

Mechanik der Kontinua

Blatt 13 - Wiederholung - Aufgaben aus vorherigen Klausuren

<http://www.physik.tu-muenchen.de/lehrstuehle/T37/teaching.html>

Ausgabe 31.01.2011

1. Zylinderförmiges Gefäß: Betrachten Sie ein zylinderförmiges Gefäß in dem eine ideale inkompressible Flüssigkeit mit der Geschwindigkeit $\mathbf{v} = \omega r \mathbf{e}_\theta$ bei dem Einfluss eines Gravitationsfeldes mit Gravitationsbeschleunigung g gleichförmig rotiert. Wenden wir zur Bestimmung des Oberflächenprofils $z(r)$ die Bernoulligleichung $p_0 + \frac{\rho v(r)^2}{2} + \rho g z(r) = \text{const.}$ entlang von Stromlinien an der Oberfläche an, so erhalten wir $z - z_0 = -\omega^2 r^2 / 2g$, d.h. der höchste Punkt befindet sich im Zentrum. Was ist falsch an dieser Rechnung?
2. Hydrodynamische Ähnlichkeit: Welche Strömungsgeschwindigkeiten sind geeignet, um mittels eines 2m großen Modells im Strömungskanal den Strömungswiderstand eines richtigen Flugzeugs zu testen? Die Parameter des richtigen Flugzeugs seien: Länge $L = 80\text{m}$, Geschwindigkeit $v = 800\text{kmh}$. Luft in 10000m Höhe hat die Dichte 0.4 kg/m^3 und Viskosität $1.5 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$. Die Messungen im Strömungskanal werden mit Wasser oder Luft durchgeführt. Die Viskosität von Wasser ist $0.9 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}$. Luft in 0m Höhe hat die Dichte 1.2 kg/m^3 und die Viskosität $1.8 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$.
3. Laminare Strömung: Betrachten Sie die laminare Strömung einer inkompressiblen Flüssigkeit der homogenen Dichte ρ_0 und Viskosität η in einer senkrecht stehenden Röhre mit Radius R . Die Flüssigkeitsbewegung wird durch die Gravitationsbeschleunigung g verursacht.
 - a) Berechnen Sie das Geschwindigkeitsfeld.
 - b) Berechnen Sie den Volumenfluss durch den Querschnitt der Röhre.
 - c) Berechnen Sie die Komponenten des Reibungstensors.
 - d) Berechnen Sie die auf die Röhrenwand wirkenden Reibungskräfte.
4. Halbkreisförmiger Hügel: Gegeben ist ein halbkreisförmiger Hügel der Höhe h (vgl. Zeichnung). Weit entfernt vom Hügel ist die Windgeschwindigkeit gegeben durch U , die Windrichtung ist parallel zum Erdboden in r_1 -Richtung, und der Luftdruck am Boden beträgt p_0 .
 - a) Zeigen Sie dass die Stromfunktion in Zylinderkoordinaten die Form $\psi = f(r) \sin \theta$ (mit

$f(r)$ beliebig) hat unter der Annahme dass es sich um eine Potentialströmung handelt.

b) Berechnen Sie den Luftdruck am höchsten Punkt des Hügels unter der Voraussetzung konstanter Dichte ρ und Gravitationsbeschleunigung g .

5. Röhre: Gegeben ist eine horizontale Röhre mit kreisförmigen Querschnitt mit den Durchmessern d_1 am Einlass und d_2 am Auslass. Der Volumenfluss eines inkompressiblen, reibungsfreien Gases durch die Röhre sei Q . Berechnen Sie den relativen Höhenunterschied h eines Quecksilber Manometers das mit dem Ein- und Auslass der Röhre verbunden ist. (Der Einfluss der Gravitation auf das Gas kann vernachlässigt werden.)
6. Elastische Wellen: Die Propagation elastischer Wellen in einem kontinuierlichen Medium kann mit dem Ansatz $\mathbf{s}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{A}f(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - ct)$ beschrieben werden. Wie hängt die Dilatation Θ mit dem Deformationsfeld $\mathbf{s}(\mathbf{r})$ zusammen? Was lässt sich über die Dilatation im Falle longitudinaler und transversaler Wellen sagen?