

25210 KITKALLINEN VIRTAUS
Tentti 5.5.2000

Tehtävään 1 vastataan **ilman** luentomonistetta, aikaa 30 min. Loput kysymykset jaetaan kaikille 30 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. Selitä lyhyesti mitä tarkoittavat
 - a) similaarisuus
 - b) elliptinen virtausyhtälö
 - c) turbulenssimalli
 - d) newtoninen neste
 - e) rajakerrosyksinkertaistus
 - f) numeerinen diffuusio
 - g) turbulenssin paikallinen tasapaino
 - h) limitetty laskentaverkko
 - i) $\tilde{u}(x, y, z, t) = \bar{u}(x, y) + u'(x, y, z, t)$
 - j) $\nu_t = l_m^2 \left| \frac{\partial u}{\partial y} \right|$

Tentti 5.5.2000

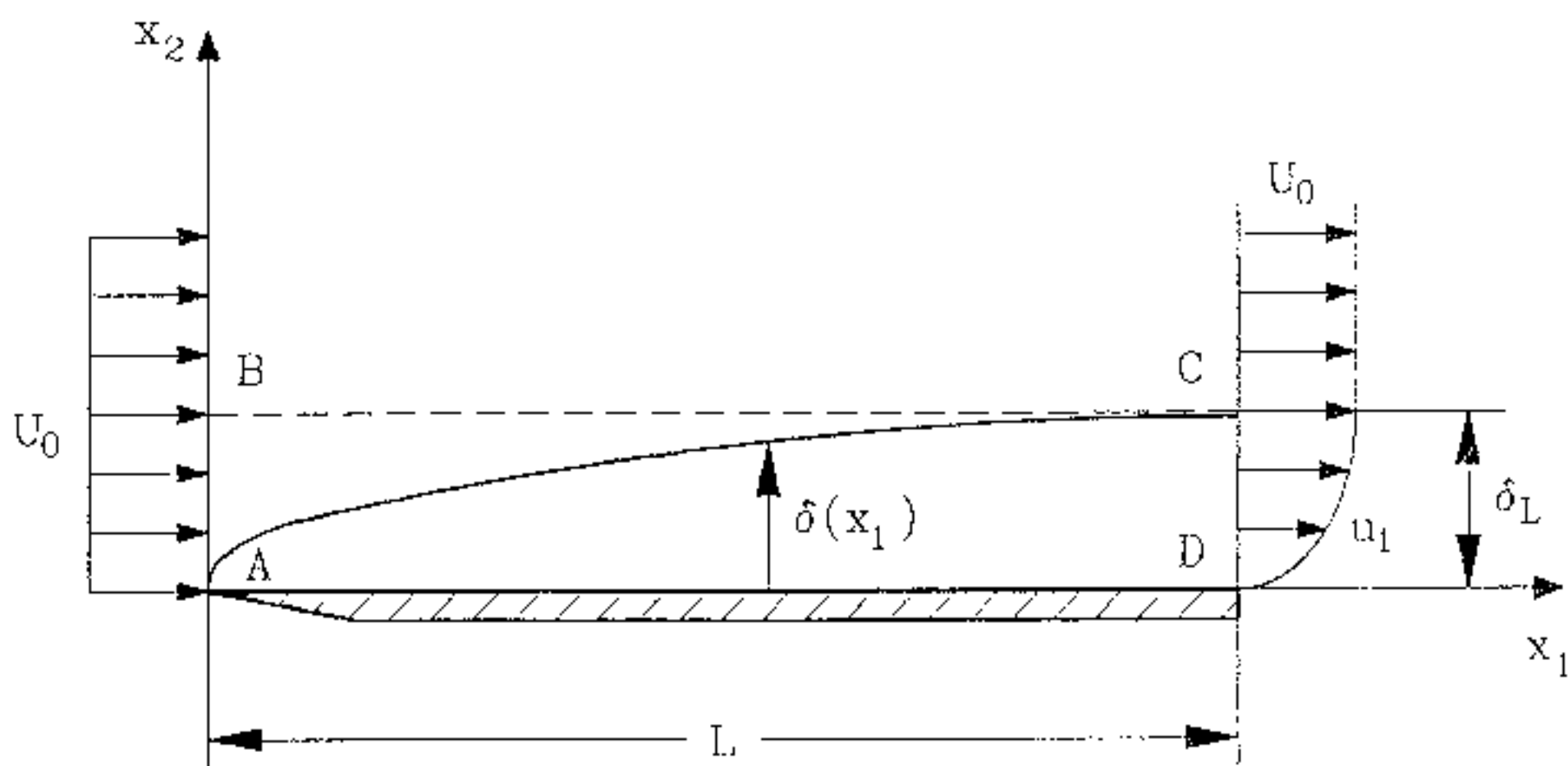
2. Kokoonpuristumaton virtaus kulkee tasolevyn (leveys b , pituus L) ohi vakionopeudella U_0 . Levyn pinnalle muodostuu rajakerros, jonka paksuus on $\delta(x_1)$. Rajakerroksen ulkopuolella nopeus $u_1 = U_0 = \text{vakio}$. Oletetaan, että rajakerroksen alueella nopeusjakautuma muodostuu sinifunktiosta (nopeus levyn pinnalla = 0)

$$\frac{u_1}{U_0} = \begin{cases} \sin(\frac{1}{2}\pi x_2/\delta) & 0 \leq x_2/\delta(x_1) \leq 1 \\ 1 & x_2/\delta(x_1) > 1 \end{cases}$$

a) laske massavirta kontrollitilavuuden pinnan BC läpi

b) laske nopeuskenttä rajakerroksessa $u_1(x_j)$

Oletetaan tunnetuksi $\delta = \delta(x_1)$, $\delta_L = \delta(x_1 = L)$.

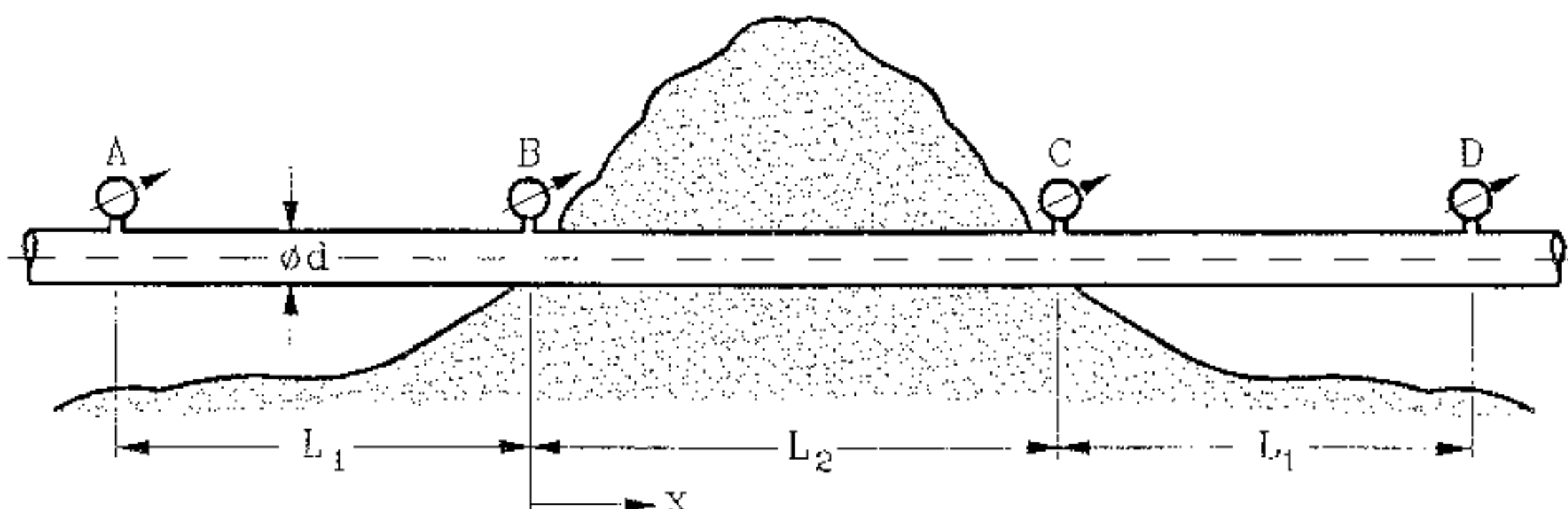


3. Vuoren läpi kulkevan hydraulisesti sileän vesiputken (halkaisija d) vuotojen testaamiseksi tehdään staattisen paineen mittauksia kohdissa A, B, C ja D. Väleillä AB ja CD ei havaita vuotoja. Putkistosta tunnetaan: $d = 0,05 \text{ m}$, $L_1 = 1000 \text{ m}$, $L_2 = 1500 \text{ m}$, $p_A = 6 \text{ bar}$, $p_B = 4 \text{ bar}$, $p_C = 1,5 \text{ bar}$, $p_D = 1 \text{ bar}$.

a) Olettaen virtaus putkessa turbulentiksi laske tilavuusvirrat väleillä AB ja CD.

b) Jos kallion sisällä putkessa on vuoto, niin laske vuodon tilavuusvirta.

c) Määritä mahdollisen vuodon sijaintipaikka x_L ja paine vuotokohtassa p_L .



4. Tuntemattomalla planeetalla turbulenti virtaus käyttäytyy hieman toisin kuin maapallon pinnalla. Myös siellä voidaan havaita laminaari alakerros, mutta meidän logaritmisien lain aluetta vastaavalla kohdalla on voimassa

$$u^+ = 4,9 + 1,1\sqrt{y^+} \quad (3)$$

Johda tälle alueelle pyörreviskositeettimalli ja sekoituspituusmalli. Vertaa tuloksiasi maanpinnalla voimassa oleviin vastaaviin malleihin.

5. Esitä kuvassa olevan tilanteen turbulentin virtauksen nopeuskentän laskennassa tarvittavat kaikki yhtälöt valitsemassasi koordinaatistossa ja yhtälöiden ratkaisussa tarvittavat reunaehdot käyttäessä standardi $k - \epsilon$ turbulenssimallia. Esitä lisäksi pienen partikkelin liikkeen selvittämiseksi tarvittavat yhtälöt. Voit olettaa tilanteen kaksiulotteiseksi, isotermiseksi ja stationääriseksi. Mihin kohtaan tarkastelualueen ulosvirtausreuna voidaan sijoittaa? Perustele valitsemasi sijaintikohta.

