Prof. Roland Netz
Lehrstuhl Weiche Materie T37
netz@ph.tum.de

Mechanik der Kontinua
Blatt 9 - Reynoldszahlen und Platten

http://www.physik.tu-muenchen.de/lehrstuehle/T37/teaching.html
Ausgabe 20.12.2010

1. Reynoldszahl und Navier-Stokes Gleichung: Geben Sie die Definition und Interpretation der Reynoldszahl an. Wie vereinfacht sich die Navier-Stokes Gleichung für hohe bzw. niedrige Reynoldszahlen?

2. Platten und Widerstand: Zwei unterschiedliche, rechteckige Platten mit Länge $L_1 = 1m$ und $L_2 = 0,5m$ weden von einer inkompressiblen Flüssigkeite umströmt. Die kinematische Viskosität ist $\nu = 10^{-6}m^2/sec$. Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Flüssigkeit für Platte 2, wenn die Geschwindigkeit der Flüssigkeit, die Platte 1 umströmt, $u_\infty = 0,196m/sec$ ist. Bestimmen Sie den Anteil am Widerstand für diese Platten für (a) $u_\infty = 0,4m/sec$, (b) $u_\infty = 0,8m/sec$, und (c) $u_\infty = 1,6m/sec$ [Der Widerstandskoeffizient ist durch $c_w = \frac{0,074}{Re_L^{1/5}} - \frac{1700}{Re_L}$, für $5 \cdot 10^5 < Re_L < 10^7$ gegeben. $Re_L = \frac{uL}{\nu}$ ist die Reynoldszahl für eine gegebene Länge L.]

3. Kontinuitätsgleichung: Betrachten Sie das stationäre Strömungsfeld $v = (v_1, v_2)$ mit $v_1 = \frac{r_2^2}{r_1}$ in einer inkompressiblen Flüssigkeit. Bestimmen Sie die zweite Komponente v_2 der Geschwindigkeit.

4. Oszilliernde Platte: Betrachten Sie eine unendlich ausgedehnte Platte bei $y = 0$, die mit der Geschwindigkeit $U cos(\omega t)$ entlang der x-Richtung oszilliert.

   (a) Erklären Sie, warum die Lösung in der Form $v = (v(y,t), 0, 0)$ geschrieben werden kann, und warum die Navier-Stokes Gleichung die Form
   $$\frac{\partial v}{\partial t} = \nu \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$$
   annimmt.

   (b) Zeigen Sie, dass
   $$v(y,t) = Ue^{-ky} cos(ky - \omega t)$$
   wobei $k = \sqrt{\frac{\omega}{2\nu}}$. Verwenden Sie dazu den Ansatz $v = Re(f(y)e^{i\omega t}) = f(y)cos(\omega t)$. Nehmen Sie no-slip Randbedingungen auf der Oberfläche der Platte und $v = 0$ bei $y \to \infty$ an.