

Übungen zu den Grundlagen der Physik II

SS 2009 Übungsblatt Nr. 2

Fragen 2:

- Warum können sich Stromlinien nicht unter einem endlichen Winkel schneiden?
- Wodurch entsteht der Druckgradient in einer realen Strömung in einem waagerechten Rohr?
- Welcher physikalische Sachverhalt wird durch die Kontinuitätsgleichung der Energie

$$\frac{\partial}{\partial t} \rho_E(\vec{r}, t) + \operatorname{div} \vec{j}_E(\vec{r}, t) = 0$$

ausgedrückt?

- Welche physikalische Interpretation hat $\partial_t \operatorname{div} \vec{j}_m(\vec{r}, t)$?

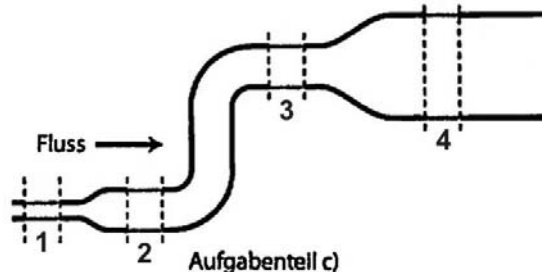
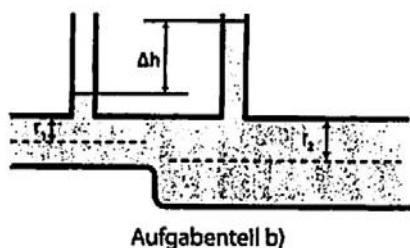
[8 Punkte]

Aufgabe 5:

a) Mit welcher Kraft müssen Sie auf den Kolben einer Spritze drücken, um ihren Inhalt von 10 cm^3 in 10 Sekunden durch die Kanüle austreten zu lassen? Mechanische Reibungskräfte seien vernachlässigt. Kolbenfläche 1 cm^2 , Länge der Kanüle 5 cm, Innendurchmesser der Kanüle 0,5 mm. Verwenden Sie die Viskosität von Wasser bei 20°C .

b) Durch das in der unten links stehenden Zeichnung dargestellte Rohr fließe Wasser. Die Radien seien:

$r_1 = 3 \text{ cm}$ und $r_2 = 9 \text{ cm}$. Die Höhendifferenz Δh sei 20 cm. Berechnen Sie die Durchflussmenge V/t , die pro Minute durch das Rohr gepumpt wird.



c) Durch das in der Zeichnung oben rechts dargestellte Rohr fließe eine laminare Strömung aufwärts. Ordnen sie die nummerierten Teilabschnitte nach der Volumenflussrate, der Strömungsgeschwindigkeit und dem Wasserdruck in drei Listen.

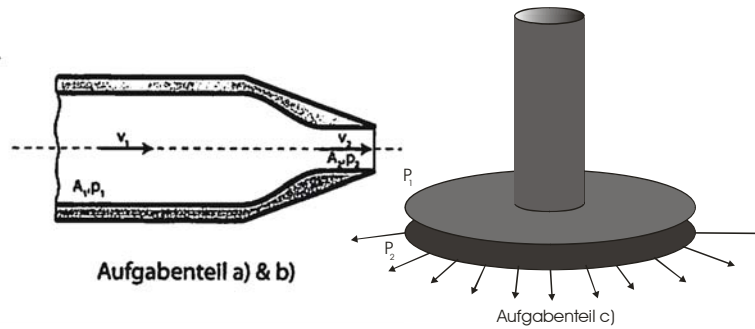
[8 Punkte]

Aufgabe 6:

Ein Feuerwehrmann halte einen Schlauch Typ B mit einem Innendurchmesser von $R_1 = 75 \text{ mm}$ und einer Durchflussrate Q von 200 Litern Wasser pro Minute. Über der Mehrzweckstrahldüse (C-Rohr) ergebe sich ein Druckabfall von $\Delta p = 5 \text{ bar}$ (Abb. links).

- Wie groß sind die Geschwindigkeiten v_1 und v_2 bei waagrecht gehaltenem Schlauch und reibungsfreier laminarer Strömung? Wie groß ist die Austrittsöffnung A_2 ?
- Welche Rückstoßkraft erhielte der Mensch vom Strahl?

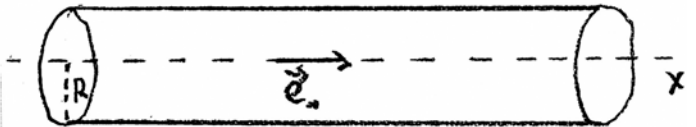
c) Aus einem Rohr, das am Ende einen kreisförmigen Flansch P_1 trägt, strömt eine Flüssigkeit oder ein Gas gegen eine vor ihm parallele Platte P_2 und strömt seitlich ab (Abb. rechts). Warum wird die Platte angezogen und nicht abgestoßen?



[8 Punkte]

Aufgabe 7

Eine inkompressible Flüssigkeit strömt durch ein gerades Rohr mit kreisförmigem Querschnitt (Radius R).



Das stationäre Strömungsfeld hat die allgemeine Form $\vec{v}(\vec{r}) = \vec{e}_1 v(x, \rho, \varphi)$ (x, ρ, φ): Zylinderkoordinaten.

- Zeigen Sie, analog zur Behandlung des 'Brunnens' in der Vorlesung: $\vec{v}(\vec{r})$ hat die Form $\vec{v}(\vec{r}) = \vec{e}_1 v_1(\rho)$.
- Die Lösung der hydrodynamischen Gleichungen ergibt für dieses Problem $v_1(\rho) = \frac{\Delta P}{4\eta\ell} (R^2 - \rho^2)$.
(ℓ : Länge des Rohres, ΔP : Druckdifferenz zwischen Anfang und Ende des Rohres, η : Viskosität).

Skizzieren Sie $v_1(\rho)$. Berechnen Sie die Flüssigkeitsmenge, die pro Zeiteinheit durch eine Querschnittsfläche des Rohres fließt.

[8 PUNKTE]

Aufgabe 8

Sei

$$\vec{v} = \vec{e}_\rho \frac{1}{\rho} \hat{v}(z), \quad \vec{e}_\rho = \frac{x\vec{e}_1 + y\vec{e}_2}{\rho}, \quad \rho = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \nabla = \vec{e}_1 \frac{\partial}{\partial x} + \vec{e}_2 \frac{\partial}{\partial y} + \vec{e}_3 \frac{\partial}{\partial z}.$$

Berechnen Sie $\text{div } \vec{v}$ in *kartesischen* Koordinaten x, y, z .

[4 PUNKTE]