

25210 KITKALLINEN VIRTAUS
Tentti 13.1.2003

Tehtävään 1 vastataan ilman luentomonistetta, aikaa 25 min. Loput kysymykset jaetaan kaikille 25 minuutin jälkeen, jolloin kerätään pois ensimmäisen kysymyksen vastaukset. Tehtävissä 2-5 saa käyttää kurssin luentomonistetta (H. Ahlstedt: Kitkallinen virtaus, luentomoniste 1/00 tai aiempi versio). Harjoitustehtäviä ratkaisuihin ja muuta kirjallisuutta ei saa käyttää.

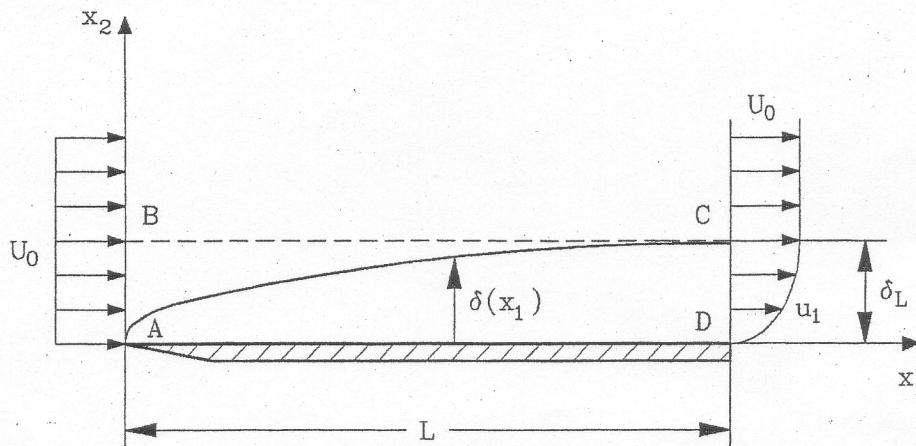
(5 pist./tehtävä)

1. Ovatko seuraavat väittämät tosia, perustele vastauksesi lyhyesti.
 - a) Navier-Stokesin yhtälöt ovat voimassa kaikilla virtausaineilla.
 - b) Pyörteisyys-virtafunktioyhtälöiden käyttö helpottaa virtauskentän laskentaa.
 - c) Virtaus irtoaa seinästä vain kiihtyvissä rajakerrosvirtauksissa.
 - d) Jännitysyhtälöturbulenssimallit tuottavat aina parempia tuloksia kuin kaksiyhtälömallit.
 - e) Suurten pyörteiden simuloinnilla on mahdollista ratkaista myös käytännössä kiinnostavia virtausilanteita.
 - f) Virtausten numeerisessa laskennassa konvektiotermin diskretointi on muita termejä hankalampaa.
 - g) Laskentaohjelmaa tehtäessä paine-nopeuskytkentä toteutuu ilman erityistoimenpiteitä.

2. Kokoonpuristumaton virtaus kulkee tasolevyn (leveys b , pituus L) ohi vakionopeudella U_o . Levyn pinnalle muodostuu rajakerros, jonka paksuus on $\delta(x_1)$. Rajakerroksen ulkopuolella nopeus $u_1 = U_o = \text{vakio}$. Oletetaan, että rajakerroksen alueella nopeusjakautuma muodostuu sinifunktiosta (nopeus levyn pinnalla = 0)

$$\frac{u_1}{U_o} = \begin{cases} \sin(\frac{1}{2}\pi x_2/\delta) & 0 \leq x_2/\delta(x_1) \leq 1 \\ 1 & x_2/\delta(x_1) > 1 \end{cases}$$

- a) laske massavirta kontrollitilavuuden pinnan BC läpi
b) laske nopeuskenttä rajakerroksessa $u_i(x_j)$
Oletetaan tunnetuksi $\delta = \delta(x_1)$, $\delta_L = \delta(x_1 = L)$.



3. Arvioi patopistevirtauksessa, $u_e = Kx$, K on vakio, kohtaa Re_x , missä tapahtuu muutos laminaarista turbulentiksi käyttäen Michelin esittämää menetelmää. Miksi Granvillen menetelmää ei voi käyttää? Oleta rajakerroksen ulkopuolinen turbulenssi merkityksettömäksi.
4. Oleta täysin kehittyneelle virtaukselle yhdensuuntaisten levyjen välissä (sileät seinät), että logaritminen laki on voimassa koko välin poikki ja $\kappa = 0,41$. Osoita, että nopeus keskiakselilla voidaan laskea yhtälöstä

$$\frac{u_{max}}{u_{av}} \approx 1 + 0,86\xi^{1/2}$$

missä ξ on kitkakerroin.

5. Mihin muotoon virtausta hallitsevat yhtälöt voidaan yksinkertaistaa alla olevan kuvan mukaisissa virtaustapauksissa (oletetaan kaikissa tapauksissa laminaari, kaksiuulotteinen, kokoonpuristumaton virtaus).

