

Aalto Yliopisto–Insinööritieteiden korkeakoulu
Sovelletun mekaniikan laitos

Ene-39.4031 Kitkallinen virtaus

Tentti 19.12.2011 Tenttipaperiin selvästi nimi ja opiskelijanumero.

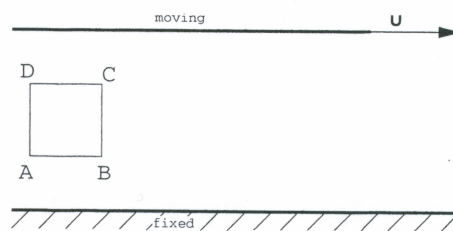
Palauta tehtäväpaperi konseptiarkin välissä.

1. Johda Couette virtauksen nopeusjakauma

$$u = \frac{U}{2} \left(1 + \frac{y}{h} \right)$$

Yksinkertaistaessasi yhtälöitä kiinnitä huomiota perusteluihin. Selvitä myös tarvittavat reunaehdot. Hahmottele lämpötilajakaumat levyjen välissä a) tilanteissa, joissa dissipaation merkitys on olematon ja b) tilanteissa, joissa sen merkitys on huomattava.

2. Tutki Couette-virtauksen pyörteisyyttä ja deformaatiota. Onko virtaus mielestäsi pyörteetöntä vai pyörteellistä? Hahmottele miten tämän virtaustilanteen pyörteisyys ja deformaatio vaikuttavat oheisen kuvan nestealkion $ABCD$ muotoon ja asemaan, kun se kulkeutuu jonkin matkaa oikealle virtauksen mukana. Ohje: Lähde liikkeelle pyörteisyys- ja venymänopeustensorien lausekkeista.



3. Mikä on kitkakertoimen C_f ja rajakerroksen liikemääräpaksuuden θ välinen yleinen yhteys? Osoita, että tasolevyn rajakerroksella pätee myös $C_f = \theta/x$.

4. Jeffery-Hamel -virtaukselle voidaan johtaa similaarisuusmuunnoksella yhtälö

$$f''' + 2\text{Re} \alpha f' + 4\alpha^2 f = 0$$

Mitä tämä yhtälö kuvaa? Esitä tilanteelle sopivat reunaehdot ja muunna yhtälö ensimmäisen kertaluvun differentiaaliyhtälöiden ryhmäksi, joka voidaan ratkaista RUNGE-ohjelmalla. Minkä ongelman reunaehdot aiheuttavat?

5. Neste valuu pitkin pystysuoraa pintaa oheisen kuvan mukaisesti. Nestekerroksen paksuus pysyy vakiona h , ja ympäröivän ilman paine on vakio p_0 . Laske nopeus- ja lämpötilakentät, kun