

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

KLAUSUR STRÖMUNGSLEHRE

Blockprüfung für

Maschinenbau

und

Wirtschaftsingenieurwesen

(3 Stunden)

Frage 1:

(2 Punkte)

Die Abbildung 1) zeigt ein Rohr, das von einer inkompressiblen, reibungsfreien Flüssigkeit durchströmt wird.

Welche Aussagen lassen sich über Druck und Geschwindigkeit hinter der stetigen Querschnittserweiterung machen?

$$p_2 = p_1 \quad (\quad)$$

$$u_2 = u_1 \quad (\quad)$$

$$p_2 > p_1 \quad (\quad)$$

$$u_2 > u_1 \quad (\quad)$$

$$p_2 < p_1 \quad (\quad)$$

$$u_2 < u_1 \quad (\quad)$$

Zeichnen Sie zusätzlich in Abbildung 1) die sich in den U-Rohren (a, b, c) einstellenden Meniskenverschiebungen qualitativ ein. Der Zustand bei ruhender Zuströmung ist in Abbildung 2) gegeben.

Abbildung 1)

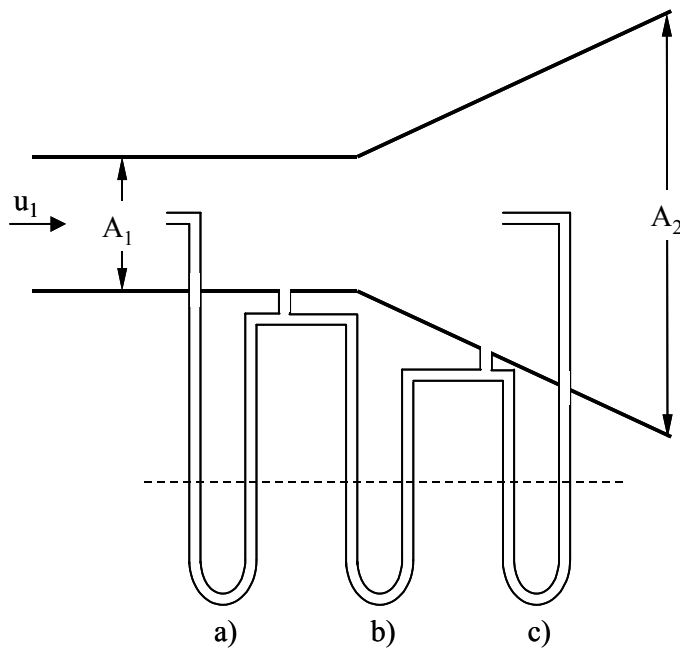
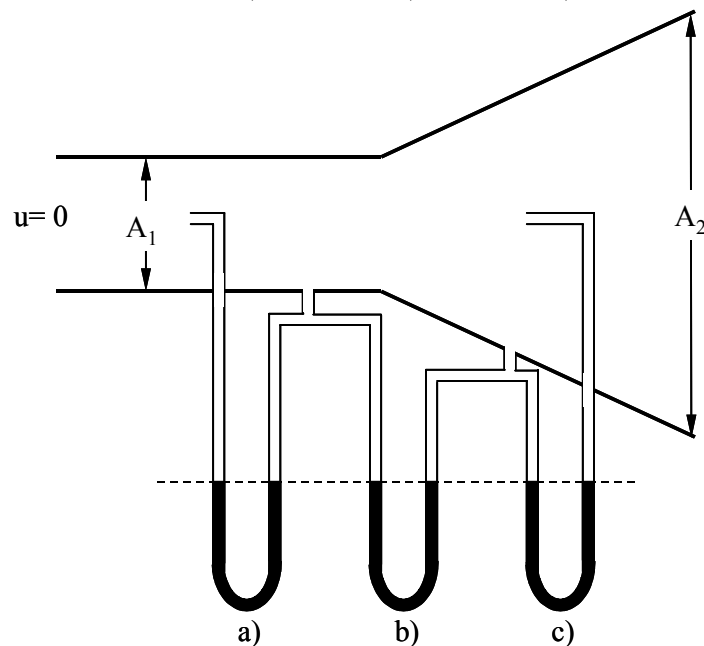


Abbildung 2)



Frage 2:

(0,5 Punkte)

Ein kugelförmiges Partikel mit dem Durchmesser d_p und der Dichte ρ_p wird durch einen senkrecht nach oben gerichteten Gasstrom (Dichte ρ_G) stationär in der Schwebe gehalten. Die Umströmung sei so ausgebildet, dass ein konstanter c_W -Wert von $c_W = 0,44$ angenommen werden kann.

Was passiert mit dem Partikel, wenn die Partikeldichte ρ_p zunimmt?

- Es steigt nach oben ()
- fällt nach unten ()
- ändert sich gar nichts ()

Frage 3:

(1,5 Punkte)

In einem Windkanal mit offener Meßstrecke und geschlossener Rückführung (Prandtlischer Bauart) tritt Luft (ideales Gas mit der Dichte ρ_1 und der Temperatur T_1) als Freistrahlf mit konstanter Geschwindigkeit U_∞ in die Meßstrecke (s.Abb.). Der konstante Umgebungsdruck sei p_a . Infolge längerer Betriebsdauer des Windkanals erhöht sich die Temperatur der umgepumpten Luft.

Welche der nachfolgenden Aussagen sind richtig? (Zutreffendes ankreuzen)

Man begründe die angekreuzten Aussagen durch Angabe der Gleichungen und qualitativ skizzieren der Diagramme, die diese Aussagen stützen.

a) Durch die Temperaturerhöhung im Luftstrahl wird die Dichte ρ der umgepumpten Luft:

erhöht ()

erniedrigt ()

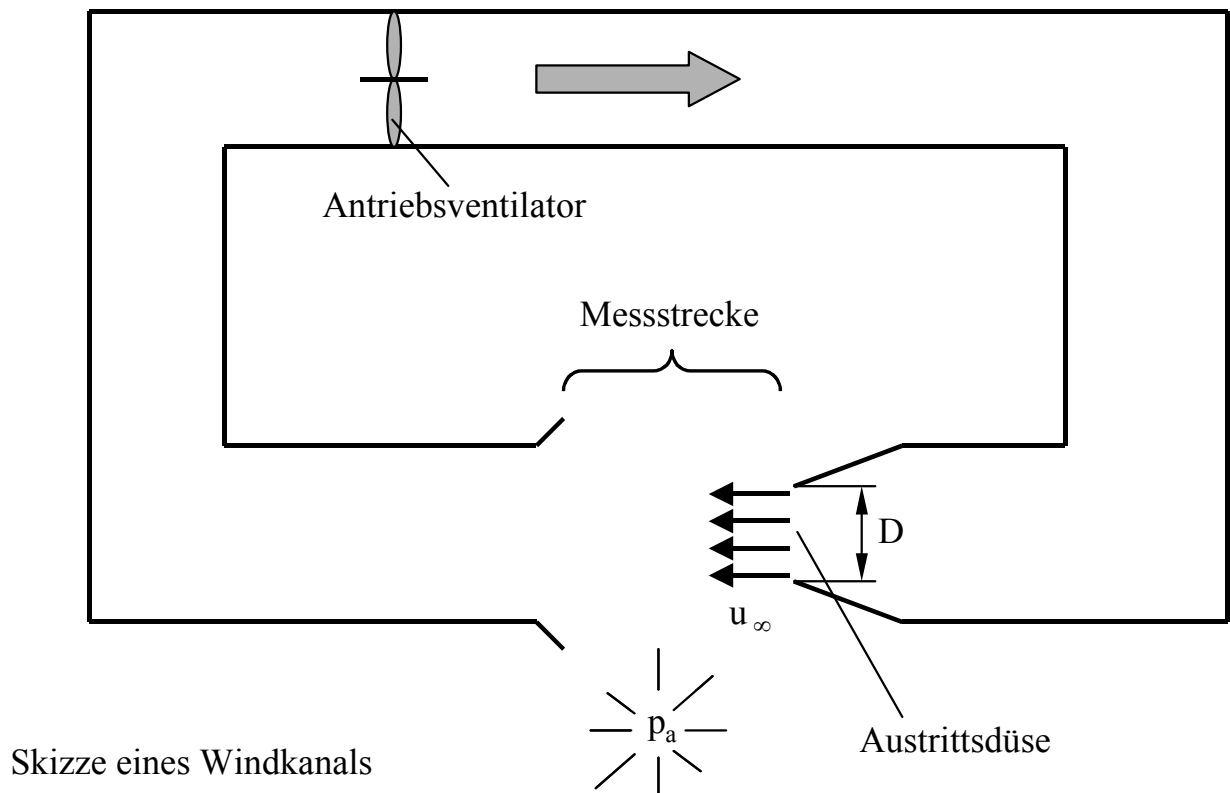
nicht geändert ()

b) Die Reynolds-Zahl (gebildet mit dem Durchmesser D der Austrittsdüse) am Düsenaustritt wird infolge der Temperaturerhöhung

größer ()

kleiner ()

ändert sich nicht ()



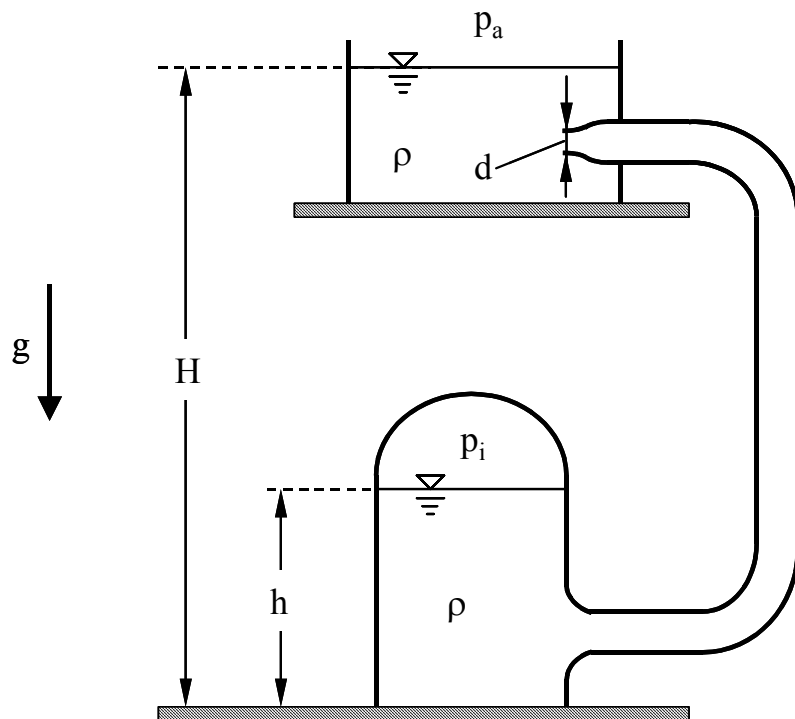
Aufgabe 1:

(2 Punkte)

Eine Flüssigkeit (Dichte ρ) strömt aus einem großen, geschlossenen Kessel durch ein Kreisrohr und tritt durch eine am Rohrende aufgesetzte Düse (Innendurchmesser d) in ein großes, offenes Becken (s. Abb.). Die Flüssigkeitsspiegelhöhen h und H seien konstant und die Reibungsverluste im Rohr und in der Austrittsdüse seien vernachlässigbar klein.

Unter der Voraussetzung stationärer, eindimensionaler Strömung bestimme man in Abhängigkeit gegebener Größen jenen Wert des Druckes p_i über der Flüssigkeit im Kessel, bei dem sich ein vorgegebener Massenstrom $\dot{m}$ einstellt.

Gegeben sind: ρ , $\dot{m}$, d , H , h , p_a , g .



Aufgabe 2:

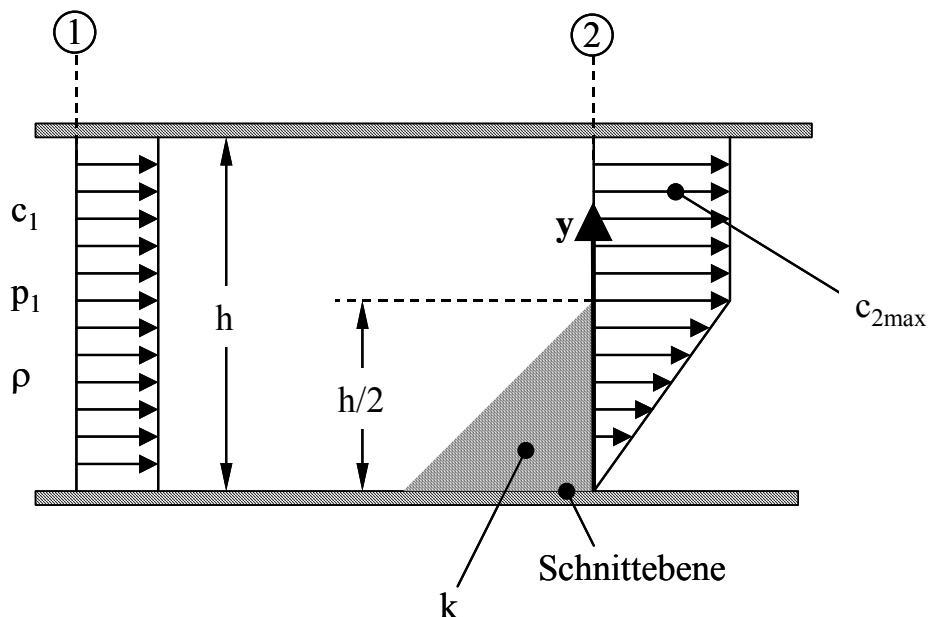
(4,5 Punkte)

In einem Windkanal mit rechteckigem Querschnitt (Höhe h , Breite b senkrecht zur Zeichenebene) befindet sich ein poröser Körper K , der so beschaffen ist, dass die ihn durchströmende Luft mit einem linearen Geschwindigkeitsprofil aus seiner Rückseite austritt. Im oberen Teil des Querschnittes (2) ($h/2 \leq y \leq h$) sei die Geschwindigkeit $c_{2\max}$ näherungsweise konstant (s. Abb.). Die Dichteänderung der Luft (Dichte ρ) sei vernachlässigbar klein. Außerhalb des Körpers K ist die Strömung als reibungsfrei anzusehen. Die Geschwindigkeit c_1 und der Druck p_1 im Anströmzustand (1) seien bekannt. Bei (2) sei der Druck p_2 über den ganzen Querschnitt konstant.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen

- die Geschwindigkeit $c_{2\max}$,
- den Druck p_2 im Querschnitt (2),
- die x -Komponente der Haltekraft, die in der skizzierten Schnittebene an der Unterseite des Körpers angreift, nach Größe und Richtung.

Gegeben sind: ρ , h , b , p_1 , c_1 .



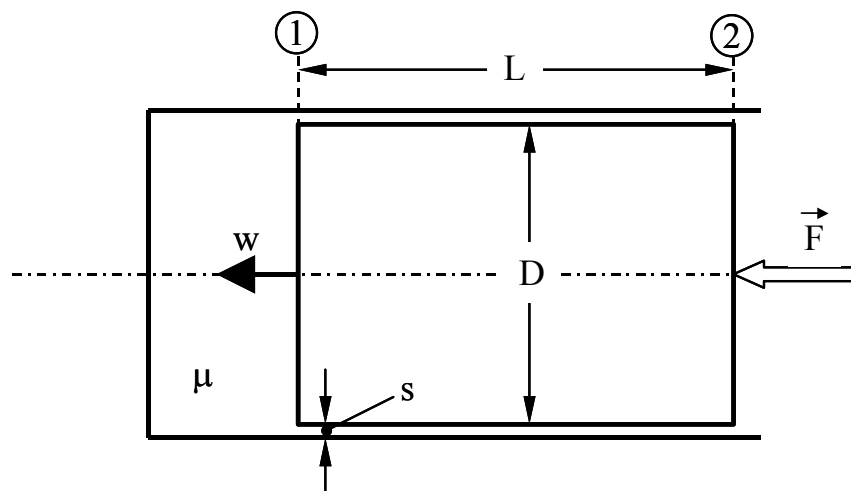
Aufgabe 3:

(5,5 Punkte)

In einem kreiszylindrischen Behälter mit horizontaler Achse, der mit einem inkompressiblen Newtonschen Medium (dynamische Zähigkeit μ) gefüllt ist, bewegt sich ein kreiszylindrischer Kolben mit der Länge L und dem Durchmesser D unter dem Einfluß einer konstanten Kraft $\vec{F}$ coaxial mit der konstanten Geschwindigkeit w (s.Abb.). Dabei strömt das aus dem linken Bereich des Behälters verdrängte Medium durch den Kreistringspalt mit der konstanten Breite s in den Raum rechts vom Kolben. Da $s \ll D$ ist, kann die Spaltströmung näherungsweise als laminare, über die ganze Länge L ausgebildete Strömung zwischen zwei ruhenden, ebenen Platten angesehen werden. Der Druck im Spalteintritt bei (1) bzw. beim Spaltaustritt bei (2) sei angenähert gleich dem Druck auf die linke bzw. rechte Stirnfläche des Kolbens.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen die Geschwindigkeit w des Kolbens.

Gegeben sind: μ , L , D , s , $\vec{F}$.



Aufgabe 4:

(2 Punkte)

Eine geschlossene Ballonhülle wird mit Helium der Masse m_{He} gefüllt, mit einer Nutzlast behängt und zum Aufstieg in die Atmosphäre freigelassen. In der Höhe H erreiche der Ballon seine Endlage, das Volumen V des Heliums in dieser Schwebelage sei gegeben (s.Abb.). Das Gewicht von Hülle und Nutzlast sei Q , die Verdrängungswirkung dieser Teile kann vernachlässigt werden. Die Änderung der Dichte ρ_L in der Atmosphäre sei gegeben durch

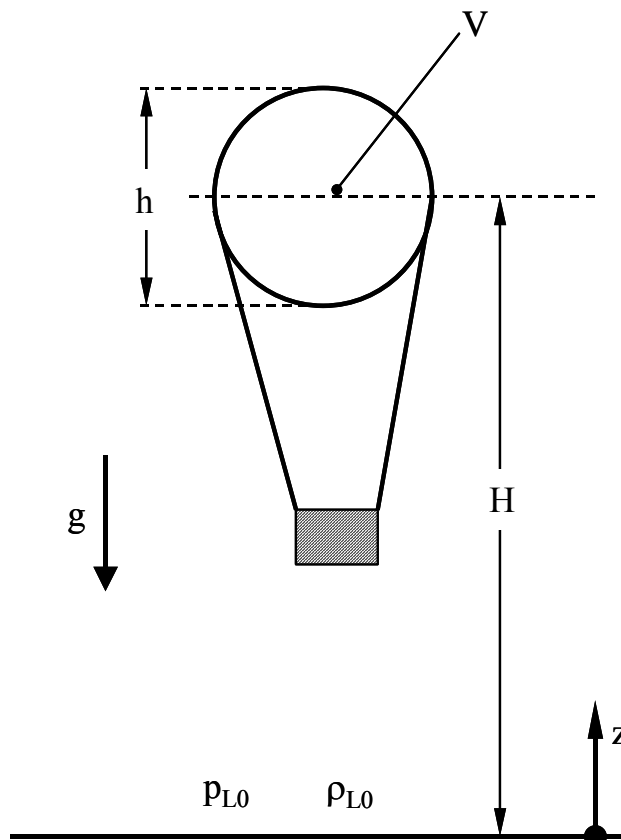
$$\frac{\rho_L}{\rho_{L0}} = \left[1 - \frac{n-1}{n} \cdot \frac{g \cdot \rho_{L0}}{p_{L0}} \cdot z \right]^{\frac{1}{n-1}}$$

(n = Polytropenexponent, der Index „0“ kennzeichnet die Werte für $z = 0$).

Die Änderung von ρ_L über die Ballonhöhe h sei vernachlässigbar.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen die Höhe H , in der der Ballon schwebt.

Gegeben sind: m_{He} , V , Q , n , p_{L0} , ρ_{L0} , g .



Aufgabe 5:

(3 Punkte)

Zur Messung des Innendruckes p_i eines Gasbehälters wird ein U-Rohr mit dem konstanten Innendurchmesser d verwendet, das mit zwei nicht-mischbaren Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichten ρ_1 und ρ_2 ($\rho_1 > \rho_2$) gefüllt ist. Der linke Schenkel des U-Rohres ist an einen Gasbehälter angeschlossen, der rechte Schenkel, dem ein kugelförmiger Glaskolben (Innendurchmesser D) aufgesetzt ist, steht mit der umgebenden Atmosphäre (Druck p_a) in Verbindung. Bei Druckgleichheit von Gas und Atmosphäre ($p_i = p_a$) stellen sich die in Abb. a) angegebenen Meniskendifferenzen h_1 und h_2 ein. Die Dichte des Gases sei vernachlässigbar klein gegenüber den Manometerflüssigkeitsdichten.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen

- die Dichte ρ_2 ,
- jenen Wert p_i^* des Gasbehälterdruckes, bei dem der Glaskolben gerade zur Hälfte mit Manometerflüssigkeit gefüllt ist (vergl. Abb. b)).

Gegeben sind: $d, D, \rho_1, h_1, h_2, p_a, g$.

