

Rajakerroksen fysiikka I

Harjoitus 1 (palautus ma 22.3.2010 klo 10, laskarit ti 23.3. klo 12.15 D112)

Tehtävä 1

Osoita, että kahden levyn välissä oleva painegradientista johtuva vakaa (steady-state), laminaarinen, pienikokoinen ja horisontaalisesti homogeeninen laboratoriovirtaus noudattaa hetkellistä yhtälöä

$$\mu \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial p}{\partial x'}$$

missä $\mu = \nu \rho$ on nesteen dynaaminen vakioviskositeetti. Painovoima on merkityksettömän pieni. (Vihje: lähde liikkeelle Navier-Stokesin liikeyhtälöstä)

Tehtävä 2

- Ratkaise virtausprofiili kahden äärettömän laajan levyn välissä olevassa nesteessä käyttäen edellisen tehtävän yhtälöä. Alempi levy pysyy paikallaan (ts. $|\mathbf{V}(0)| = 0$ ja ylempi levy liikkuu x-akselin suuntaan nopeudella $|\mathbf{V}(h)| = u_h$. Painegradientti $\frac{\partial p}{\partial x}$ on vakio ja sen vaikutus virtaukseen on samansuuntainen kuin liikkuvan levyn.
- Mikä on Reynoldsin luku vedelle ja ilmalle, jos levyjen välinen etäisyys on 10 cm ja $V_x = 10 \text{ cm s}^{-1}$? Onko virtaus turbulენტista vai laminaarista?

Tehtävä 3

- Laske potentiaalilämpötila ilmakehässä korkeudella, jossa paine on 850 hPa, lämpötila on $-2.0 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Laske virtuaalipotentialilämpötila ilmakehässä korkeudella, jossa paine on 900 hPa, lämpötila $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ja sekoitussuhde 20 g/kg .

Tehtävä 4

Kuvittele planeetta, jolla on ilmakehä ja jonka pinnalla ei ole nettosäteilyn vuorokausivaihtelua. Olisiko tällaisella planeetalla rajakerros? Perustele ja ole luova!