

MEI-37400 VIRTAUSLASKENTA
Tentti 1.3.2016
Hannu Ahlstedt

Kirjallisuuden ja laskimen käyttö kielletty

(5 pist./tehtävä)

1. Selitä lyhyesti mitä tarkoittavat:

- a) laskentaverkkoriippumattomuus
- b) kontrollitulavuusmenetelmä
- c) ylävirtakaava
- d) stabiilisuus
- e) verifiointi
- f) siirtyvyys (transportiveness)
- g) alirelaksaatiokerroin
- h) numeerinen diffuusio
- i) viivästetty korjaus (deferred correction)
- j) monihilamenetelmä

2. Suureen ϕ siirtoa konvektiolla ja diffuusiolla yksiulotteisessa alueessa hallitsee yhtälö

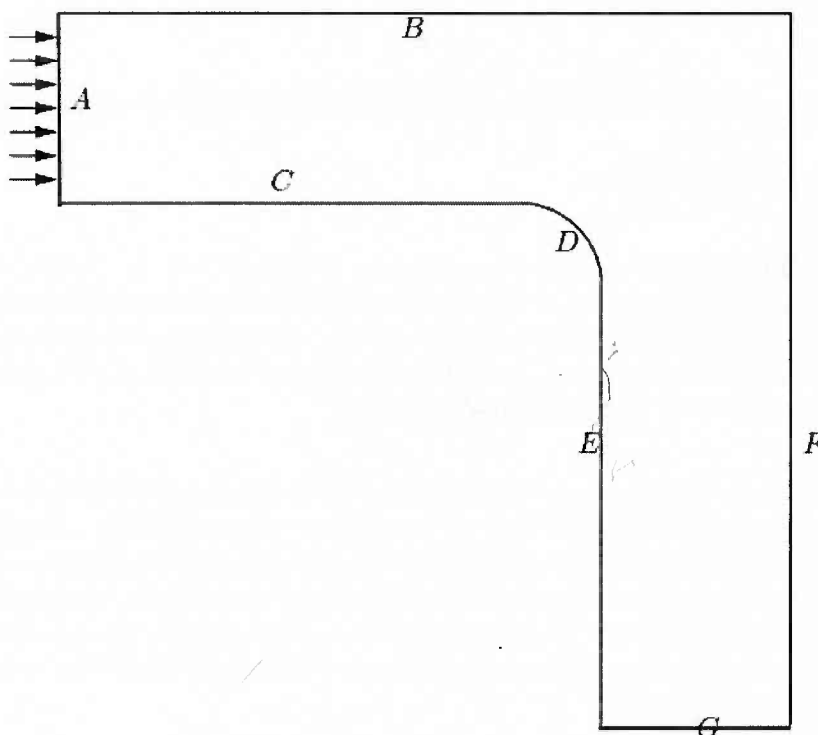
$$\frac{d}{dx}(\rho u \phi) = \frac{d}{dx} \left(\Gamma \frac{d\phi}{dx} \right). \quad (1)$$

Reunaehdot ovat ϕ_0 kohdassa $x = 0$ ja ϕ_L kohdassa $x = L$. Johda algebralliset yhtälöt $\phi(x)$:n ratkaisemiseksi käyttäen kontrollitulavuusmenetelmää ja tasan jakautunutta laskentaverkkoa. Käytä diffuusiotermin diskretointiin keskidifferenssikaavaa (central differencing scheme). Diskretoi myös konvektiotermi keskidifferenssikaavalla. Nopeus u on tässä tehtävässä tunnettu vakio.

3. Tarkoituksenesi on ratkaista virtausongelma käyttäen numeerisia ratkaisumenetelmiä. Voit olettaa, että käytettävissäsi on tarvittavat valmisohjelmat. Selvitä millaiset ohjelmat ja miksi tarvitset tehtävän määrittelyyn, ratkaisuun ja tulosten esittämiseen tai jos kaikki on samassa paketissa, niin mitä näissä eri vaiheissa tehdään. Esitä myös millaisia tietoja näissä eri vaiheissa annat ohjelmiin. Oleta, että tarkoituksenesi on ratkaista sisäpuolinen turbulenti virtauskenttä ilman lämmönsiirtoa, palamista tai muita vastaavia ilmiöitä.

4. Painekorjaus. Mihin sitä käytetään/tarvitaan? Kerro lyhyesti, miten se toimii. Mitä painekorjausmenetelmiä tiedät? Milloin käyttäisit mitäkin menetelmää?

5. Kuvassa 1 oleva turbulenti virtaustilanne halutaan laskea käyttäen $k - \varepsilon$ -mallia. Tilanne on kaksiulotteinen. Virtausaineena on ilma. Voit olettaa, että käytössäsi on kaikki tarvittavat esikäsitteily-, laskenta- ja jälkikäsitteilyohjelmat. Reunaehdoista tunnetaan seuraavat tiedot (kaikki tiedot aikakeskiarvotietoja):
- pinta A : nopeuskomponentit ja lämpötila
 - pinnat B , C , E ja F : kiinteä pinta, vakio lämpötila
 - pinta D : kiinteä pinta, vakio lämpötila (eri kuin muilla pinnoilla)
 - pinta G : paine tunnettu
- Selitä seuraavat kohdat ratkaistessasi tilanteen virtausongelmaa numeerisesti:
- a) Esitä periaatekuva sopivasta laskentaverkosta (voit tehdä verkosta tarkoituksella liian harvan).
 - b) Mitä erityispiirteitä käytetty turbulenssimalli ja valitsemasi seinämäkäsitteily tuo laskentaverkon muodostamiseen?
 - c) Miten varmistut, ettei laskentaverkon tiheys vaikuta tuloksiin?
 - d) Mitä yhtälöitä käyttämäsi laskentaohjelmisto ratkaisee?
 - e) Millaisia reunaehtoja eri pinnoilla kannattaa käyttää?
 - f) Miten asetat turbulenssisuureiden reunaehdot pinnalla A ?
 - g) Miten varmistut iteratiivisen ratkaisun konvergoinnista?



Kuva 1. Tehtävän 5 virtaustilanne.