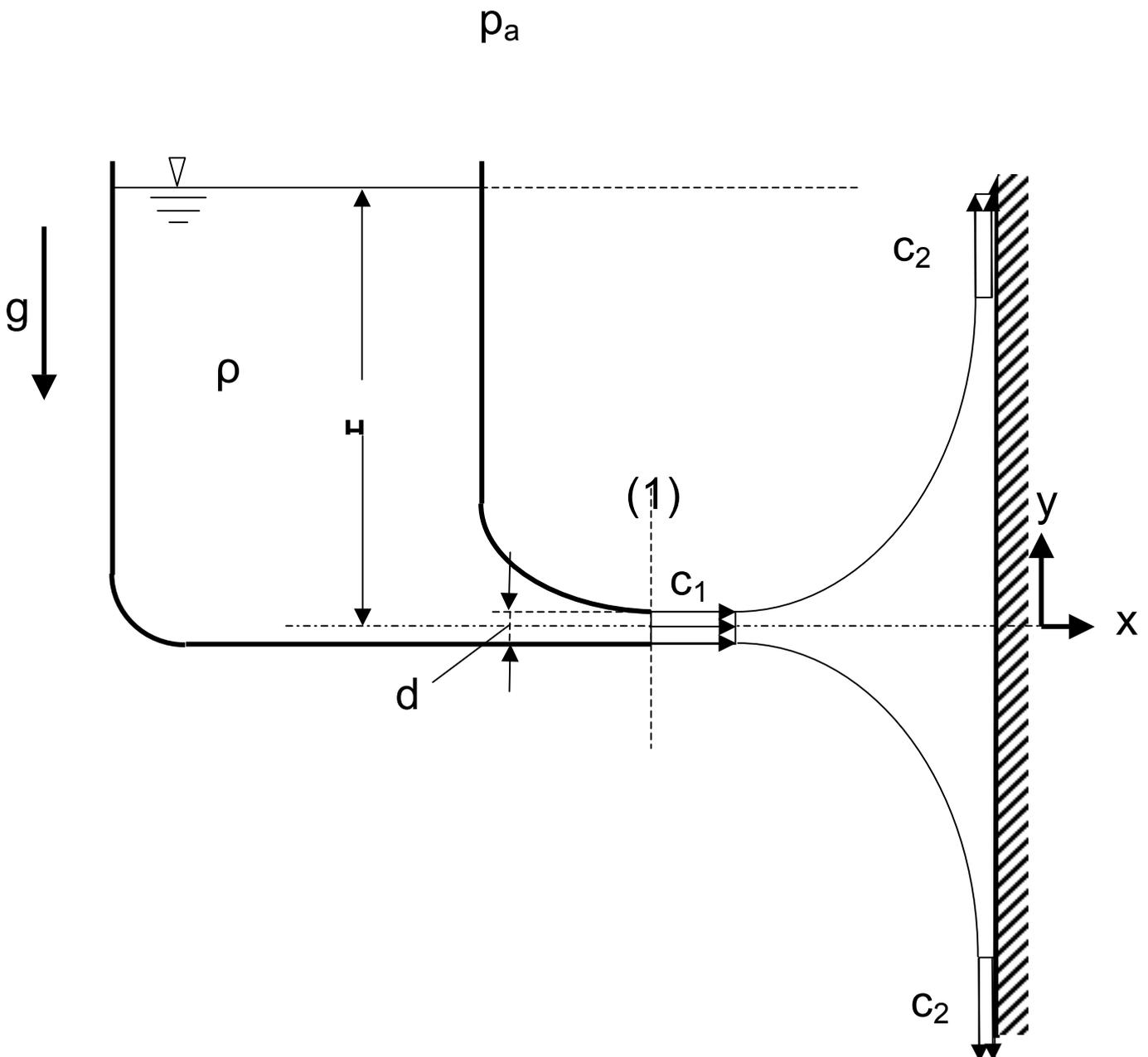
Aufgabe 2:**(2,5 Punkte)**

Ein Wasserstrahl (Dichte ρ), der über eine Düse mit kreisförmigem Querschnitt (Durchmesser d_1) horizontal aus einem großen Behälter austritt, trifft senkrecht auf eine feststehende Wand (s. Abb.). Dort wird er um jeweils 90° umgelenkt und strömt parallel mit einer Geschwindigkeit c_2 zur Wand ab. Die Austrittsdüse bei (1) befindet sich im Abstand H unterhalb der Wasseroberfläche im großen Behälter. Wegen der geringen Verluste in der Austrittsdüse kann die Austrittsgeschwindigkeit c_1 bei (1) als konstant über den ganzen Austrittsquerschnitt angesehen werden.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen

- die Austrittsgeschwindigkeit c_1 , mit der der Wasserstrahl aus der Düse austritt, und
- die Kraft F , die nur der Strahl auf die feststehende Wand ausübt.

Gegeben sind: d_1 , ρ , H , g .



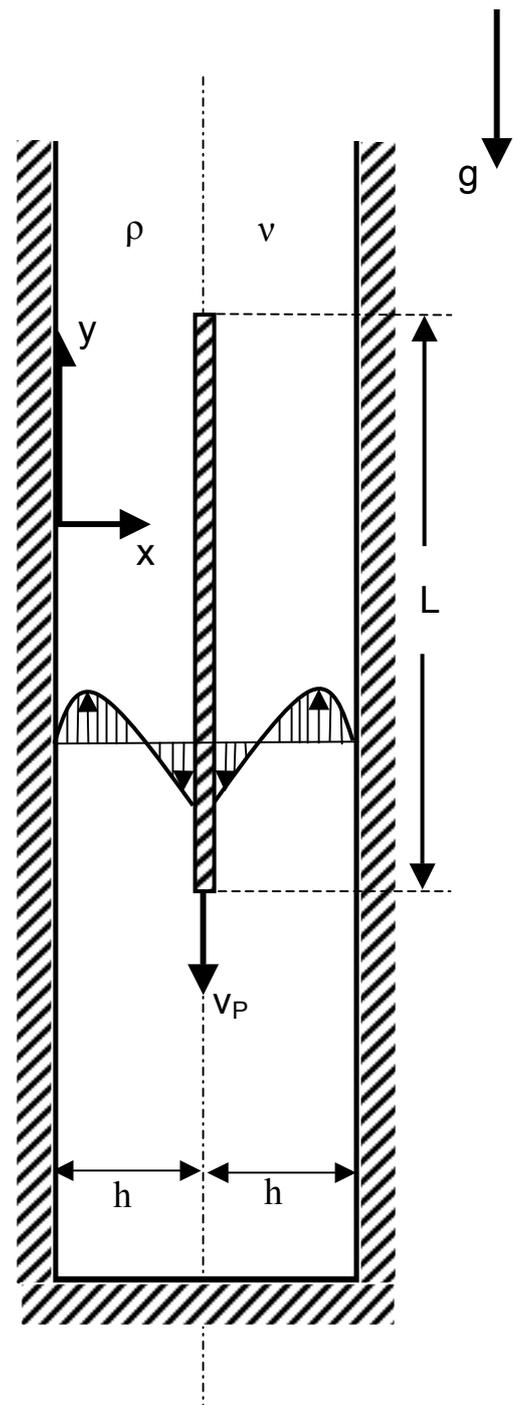
Aufgabe 3:**(6 Punkte)**

In einem vertikalen Spalt der Breite $2 \cdot h$, der unten geschlossen und mit Öl gefüllt ist (Newtonsches Medium mit konstanter Dichte ρ und kinematischer Zähigkeit ν), wird eine Platte mit der Breite b (senkrecht zur Zeichenebene), der Länge L und vernachlässigbarer Dicke mit konstanter Geschwindigkeit v_P so eingeführt, daß sie sich stets in der Mitte des Spaltes befindet (s. Abb.). Durch die Schleppwirkung der Platte wird in deren Nachbarschaft Öl abwärts transportiert. Aus Kontinuitätsgründen muß dann im restlichen Teil des Spaltes eine entsprechende Menge Öl aufwärts strömen, so daß sich das in der Abb. skizzierte Geschwindigkeitsprofil $v(x)$ ergibt. Wegen $h \ll L$ kann näherungsweise vorausgesetzt werden, daß sich das Geschwindigkeitsprofil in vertikaler Richtung über die ganze Länge L nicht ändert.

Unter der Annahme laminarer, ebener Spaltströmung bestimme man in Abhängigkeit gegebener Größen:

- den Druckgradienten $\frac{dp}{dy}$, der sich im Spalt einstellt,
- die Reibkraft \vec{F}_R , die das Öl auf die Platte ausübt, nach Größe und Richtung.

Gegeben sind: $\rho, \nu, h, v_P, b, L, g$.



Aufgabe 4:

(4 Punkte)

Ein langer Kreiszyylinder, dessen Achse senkrecht zur Zeichenebene steht, wird von einem reibungsbehafteten, inkompressiblen Medium (Dichte ρ) stationär und parallel angeströmt. Durch Grenzschichtablösung bildet sich nach dem Dickenmaximum auf der Rückseite des Zylinders ein sog. Totwasser- oder Nachlaufgebiet aus (s.Abb.). Die Strömung außerhalb der Grenzschicht und außerhalb des Totwassergebietes kann in guter Näherung als reibungsfrei angesehen werden. Am Zylinderumfang sind zwei Druckanbohrungen angebracht (s.Abb.):

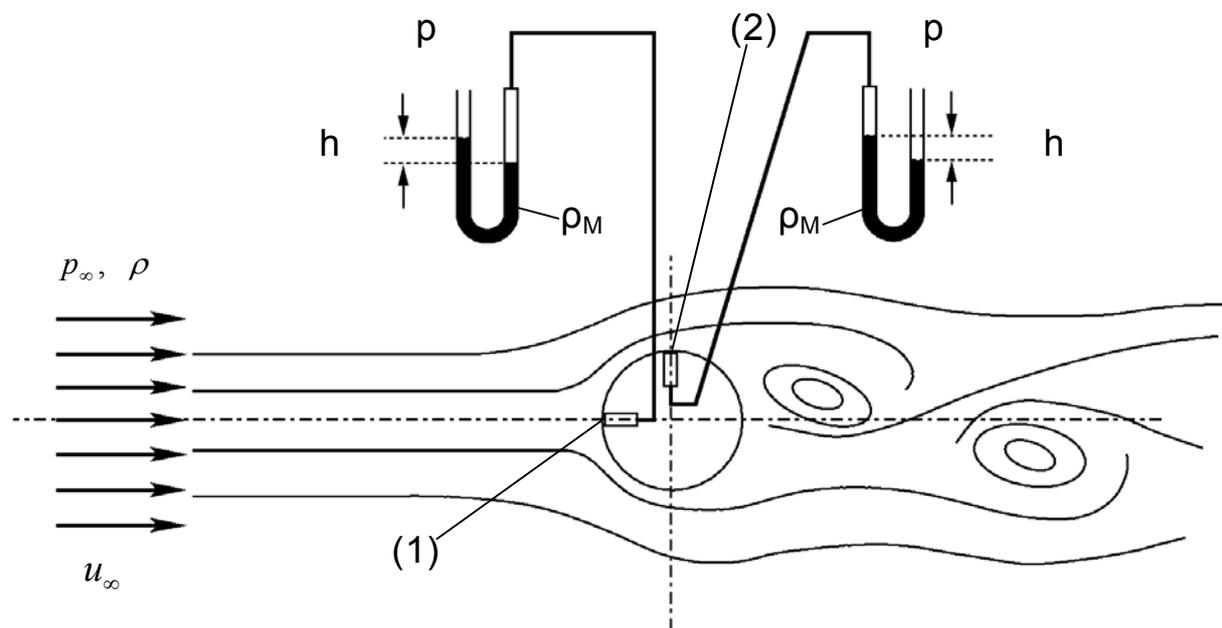
Die Bohrung (1) liegt im Staupunkt des Zylinders, die zweite Bohrung (2) liegt um 90° versetzt dazu. Beide Bohrungen sind mit U-Rohrmanometern verbunden, deren Meßflüssigkeit die Dichte ρ_M hat. Auf den freien Schenkel der Manometer wirkt jeweils der Außendruck p_a . Bei der Messung zeigen die Manometer die Höhen h_1 und h_2 an (s.Abb.).

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen:

- den statischen Druck p_2 an der Stelle (2),
 - den Gesamtdruck p_{ges} der ungestörten Parallelanströmung,
 - die Anströmgeschwindigkeit u_∞ , und
 - die Geschwindigkeit c_2 am Grenzschichttrand bei (2).
- e) Ist der Widerstand des Zylinders bei der realen Umströmung größer, kleiner oder gleich demjenigen bei reibungsfreier Umströmung? Man begründe die Antwort!

Gegeben sind:

$$p_\infty, \rho, \rho_M, h_1, h_2, g, p_a.$$



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

Aus einem großen, offenen Behälter mit konstanter Spiegelhöhe strömt eine Flüssigkeit (Newtonsches Medium, Dichte ρ , kinematische Zähigkeit ν) stationär über eine Leitung (Länge L_1 , Durchmesser D) durch einen Strömungsfilter (SF) (kreisförmiger Eintrittsquerschnitt bei (2) mit dem Durchmesser D) und tritt über ein Rohr mit der Länge L_2 (Durchmesser D) bei (4) mit dem gemessenen Volumenstrom \dot{V} in die Umgebung aus (s.Abb.). Die Leitung von der Länge L_1 enthält einen 90° -Krümmer mit dem Druckverlustbeiwert ζ_{KR} ; die Leitung von der Länge L_2 ein Drosselventil mit dem Druckverlustbeiwert ζ_{DR} . Über dem Flüssigkeitsspiegel bei (0) und in der Umgebung des Austrittsstutzen bei (4), herrsche der konstante Umgebungsdruck. Es kann näherungsweise vorausgesetzt werden, daß die Strömung von (0) bis zum Leitungsanfang bei (1) reibungsfrei ist und daß über die gesamten Längen L_1 und L_2 der Leitungen eine ausgebildete Strömung vorliegt.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen den Druckverlustbeiwert des Strömungsfilters

$$\zeta_{SF} = \frac{p_2 - p_3}{\frac{\rho}{2} \cdot c_{mD}^2}$$

Gegeben sind:
 $m^3 \cdot s^{-1}$.

$h, L_1, L_2, \zeta_{KR}, \zeta_{DR}, g, D = 0,04m, \nu = 4 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot s^{-1}, \dot{V} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-5}$

