

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
(neue Diplomprüfungsordnung vom 03.09.1996)
Prüfungsfach: Fluid- und Thermodynamik

Aufgabe 1:**(2 Punkte)**

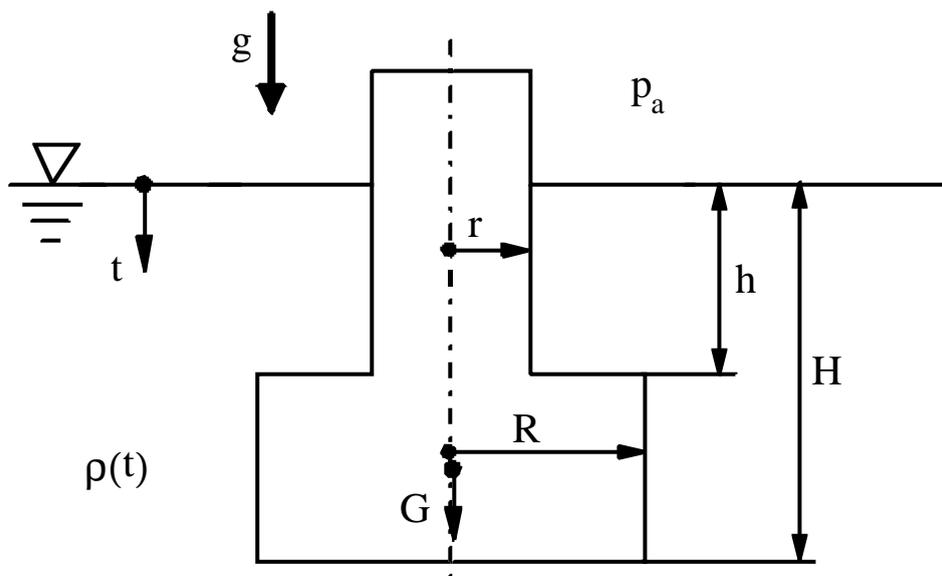
Gegeben ist eine ruhende Flüssigkeit (Salzlösung), deren Dichte ρ linear von der Tiefe t abhängt: $\rho(t) = \rho_0 (1 + \alpha \cdot t)$. Hierbei ist ρ_0 die Dichte der Flüssigkeit an der Oberfläche bei $t=0$ (s. Abb.). Über dem Flüssigkeitsspiegel herrsche der konstante Umgebungsdruck p_a .

- a) Man bestimme den Druck $p(t)$ in der Flüssigkeit als Funktion der Tiefe t in Abhängigkeit gegebener Größen und der unbekanntener Konstante α .

In der Flüssigkeit schwimmt ein rotationssymmetrischer Körper mit vertikaler Achse, der aus zwei Kreiszyklindern mit den Radien r bzw. R zusammengesetzt ist. Die Gewichtskraft G des Körpers sowie die Eintauchtiefen der Unter- und Oberseite des größeren Zylinders H und h sind bekannt (s. Abb.).

- b) Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen die Konstante α .

Gegeben sind: $\rho_0, p_a, g, G, R, r, H, h$.



Aufgabe 2:

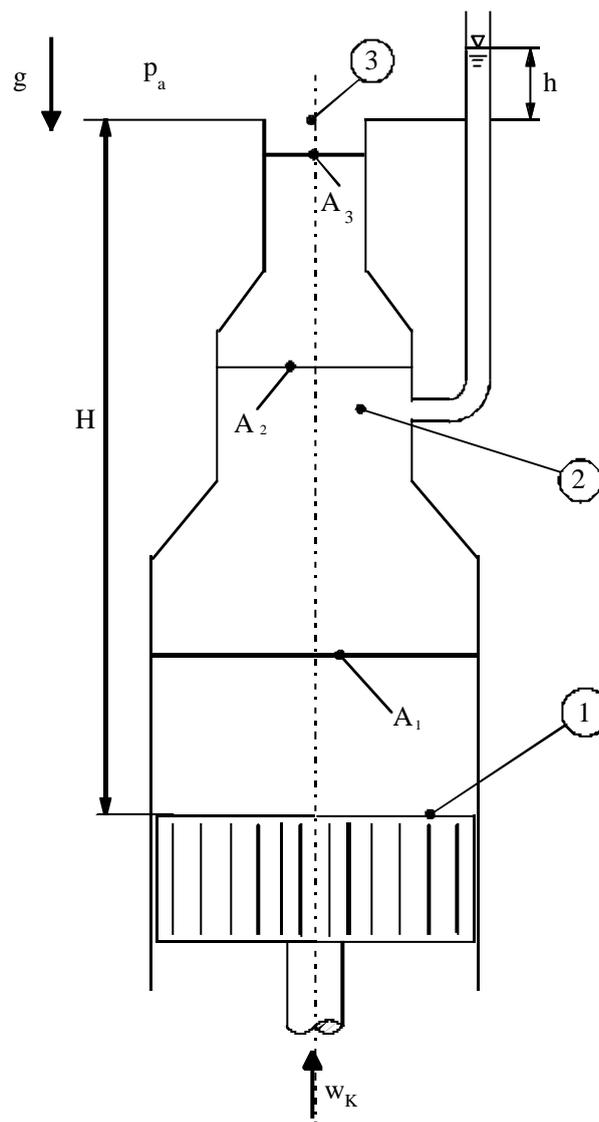
(3 Punkte)

Gegeben ist ein Rohrkanal mit vertikaler Achse und drei unterschiedlichen Kreisquerschnitten A_1 , A_2 und A_3 . Durch einen Kolben, der sich mit der konstanten Geschwindigkeit w_k bewegt, wird ein inkompressibles Medium (Dichte ρ) durch den Kanal geschoben. Das Medium tritt am Kanalende bei ③ als Freistrahle in die umgebende Atmosphäre (Druck p_a) aus.

In einem offenen Steigrohr, das über eine Wandanbohrung bei ② mit dem durchströmten Kanal verbunden ist, steht das Medium bis zur Höhe h über dem Kanalende (s. Abb.).

- Unter Voraussetzung reibungsfreier, eindimensionaler Strömung bestimme man in Abhängigkeit gegebener Größen die Geschwindigkeit w_k des Kolbens sowie den Betrag der Kraft \bar{F} , die das Medium auf die Kolbenoberseite ausübt. Die Kolbenoberseite befinde sich dabei um die Höhe H unter dem Kanalende (s. Abb.).
- Nun wird angenommen, dass sich der Kolben mit der unter a) berechneten Geschwindigkeit w_k bewegt, wobei aber die Strömung jetzt reibungsbehaftet sei. Wird das Medium im Steigrohr dann höher, tiefer oder genauso hoch stehen wie im Falle reibungsfreier Strömung? Man begründe die Antwort!

Gegeben sind: A_1 , A_2 , A_3 , ρ , h , H , p_a , g .



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

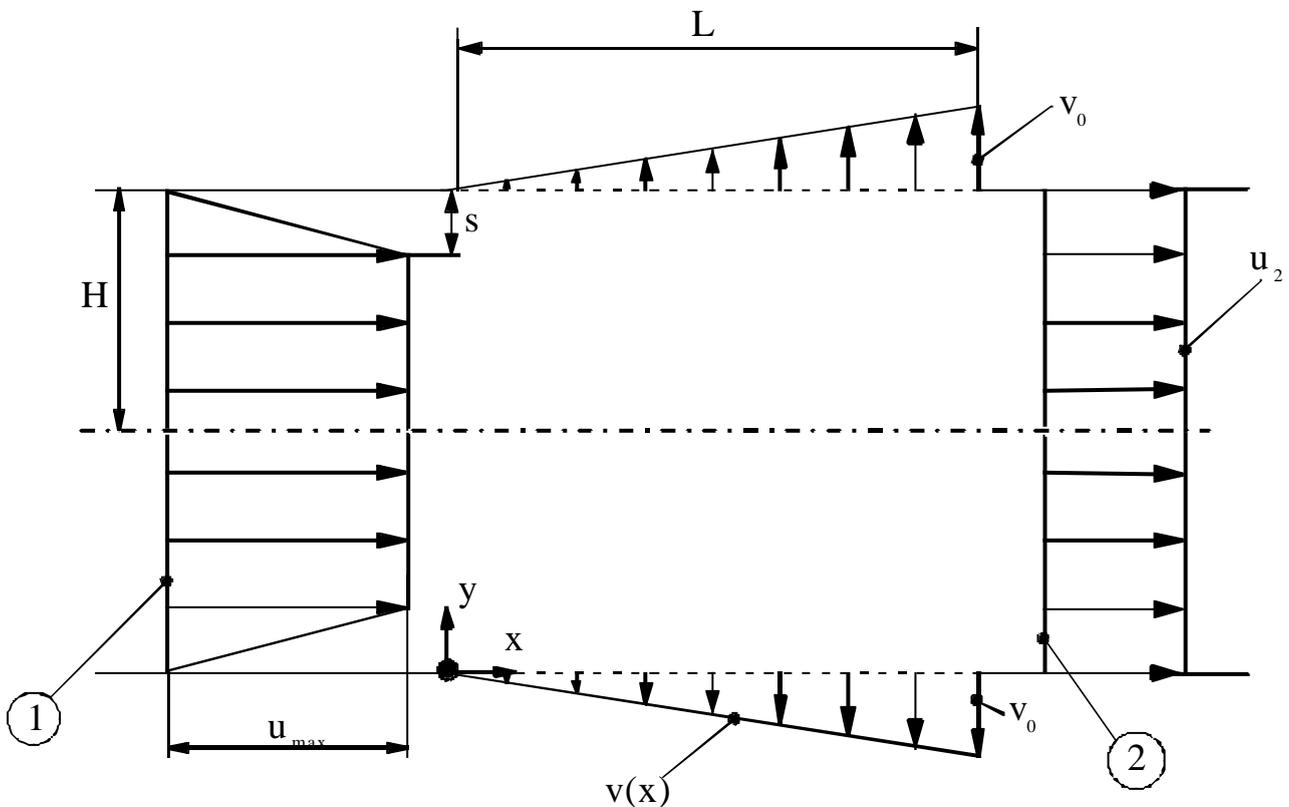
Zwischen zwei ebenen, parallelen Platten (Höhe $2H$; Tiefe b) strömt stationär ein inkompressibles Medium der Dichte ρ . Die Strömung sei symmetrisch zur Kanalmittelebene $y = H$. Bei ① kann das Geschwindigkeitsprofil $u(y)$ angenähert werden durch einen konstanten Wert u_{\max} im Kernbereich der Strömung und einen linearen Verlauf in den beiden wandnahen Zonen von der Dicke s (s. Abb.). Im Bereich $0 \leq x \leq L$ sind die Wände porös, so dass ein Teil des Mediums mit der Geschwindigkeit $v(x) = \pm v_0 \cdot \frac{x}{L}$ aus dem Kanal austritt. Bei ② kann näherungsweise die Geschwindigkeit $u = u_2$ als konstant über den ganzen Querschnitt angenommen werden.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen:

- die Geschwindigkeit u_2 ,
- die Differenz $p_2 - p_1$ der statischen Drücke bei ② und ①. Hierbei ist u_2 als gegeben anzusehen und außerdem kann man die Reibung unmittelbar an der Wand (Wandreibung) vernachlässigen.

Gegeben sind: $H, s, L, \rho, u_{\max}, v_0$.

Hinweis: Man verwende das in der Zeichnung angegebene x - y -Koordinatensystem.



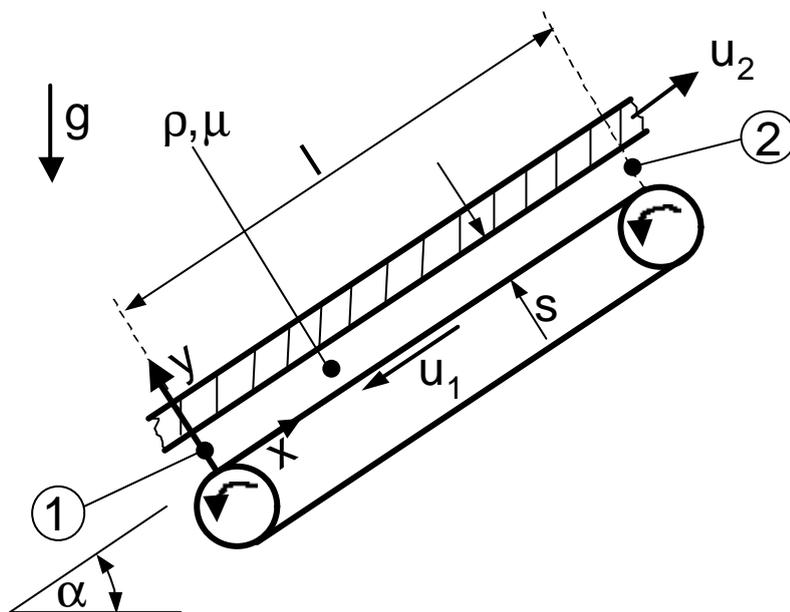
Aufgabe 4:**(6 Punkte)**

Zwischen einem ebenen, um den Winkel α gegen die Horizontale geneigten Band, welches sich mit der konstanten Geschwindigkeit U_1 abwärts bewegt, und einer ebenen Platte, die sich parallel zu dem Band mit der Geschwindigkeit U_2 aufwärts bewegt, befindet sich ein Spalt von der Höhe s (s. Abb.). In dem Spalt strömt ein inkompressibles Newtonsches Medium (Dichte ρ , dyn. Zähigkeit μ), das unter der Schleppwirkung der Wände sowie unter dem Einfluss der Erdschwere und der Differenz der Drücke in ① und ② steht. Die Strömung sei stationär, laminar und über die ganze Länge l ausgebildet.

Wegen $s \ll l$ kann die Änderung des Druckes in y -Richtung vernachlässigt werden $\left(\frac{\partial p}{\partial y} = 0 \right)$.

- Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen jene Druckdifferenz $p_1 - p_2$, bei der die Wandschubspannung an der Plattenunterseite $\tau(y = s)$ gerade gleich Null ist.
- Man skizziere qualitativ das Geschwindigkeitsprofil $u(y)$ im Spalt und gebe die Tangente an das Profil an der Plattenunterseite an.

Gegeben sind: $U_1, U_2, \rho, \mu, s, l, \alpha, g$.



Aufgabe 5:**(3 Punkte)**

Eine Pumpe P fördert ein inkompressibles Newtonsches Medium (Dichte ρ , kinematische Zähigkeit ν) durch ein hydraulisch glattes Kreisrohr mit konstantem Durchmesser D und der Länge L, das ein Drosselorgan Dr (Druckverlustbeiwert ζ_{Dr}) und einen 90°-Krümmer (Druckverlustbeiwert ζ_{Kr}) enthält (s. Abb.). Am Rohrende tritt das Medium durch eine Kreisdüse mit dem Durchmesser d als Freistrahlin in die Umgebung (Druck p_a) aus.

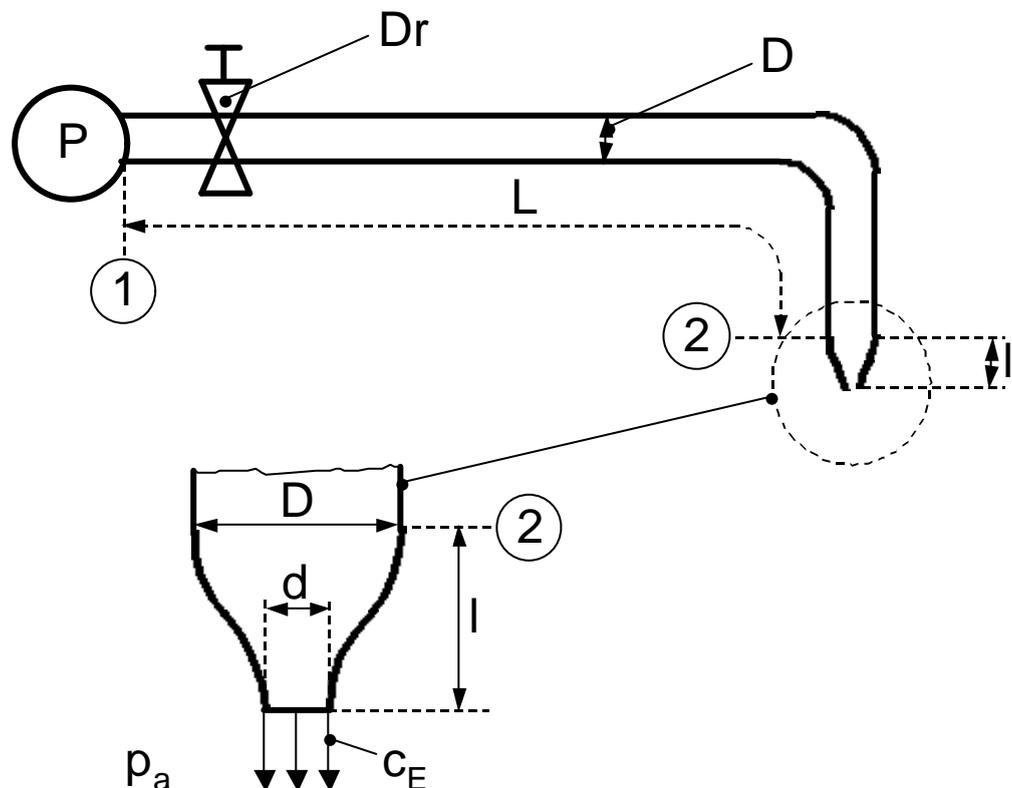
Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen den statischen Druck p_1 bei ①, der nötig ist, damit sich am Düsenende die geforderte Geschwindigkeit c_E einstellt.

Voraussetzungen: Die Strömung sei stationär und über die Rohrlänge L ausgebildet. In der Düse von der Länge l (s. Abb.) ist die Reibung vernachlässigbar, die Geschwindigkeiten seien hier jeweils konstant über den Querschnitt. Die Schwerkraft bleibe unberücksichtigt.

Gegeben sind:

$L, \zeta_{Dr}, \zeta_{Kr}, \rho, p_a,$

$D = 0,03 \text{ m}, d = 0,01 \text{ m}, c_E = 6 \text{ m/s}, \nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}.$



Aufgabe 6:**(3,5 Punkte)**

Bei einem vereinfachten Modell zur Umsetzung von Windenergie in mechanische Arbeit wird eine auf Rollen montierte Platte mit der Fläche A senkrecht vom Wind angeblasen (Parallelströmung mit konst. Geschwindigkeit u_∞ und der Dichte ρ). Durch diesen Antrieb (der Widerstandsbeiwert c_w der Platte sei konst. : $c_w = \text{konst.}$) bewegt sich die Platte auf ihrer horizontalen Unterlage mit konstanter Geschwindigkeit nach rechts und zieht dabei ein Gewicht G vertikal in die Höhe (s. Abb.).

Unter Voraussetzung eines stationären Vorganges und Vernachlässigung aller mechanischen Reibungsverluste bestimme man in Abhängigkeit gegebener Größen jenes Gewicht G , bei dem die Leistung der Anlage maximal wird.

Gegeben sind: A, c_w, u_∞, ρ .

