

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:

(1 Punkt)

Welche der folgenden Bedingungen ist bzw. sind hinreichend dafür, dass in einer Strömung die Stromlinien mit den Teilchenbahnen übereinstimmen?

- Das strömende Medium ist inkompressibel
- Das strömende Medium ist reibungsfrei
- Die Strömung ist zweidimensional
- Die Strömung ist stationär
- Die Strömung ist laminar

Zutreffendes bitte ankreuzen!

Aufgabe 2:**(3 Punkte)**

Ein Behälter mit zwei vertikalen Röhren vom Querschnitt A ist mit einer inkompressiblen Flüssigkeit (Dichte ρ) gefüllt (s. Abb. a)). Das linke Rohr ist an seinem oberen Ende offen und steht mit dem umgebenden Atmosphärendruck p_a in Verbindung, das rechte Rohr ist oben verschlossen und enthält in seinem oberen Teil eine Luftsäule der Höhe L .

- a) Wie groß ist der Druck p_{L0} der eingeschlossenen Luft, wenn die Menisken in beiden Röhren auf der Höhe H stehen (s. Abb. a))?
- b) In das linke Rohr wird nun zusätzlich ein Flüssigkeitsvolumen V mit der Dichte ρ_1 (mit $\rho_1 < \rho$) gegossen, so dass in beiden Röhren die Menisken ansteigen (s. Abb. b)). Es wird vorausgesetzt, dass sich die beiden Flüssigkeiten nicht vermischen. Wie groß ist die Höhe h_2 , um die der Meniskus im rechten Rohr ansteigt, wenn die Luft als ideales Gas und ihre Zustandsänderung als isotherm angesehen wird?

Gegeben sind: $H, L, A, V, \rho, \rho_1, p_a, g$.

Hinweis: Als Lösung von b) genügt die Angabe einer Gleichung, in der außer der Höhe h_2 nur noch gegebene Größen auftreten. Das Gewicht der Luftsäule ist vernachlässigbar klein.

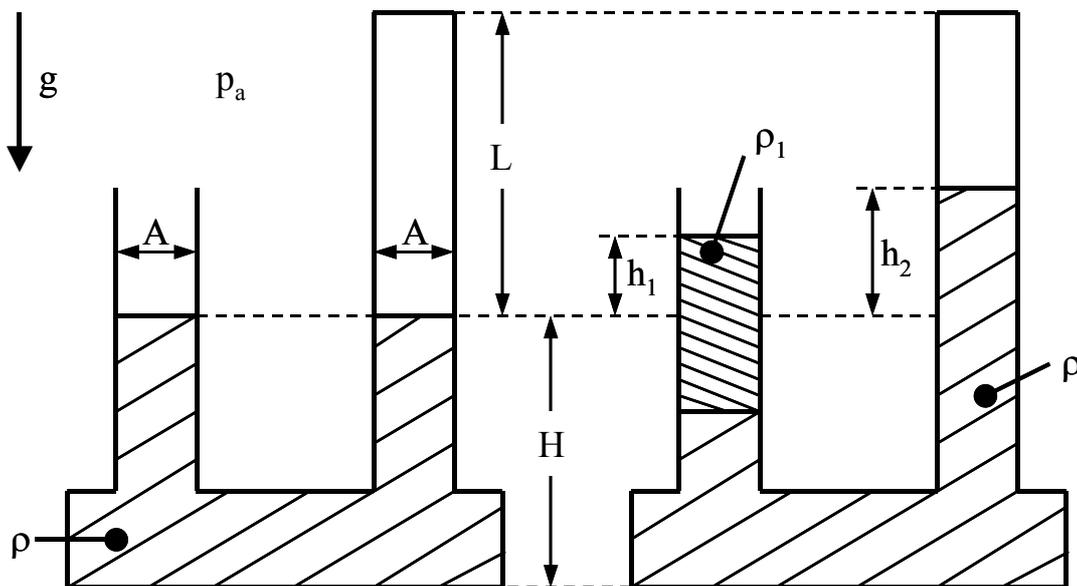


Abb. a)

Abb. b)

Aufgabe 3:**(5 Punkte)**

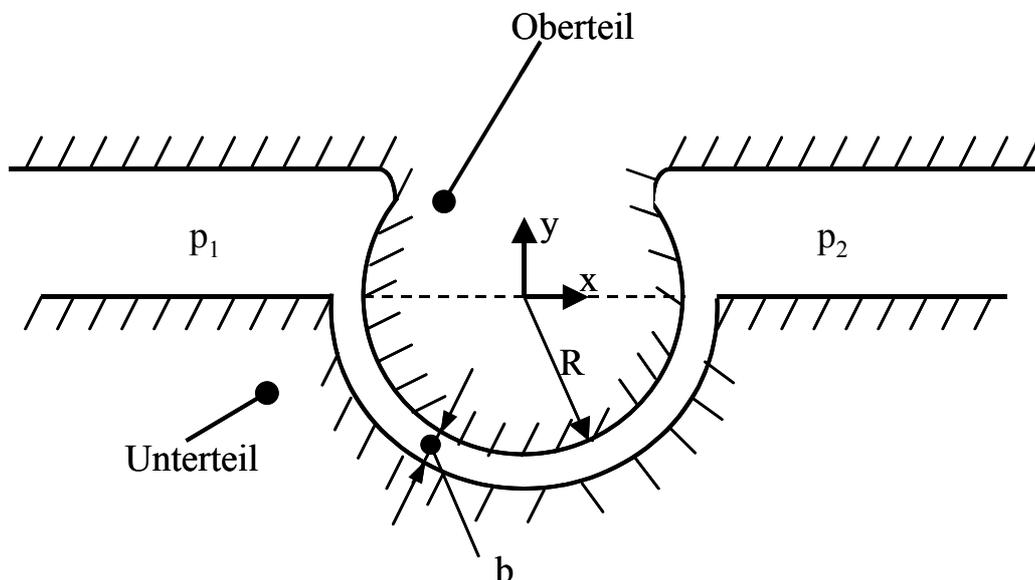
Zwischen einer oberen Platte mit teilweise zylindrischer Oberfläche (Radius R) und einer entsprechenden unteren Platte mit zylindrischer Vertiefung befindet sich ein Spalt mit der konstanten Breite b und der Tiefe t (senkrecht zur Zeichenebene). Durch diesen Spalt strömt eine Newtonsche Flüssigkeit (kinematische Zähigkeit ν , Dichte ρ) aus der linken Kammer (Druck p_1) in die rechte Kammer (Druck $p_2 < p_1$) (s. Abb.).

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen:

- den Volumenstrom \dot{V} durch den Spalt,
- den statischen Druck p im Spalt und die Wandschubspannung τ_w am Oberteil,
- man bestimme die Komponenten F_x und F_y der Kraft \vec{F} , die von der Flüssigkeit im gekrümmten Spalt auf das Oberteil ausgeübt wird.

Gegeben sind: $R, b, t, \nu, \rho, p_1, p_2$.

Hinweis: Wegen $b \ll R$ kann angenommen werden, dass die Strömung im gekrümmten Spalt gleich der voll ausgebildeten, laminaren Strömung zwischen zwei geraden, parallelen Platten sei. Am Beginn des Spaltes herrsche der Druck p_1 , an seinem Ende der Druck p_2 . Der Einfluss der Schwerkraft kann vernachlässigt werden.



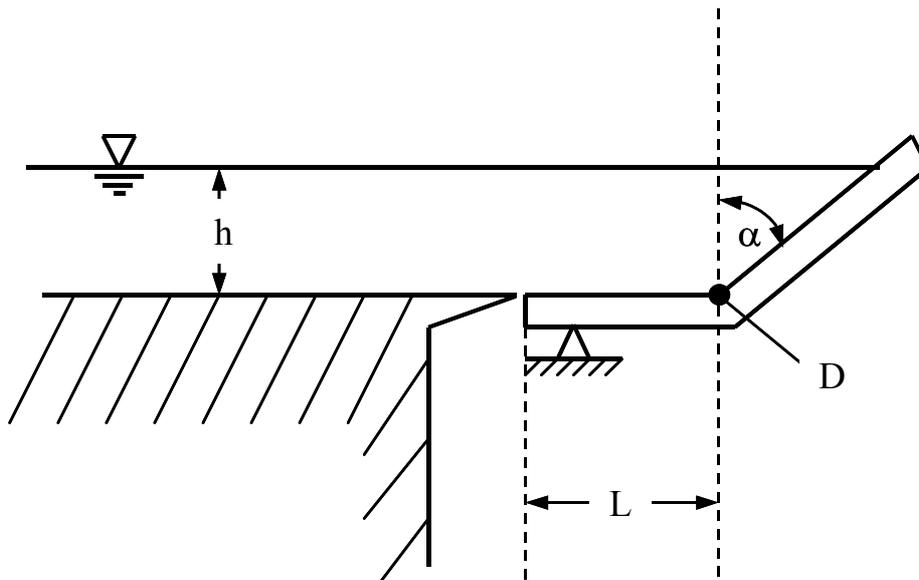
Aufgabe 4:

(3 Punkte)

Ruhendes Wasser wird am Ende eines Kanals von einem um den Punkt D drehbaren Wehr abgeschlossen, dessen linke Wand (Länge L) horizontal liegt, während die rechte Wand um den Winkel α gegen die Vertikale geneigt ist (s. Abb.). Beide Wände haben dieselbe Breite (senkrecht zur Zeichenebene), auf ihre Rückseiten wirkt der Umgebungsdruck.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen, bei welcher Spiegelhöhe h das vom Wasser auf das Wehr ausgeübte Moment zu Null wird.

Gegeben sind: L, α .



Aufgabe 5:**(4 Punkte)**

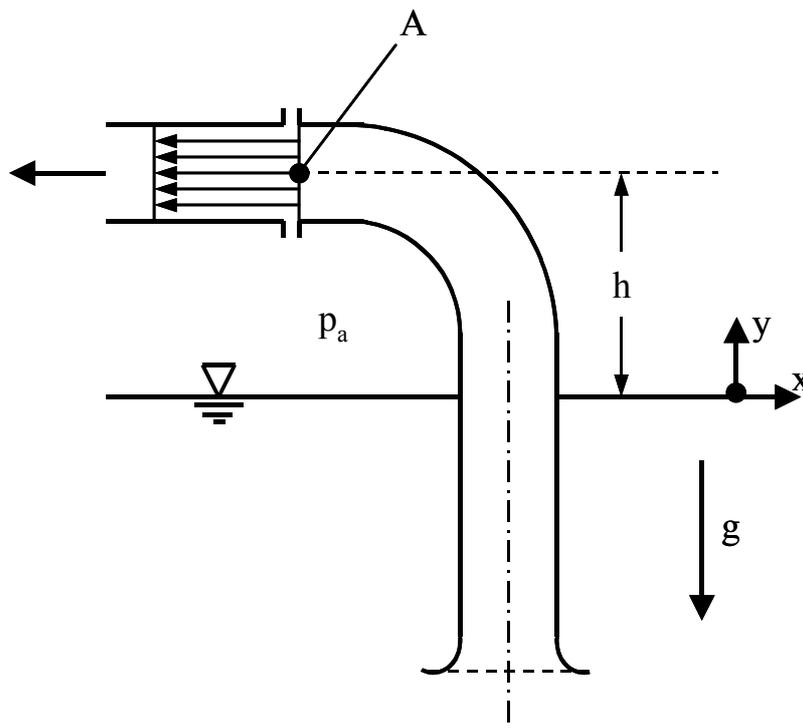
Aus einem großen Reservoir mit konstanter Spiegelhöhe wird Wasser (Dichte ρ) mit dem Volumenstrom \dot{V} über einen um 90° gekrümmten Ansaugstutzen mit dem Querschnitt A in ein Rohr, dessen horizontale Achse im Abstand h über dem Wasserspiegel liegt, gesaugt (s. Abb.). In der Atmosphäre über dem Wasserspiegel herrsche der konstante Druck p_a .

Unter der Voraussetzung stationärer, reibungsfreier Strömung und unter Berücksichtigung der Erdbeschleunigung g bestimme man in Abhängigkeit gegebener Größen:

- den statischen Druck p_1 im Querschnitt A,
- die Horizontalkomponente F_{Hx} der Haltekraft, die am Ansaugstutzen angreifen muss, damit dieser im Gleichgewicht ist.

Gegeben sind: $A, h, \dot{V}, \rho, g, p_a$.

Hinweis: Druck und Geschwindigkeit in A sind als konstant über den ganzen Querschnitt anzusehen.



Aufgabe 6:**(4 Punkte)**

Ein Zylinder mit kreisförmigem Querschnitt (Durchmesser D) wird durch einen reibungsfrei gleitenden, völlig abdichtenden und gewichtslosen Kolben abgeschlossen (s. Abb.). Durch ein Kreisrohr mit glatter Innenwand (Länge L , Durchmesser d) wird Öl (Newtonsche Flüssigkeit mit der Dichte ρ und der kinematischen Zähigkeit ν) in den Zylinder gedrückt, so dass sich der Kolben mit konstanter Geschwindigkeit w nach oben bewegt.

Man bestimme mit den gegebenen Zahlenwerten:

- den Druck p_3 auf der Unterseite des Kolbens, wenn auf der Oberseite eine Kraft F und der Außendruck p_a wirken, und wenn vorausgesetzt wird, dass p_3 konstant über dem Querschnitt ist,
- den volumetrischen Mittelwert c_m der Geschwindigkeit des Öles im Rohr, der notwendig ist, damit sich der Kolben mit der konstanten Geschwindigkeit w bewegt,
- die Reynolds-Zahl im Rohr,
- den Druck p_1 am Rohranfang bei 1 unter der Voraussetzung, dass die Rohrströmung auf der ganzen Länge L voll ausgebildet ist, und dass der Druck p_2 am Rohrende bei 2 näherungsweise gleich dem Druck p_3 an der Kolbenunterseite ist.

Gegeben sind: $p_a = 10^4 \text{ kp/m}^2$; $F = 500 \text{ kp}$; $D = 0,2 \text{ m}$; $d = 0,02 \text{ m}$; $L = 10 \text{ m}$;
 $w = 0,02 \text{ m/s}$; $\nu = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; $\rho = 0,95 \cdot 10^2 \text{ kp} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$.

