

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

KLAUSUR STRÖMUNGSLEHRE

Blockprüfung für

Maschinenbau

und

Wirtschaftsingenieurwesen

(3 Stunden)

Aufgabe 1:**(3 Punkte)**

Über eine Rohrleitung wird Luft mit der konstanten Geschwindigkeit u_∞ aus einem Laboratorium, in dem der konst. Atmosphärendruck p_a herrscht, angesaugt (s. Abb.). In dieser Rohrleitung, die von links nach rechts reibungsfrei durchströmt wird, werden an den Stellen 1, 2, 3 und 4 die Drücke mittels U-Rohrmanometern gemessen.

a) Man zeichne die sich in den U-Rohren a), b), c) und d) einstellende Meniskenverschiebung der Manometerflüssigkeit qualitativ ein. Der Ausgangszustand bei der Anströmgeschwindigkeit $u_\infty = 0$ ist als gestrichelte Linie (Nullniveau) dargestellt.

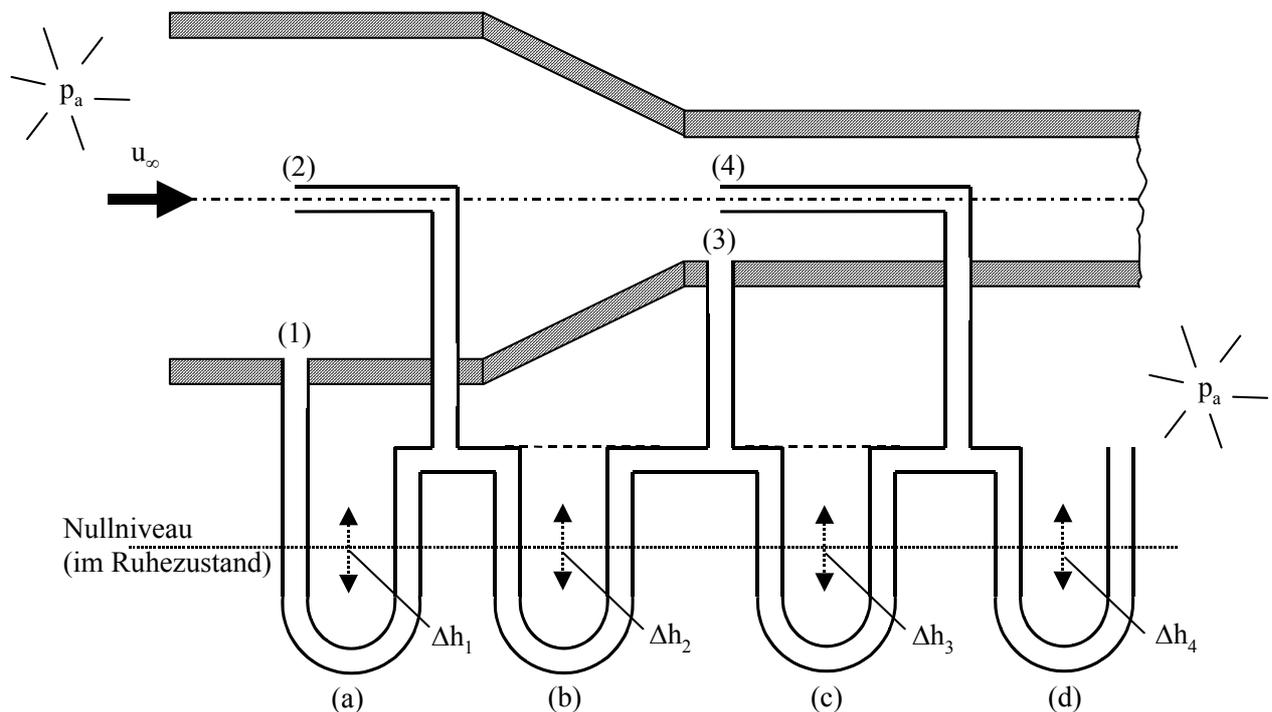
b) Aus welcher oder welchen Meniskendifferenzen Δh_i ($i = 1, 2, 3, 4$) kann die Anströmgeschwindigkeit u_∞ bestimmt werden? (Zutreffendes bitte ankreuzen)

Δh_1 ()

Δh_2 ()

Δh_3 ()

Δh_4 ()



Aufgabe 2:**(4,5 Punkte)**

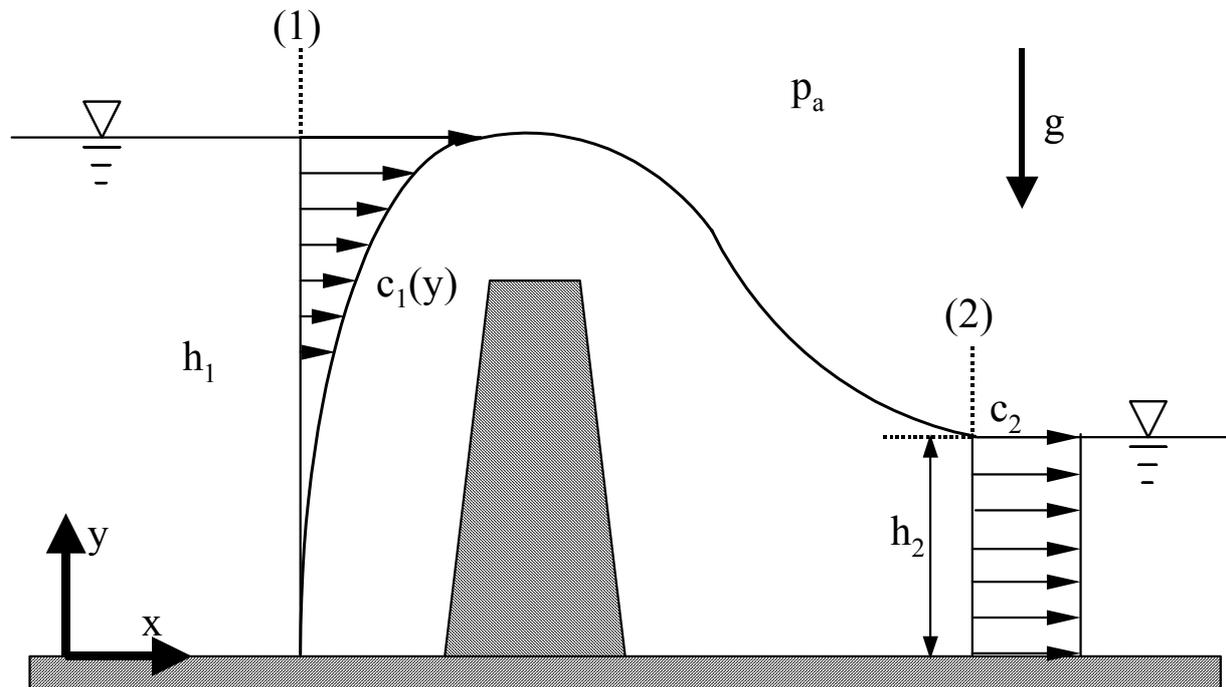
Ein offener Kanal mit rechteckigem Querschnitt (Breite b senkrecht zur Zeichenebene) wird stationär von Wasser (Dichte ρ) durchströmt, dessen Wasserspiegelhöhe sich nach Überströmen eines Hindernisses von h_1 auf h_2 absenkt. Vor dem Hindernis, bei (1), sei die Geschwindigkeitsverteilung angenähert gegeben durch $c_1(y) = c_{1\max} \cdot \left(\frac{y}{h_1}\right)^2$. Bei (2) kann die

Geschwindigkeit c_2 wegen der starken Verwirbelung hinter dem Hindernis näherungsweise als konstant angesehen werden. Die statischen Drücke bei (1) und (2) seien jeweils eine lineare Funktion der Höhenkoordinate y . Über der freien Oberfläche herrsche der konstante Umgebungsdruck p_a . Reibungskräfte am Kanalboden und an der freien Oberfläche seien vernachlässigbar.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen

- die Geschwindigkeit c_2 ,
- die Größe der Horizontalkomponente F_x jener Kraft, die das strömende Wasser auf das Hindernis ausübt.

Gegeben sind: h_1 , h_2 , b , $c_{1\max}$, ρ , g .



Aufgabe 3:

(4 Punkte)

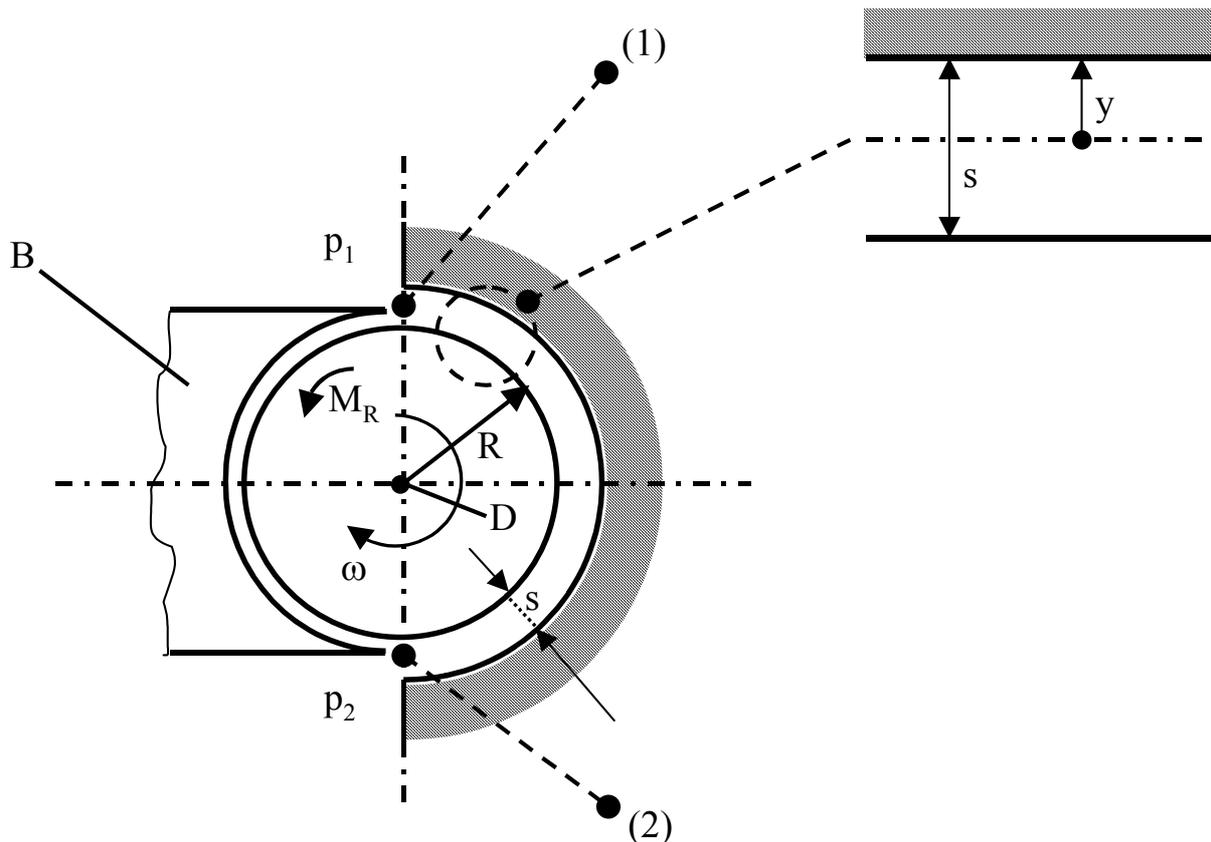
Die Oberfläche einer kreiszylindrischen, um ihre Achse D drehbar gelagerten Walze (Radius R , Breite b senkrecht zur Zeichenebene) bildet mit einer ruhenden Gegenwand einen Spalt mit der konstanten Spaltweite s und der Breite b . Durch den Spalt strömt ein NEWTONsches Medium (dynamische Zähigkeit μ) aus einer Kammer mit dem Druck p_1 in eine zweite Kammer mit dem Druck p_2 ($p_2 < p_1$) und bewirkt dadurch eine Drehung der Walze im Uhrzeigersinn. Gleichzeitig übt eine Bremsbacke B ein linksdrehendes, konstantes Reibmoment M_R auf die Walze aus.

Wegen $s \ll R$ und $s \ll b$ kann die Strömung im Spalt näherungsweise als zweidimensionale Strömung zwischen zwei geraden, parallelen Wänden angesehen werden, die stationär, laminar und über die ganze Spaltlänge voll ausgebildet ist. Die Drücke im Spalteinlauf bei (1) bzw. im Spaltauslauf bei (2) seien p_1 bzw. p_2 . Die Erdschwere soll unberücksichtigt bleiben.

a) Man skizziere qualitativ das Geschwindigkeitsprofil im Spalt.

b) Unter Verwendung des vorgegebenen Koordinatensystems bestimme man in Abhängigkeit gegebener Größen die Winkelgeschwindigkeit ω , mit der die Walze rotiert.

Gegeben sind: R , b , s , μ , p_1 , p_2 , M_R .



Aufgabe 4:**(2,5 Punkte)**

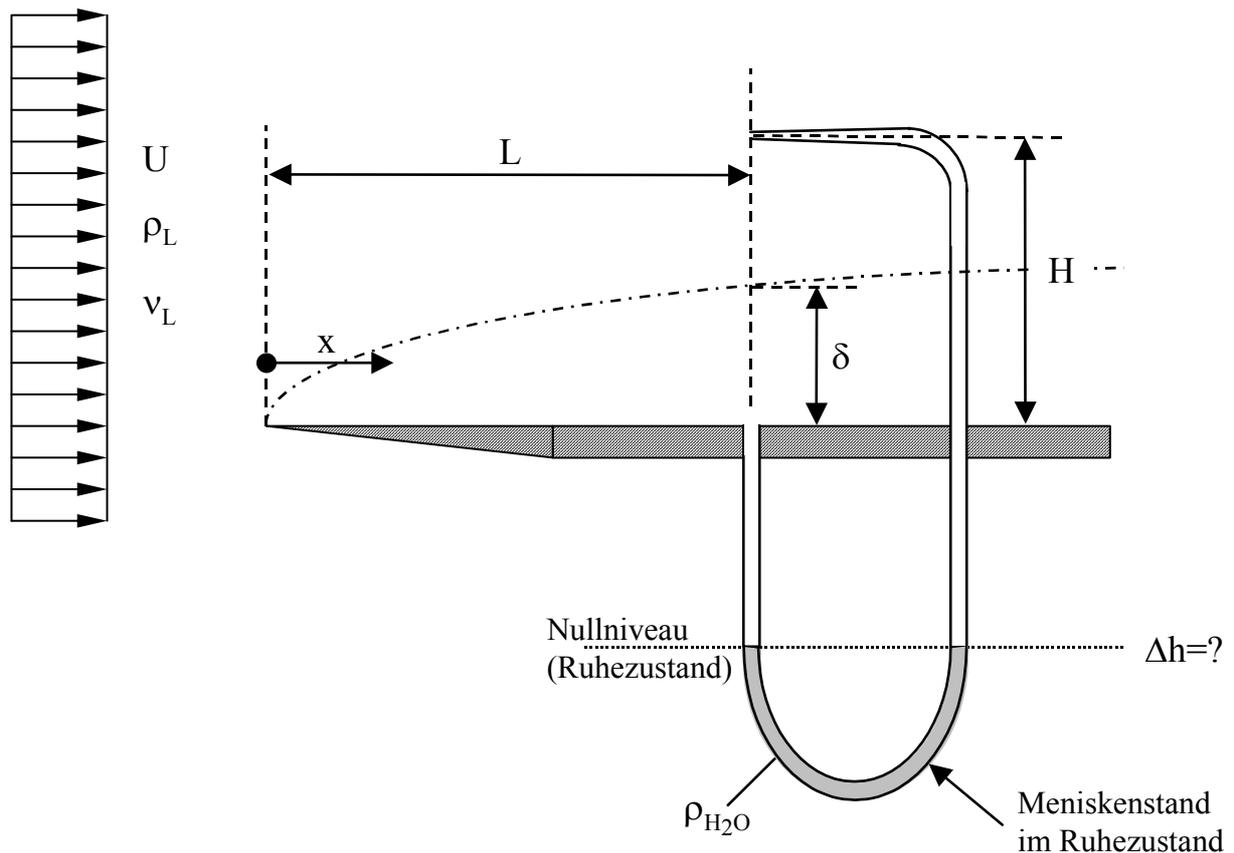
In einem Windkanal befindet sich in einer Parallelströmung von Luft (Newtonsches Medium mit der konstanten Dichte ρ_L und der konstanten Zähigkeit ν_L) eine horizontal ausgerichtete Platte, in der eine Pitotsonde und eine Wandanbohrung angebracht sind. Die an diesen Stellen gemessenen Drücke werden auf ein mit Wasser (Dichte ρ_{H_2O}) gefülltes U-Rohr geschaltet und bewirken eine Meniskendifferenz Δh (s.Abb.).

a) Man zeichne qualitativ die Meniskenverschiebung im U-Rohrmanometer gegenüber dem eingezeichneten Nullniveau, das sich bei der Geschwindigkeit $U = 0$ ergibt, ein.

b) Unter der Voraussetzung eines linearen Geschwindigkeitsprofils in der Grenzschicht gebe man an, wie groß der Abstand H zwischen der Pitotsonde und der Wand sein muß, wenn er gerade das doppelte der Grenzschichtdicke δ an dieser Stelle ($x = L$) betragen soll.

c) Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen die Meniskendifferenz Δh . Hierbei ist der Einfluß der Erdschwere auf die Luft zu vernachlässigen.

Gegeben sind: $\rho_L, \rho_{H_2O}, g, \nu_L = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}, L = 0,3 \text{ m}, U = 2 \text{ m/s}$.



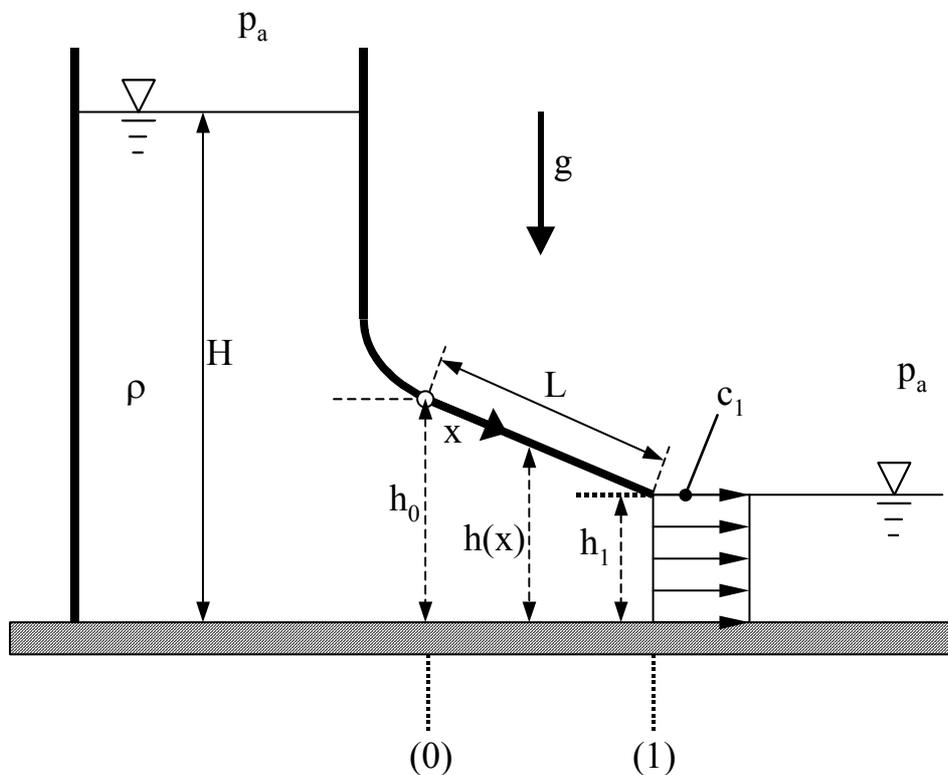
Aufgabe 5 :**(4 Punkte)**

Aus einem großen, offenen Behälter mit der konstanten Füllhöhe H strömt Wasser (reibungsfreies Medium mit der konstanten Dichte ρ) unter dem Einfluß der Erdschwere stationär durch einen Kanal und tritt an dessen Ende bei (1) mit freier Oberfläche und der Spiegelhöhe h_1 in die Umgebung aus. Der Kanal hat einen Rechteckquerschnitt mit der konstanten Breite b (senkrecht zur Zeichenebene) und der Höhe h , die im Bereich $0 \leq x \leq L$ linear von h_0 bei (0) auf h_1 bei (1) abnimmt. In der Umgebung herrsche der konstante Atmosphärendruck p_a .

a) Man skizziere qualitativ die Druckverteilung an der Stelle (1) über die Höhe h_1 .

b) Man berechne nach der Stromfadentheorie in Abhängigkeit gegebener Größen den Druck $p(x)$, den das Wasser im Bereich $0 \leq x \leq L$ auf die Unterseite der oberen Kanalwand ausübt.

Gegeben sind: ρ , H , h_0 , h_1 , L , g , p_a .



Aufgabe 6:**(3 Punkte)**

Aus einem großen Behälter strömt ein inkompressibles NEWTONsches Medium über eine vertikale Steigleitung (Länge H , Innendurchmesser D) und eine angesetzte Düse (Enddurchmesser d) stationär in die umgebende Atmosphäre (Druck p_a) aus. Der Volumenstrom \dot{V} , die kinematische Zähigkeit ν und die Dichte ρ des Mediums, sowie die äquivalente Sandkornrauigkeit k_s des Steigrohres sind bekannt.

Unter der Voraussetzung, dass in der **Düse** (siehe Detailzeichnung) sowohl die Reibung als auch die Schwerkraft vernachlässigt werden können, bestimme man in Abhängigkeit gegebener Größen die Differenz $p_i - p_a$ zwischen dem Druck p_i am Beginn der Steigleitung und dem Druck p_a der Atmosphäre.

Gegeben sind: $\dot{V} = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$, $\nu = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $D = 80 \text{ mm}$, $k_s = 2,5 \text{ mm}$, H , d , g , ρ .

