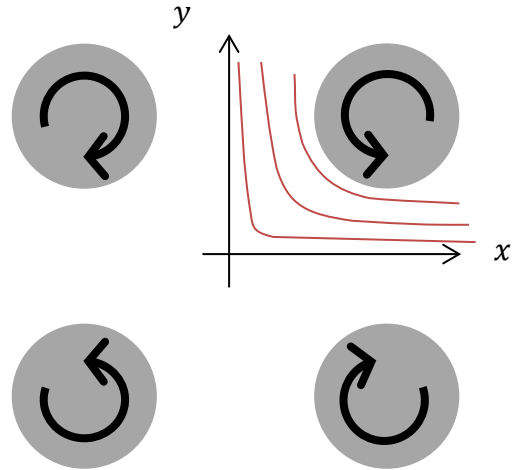


Kinematische Grundbegriffe: Dehnung, Drehung in einer Strömung

1. Aufgabe

Wir betrachten eine ebene Strömung, die durch vier drehende Rollen erzeugt wird. Die Rollen rotieren mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\pm\omega$ um die z-Achse (siehe Skizze). Im betrachteten Bereich kann das Geschwindigkeitsfeld als bekannt vorausgesetzt werden und wird in kartesischen Koordinaten (x,y) angegeben als:

$$\vec{v}(x, y) = \begin{pmatrix} v_x = \gamma x \\ v_y = -\gamma y \end{pmatrix}$$



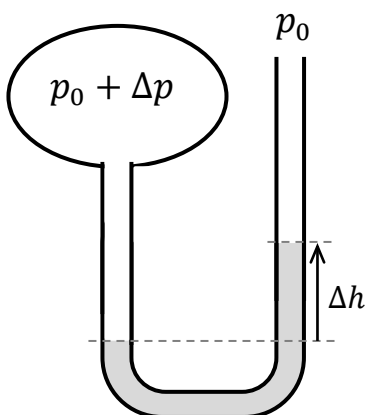
Aus dem Strömungsfeld wird ein kleines, zunächst quaderförmiges Fluidelement (ABDC) herausgegriffen.

- Untersuchen Sie, wie sich zwei anfangs orthogonale Vektoren des Fluidelements $\vec{AB} = \delta x \vec{e}_x$ sowie $\vec{AC} = \delta y \vec{e}_y$ nach einer Zeit δt ändern.
- Interpretieren Sie die Deformation (Verzerrung, Verdrehung, beides oder keines) und überprüfen Sie Ihre Aussage durch Berechnung von Divergenz und Rotation (Rotor) des Geschwindigkeitsfeldes.

Hydrostatik

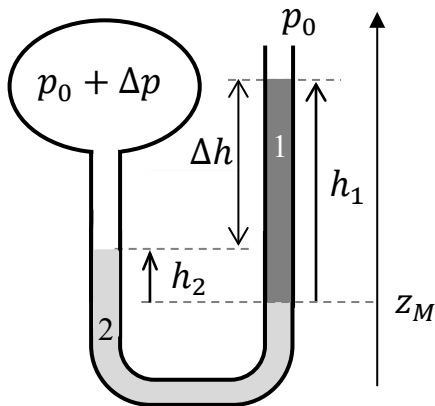
2. Aufgabe:

Behälter



Ein geschlossener Behälter steht unter einem Überdruck Δp gegenüber der Umgebung. Zur Messung dieses Druckunterschieds wird ein U-Rohr-Manometer verwendet, das mit einer einzigen Flüssigkeit der Dichte ρ gefüllt ist (siehe Skizze).

- Leiten Sie den Zusammenhang zwischen dem Druckunterschied Δp und dem Höhenunterschied Δh der Flüssigkeitssäulen her.

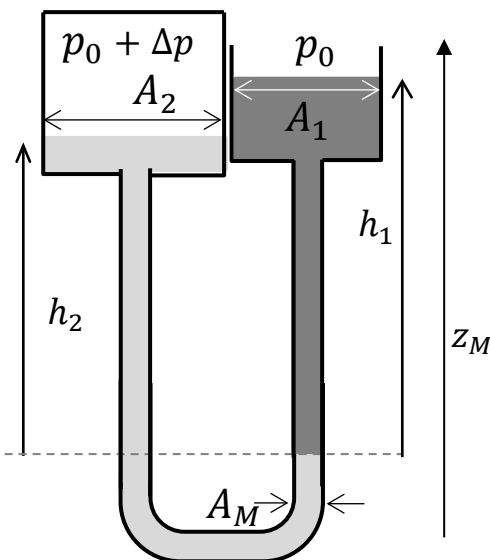


Zur Verbesserung von Messbereich und Auflösung wird ein U-Rohr-Manometer mit zwei nicht mischbaren Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte ρ_1 und ρ_2 betrachtet. Die Flüssigkeit 1 hat eine feste Säulenlänge h_1 und wir nehmen an, dass sie vollständig auf der rechten Seite des U-förmigen Rohrs verbleibt (siehe Skizze).

- b) Der Druck am Meniskus zwischen den beiden Flüssigkeiten in z_M ist p_M . Berechnen Sie den Höhenunterschied Δh für den Fall $\Delta p = 0$ als Funktion von h_1 , ρ_1 , ρ_2 .

Der Druck im Behälter wird jetzt auf $p_0 + \Delta p$ ($\Delta p \neq 0$) erhöht. Der neue Höhenunterschied ist Δh^* , und der Meniskus wird von z_M zu $z_M^* = z_M + \Delta z_M^*$ verschoben.

- c) Berechnen Sie Δp als Funktion des neuen Höhenunterschieds Δh^* und der Meniskus Verschiebung Δz_M^* . Es wird empfohlen, mit einer Skizze zu beginnen.



Eine Variante dieses Manometers kann durch die Einführung von Flüssigkeitsreservoirs mit großen Querschnitten realisiert werden, siehe Skizze.

- d) Welche Näherung ist aufgrund der Annahme $A_M \ll A_1 \approx A_2$ für die Bewegung der freien Flüssigkeitsoberflächen zulässig? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für den Zusammenhang zwischen dem Druckunterschied Δp und der Meniskusverschiebung Δz_M^* ?