

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:**(14 P.)**

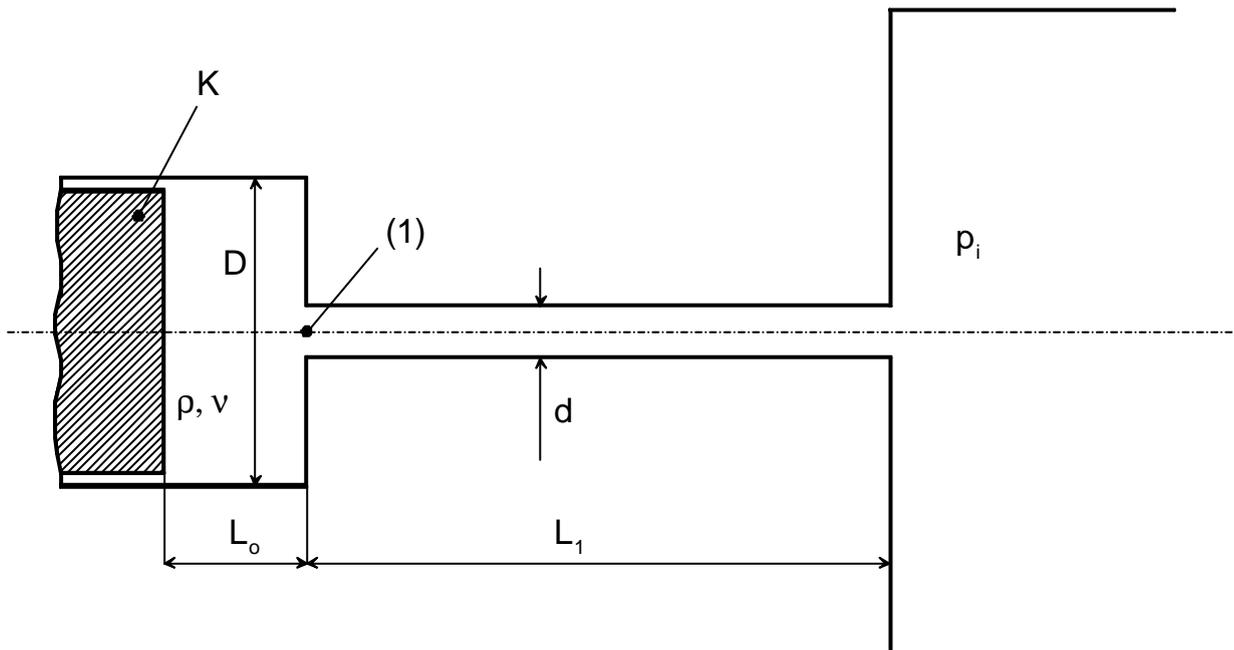
Ein Kolben K drückt Öl (Newtonsches Medium mit der Dichte ρ und der kinematischen Zähigkeit ν) mit konstanter Geschwindigkeit aus einem Kreiszyylinder (Länge L_0 , Durchmesser D) über ein langes, hydraulisch glattes Kreisrohr (Länge L_1 , Durchmesser d) als Freistrahlin in einen Kessel mit dem konstanten Innendruck p_i (siehe Abb.). Der Druck an der Stelle (1) im Rohr sei gleich dem Druck im Zylinder und die Strömung im Rohr sei über die ganze Länge L_1 ausgebildet.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen

- die Kraft F_K , die vom Kolben auf das Öl ausgeübt werden muss, damit sich ein vorgegebener Volumenstrom \dot{V} einstellt,
- die Zeit Δt , die verstreicht, bis der Kolben den Zylinder völlig entleert hat.

Gegeben sind:

$\nu = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $d = 0,01 \text{ m}$, $\dot{V} = 0,314 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, ρ , L_0 , L_1 , D , p_i .



Aufgabe 2

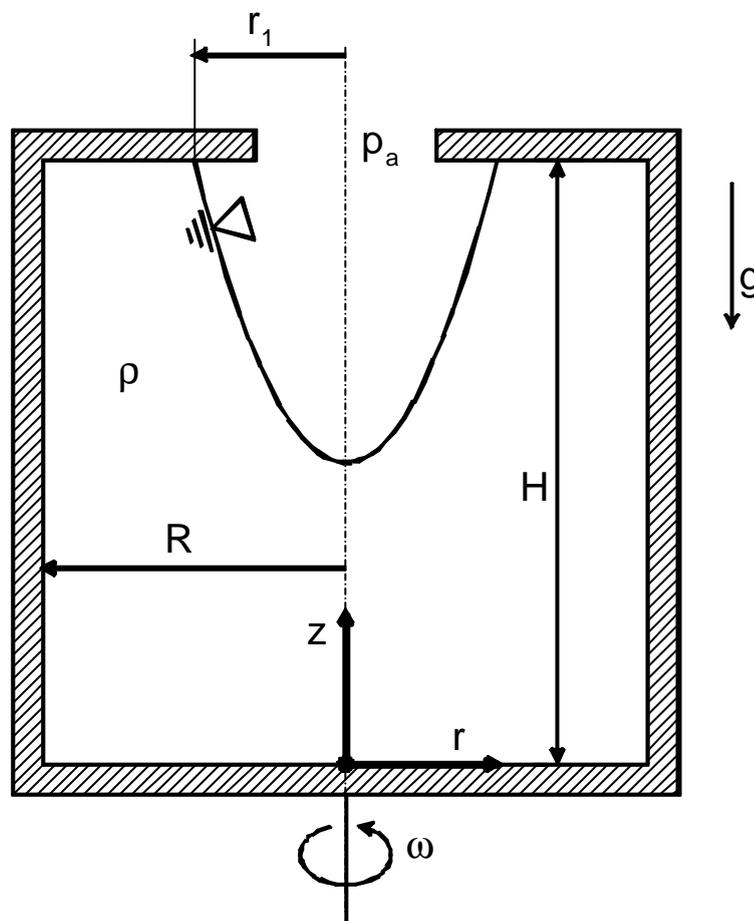
(16 P.)

Ein kreiszylindrisches Gefäß (Innenradius R , Innenhöhe H) rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω um seine Hochachse. Die in dem Gefäß befindliche inkompressible Flüssigkeit (Dichte ρ) rotiert dabei wie ein Starrkörper mit. Über der freien Oberfläche, die beim Radius r_1 an den Behälterdeckel grenzt, herrscht der Umgebungsdruck p_a (siehe Abb.).

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen die Kräfte F_1 bzw. F_2 , die die Flüssigkeit auf den Boden bzw. den Deckel des Gefäßes ausübt.

Gegeben sind:

R , H , ω , ρ , r_1 , g .



Aufgabe 3:**(18 P.)**

Ein kreiszylindrischer Flüssigkeitsfreistrah (Dichte ρ , Durchmesser $2r_1$, Geschwindigkeit c_1) trifft auf eine senkrecht zur Strahlachse stehende Fläche mit kreisförmigem Außenrand (Durchmesser $2R$) (siehe Abb.). Aus einer coaxialen, kreiszylindrischen Bohrung (Durchmesser $2r_2$) in dieser Fläche tritt in entgegengesetzter Richtung ein Strom derselben Flüssigkeit mit der Geschwindigkeit $c_2(r)$ und dem Druck p_2 aus. Am Außenrand der Fläche strömt die Flüssigkeit tangential ab. Über der freien Oberfläche der Flüssigkeit herrscht der konstante Außen-
druck p_a .

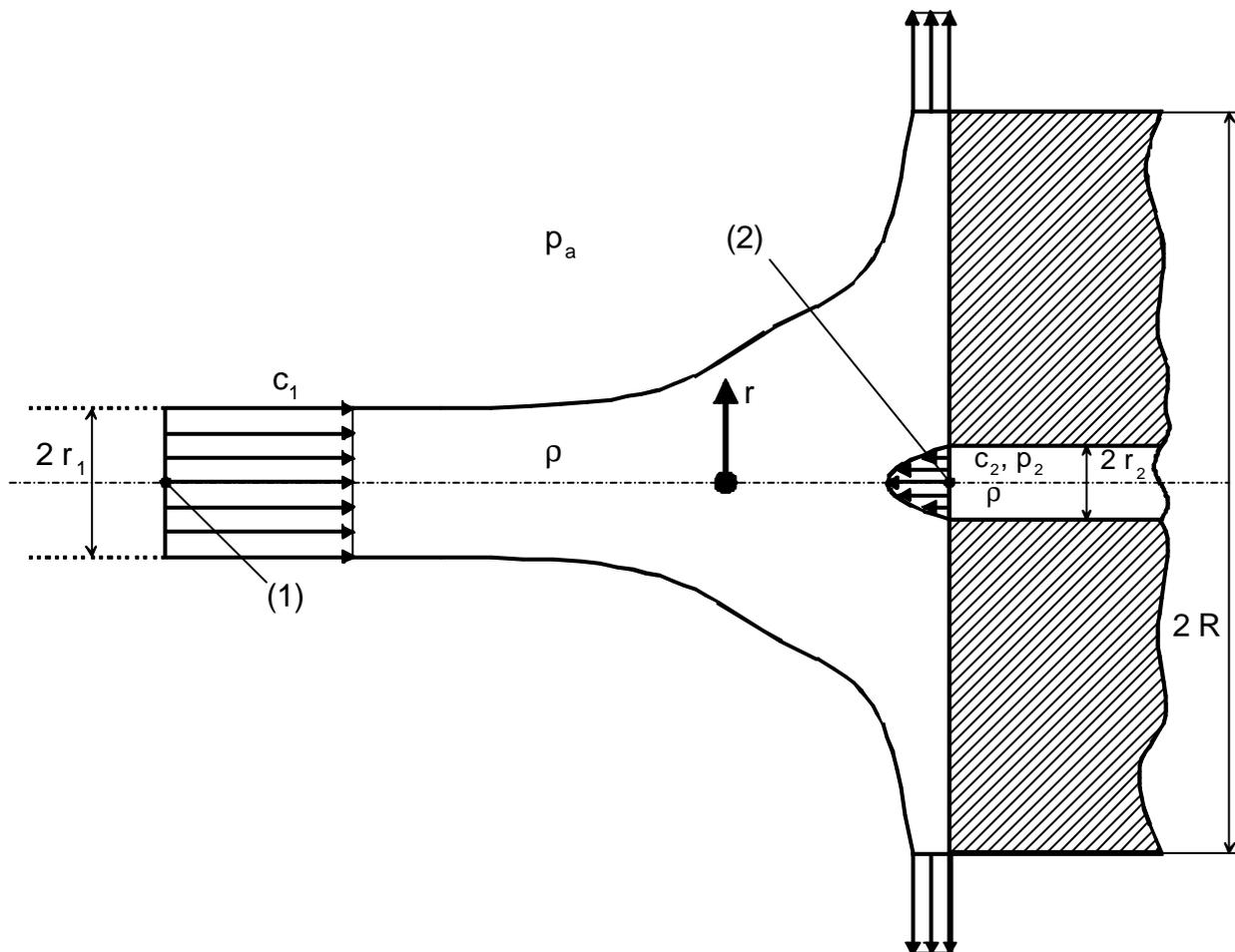
Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen die Druckkraft F , die die Flüssigkeit auf die Fläche $A = \pi \cdot (R^2 - r_2^2)$ ausübt.

Voraussetzungen:

Die Strömung sei stationär, der Einfluss der Erdschwere sei vernachlässigbar. Bei (1) seien Druck und Geschwindigkeit konstant über den Querschnitt. Bei (2) sei der Druck konstant über den Querschnitt, und die Geschwindigkeit $c_2(r)$ habe das Profil einer ausgebildeten, laminaren Kreisrohrströmung mit dem Maximalwert c_{2max} .

Gegeben sind:

$r_1, r_2, R, \rho, c_1, c_{2max}, p_a, p_2$.



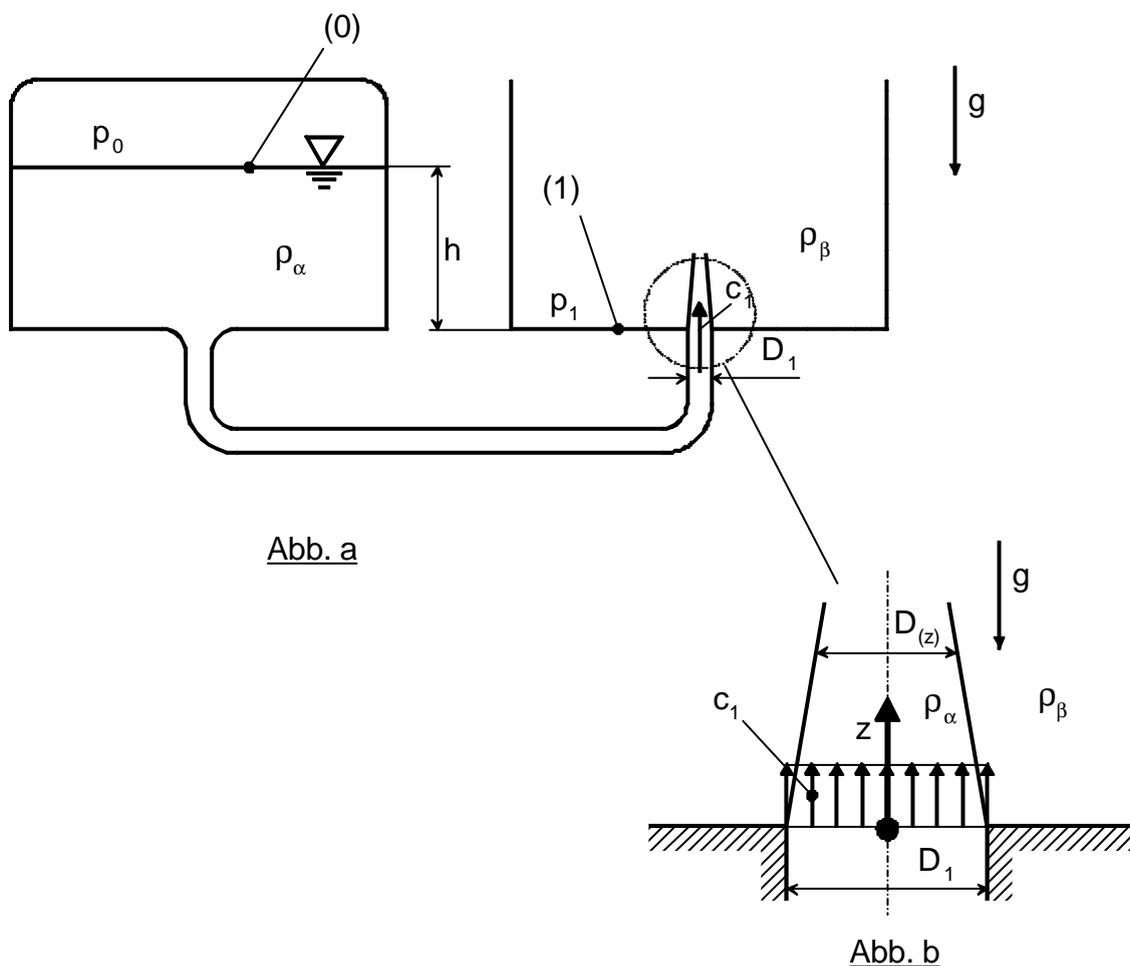
Aufgabe 4:**(18 P.)**

Ein inkompressibles Fluid α mit der Dichte ρ_α strömt aus einem großen, geschlossenen Behälter mit konstanter Spiegelhöhe in einen zweiten großen Behälter, in dem sich ein inkompressibles Fluid β mit der Dichte ρ_β befindet. Die Drücke p_0 bei (0) im linken Behälter und p_1 bei (1) am Boden des rechten Behälters sind jeweils konstant und gegeben; die kreisförmige Eintrittsöffnung im Boden des rechten Behälters mit dem Durchmesser D_1 liegt um die Höhe h unter der Fluidoberfläche des linken Behälters (siehe Abb. a)).

- a) Unter der Voraussetzung reibungsfreier, stationärer und eindimensionaler Strömung bestimme man die Eintrittsgeschwindigkeit c_1 in Abhängigkeit gegebener Größen.

Die beiden Fluide α und β sind nicht mischbar, und wegen $\rho_\alpha < \rho_\beta$ steigt das Fluid α im rechten Behälter in einem Strahl nach oben, wobei sich der Durchmesser seines kreisförmigen Querschnittes mit der Höhe ändert (siehe Abb. b)). Es sei vorausgesetzt, dass die dabei auftretenden Reibungskräfte vernachlässigbar sind, so dass das umgebende Fluid β vollkommen in Ruhe ist. Bei Vernachlässigung von Oberflächenspannungseffekten ist dann auf jedem Niveau $z = \text{konst.}$ der statische Druck des Fluides α gleich dem Druck des umgebenden Fluides β .

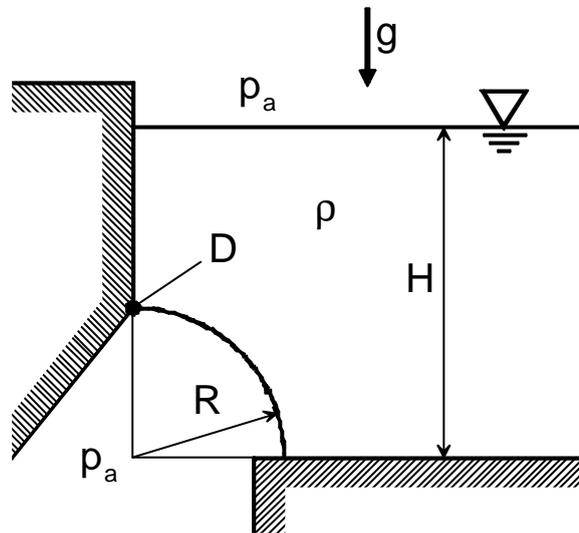
- b) Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen den Strahldurchmesser $D(z)$ als Funktion der Koordinate z . Hierbei ist c_1 als gegeben anzusehen.

Gegeben sind: $\rho_\alpha, \rho_\beta, \rho_\alpha < \rho_\beta, p_0, p_1, h, D_1, g.$ 

Aufgabe 5:**(15 P.)**

Am Boden eines bis zur Höhe H gefüllten Wasserreservoirs (Dichte ρ) befindet sich eine um die Achse D drehbar gelagerte Wand, die die Form eines Viertelkreiszyinders mit dem Radius R und der Breite b senkrecht zur Zeichenebene hat. Auf die freie Oberfläche des Wassers sowie auf die Unterseite der drehbaren Wand wirkt jeweils der konstante Atmosphärendruck (siehe Abb.).

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen das Moment bezüglich D , das die Wand durch die Druckverteilung auf ihre Ober- und Unterseite erfährt.

Gegeben sind: ρ , H , R , b , g .

Aufgabe 6:**(18 P.)**

An einer vertikalen, ebenen, ruhenden Wand fließt eine Newtonsche Flüssigkeit (Dichte ρ , dynamische Zähigkeit μ) in einer Schicht mit der konstanten Dicke s als ausgebildete, stationäre und laminare Strömung herab. Das Medium steht unter dem Einfluss der Erdschwere g und der Scherkraft eines nach oben gerichteten Luftstromes, der mit einer konstanten Schubspannung τ_0 auf die freie Oberfläche der Flüssigkeitsschicht wirkt (siehe Abb.). Der Druck p_a im Luftstrom sei konstant.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen durch eine Kräftebilanz am infinitesimalen Volumenelement

- die Geschwindigkeitsverteilung $u(y)$ in der Flüssigkeitsschicht
- den Volumenstrom \dot{V} pro Tiefeneinheit durch eine Kontrollfläche senkrecht zur Wand nach Größe und Richtung.

Anmerkung:

Man verwende das eingezeichnete Koordinatensystem.

Gegeben sind:

$\rho, \mu, s, g, \tau_0.$

