

Sallittu kirjallisuus: kaavakokoelma.  
Palautta jattu kaavakokoelma tentin jälkeen.  
Älä tee kaavakokoelmaan merkintöjä.

1. Säiliössä pinnankorkeus on H. Tietyllä ajanhetkellä putken päässä oleva venttiili avataan täysin, jolloin virtaus alkaa (L >> d).

a. Mikä on nopeusprofiili u(r,t) hallitseva osittaisdifferentiaaliyhtälö reuna- ja alkuehtoineen?

Virtaus on laminaari. Huom.  $\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\rho g H}{L}$

b. Mikä on nopeusprofiili u(r), kun nopeus on saavuttanut lopullisen arvon?

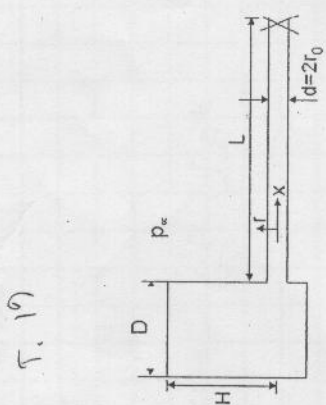
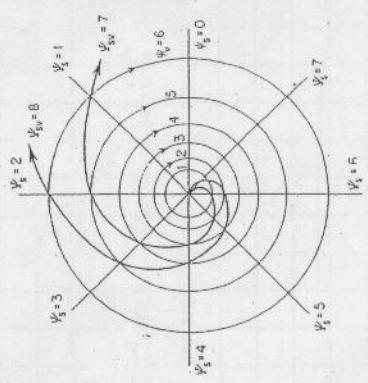
Huom.  $\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} = \frac{1}{\nu} \left( \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial u}{\partial x} \right)$

2. Kuva esittää kahden säiliön välissä olevaa putkea, jolla maanvetovoiman avulla siirretään vettä. Putken pituus on L ja sen sisähalkaisija on d. Käyttämällä yksidimensioisen virtauksen yhtälöitä, anna kaavat, joista voidaan laskea putken läpi menevä virtaus, kun

- a. virtaus on laminaari.
- b. virtaus on turbulenti.
- c. Mikä on veden nopeus, jos L = 20 m, d = 1,5 cm,  $\nu = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  ja h = 1 m.

3. Kuva esittää potentiaalivirtausta, joka syntyy kun lähdä (tuotto m) ja kiertovirtaus (sirkulaatio  $\Gamma$ ) yhdistetään.

- a. Mikä on syntyneen virtauksen kompleksinen nopeuspotentiaali?
- b. Mikä on virtaafunktio?
- c. Mikä on m ja  $\Gamma$ , jos resultanttinopeus kohdassa r = 0,2 m on 30 m/s?  $\sqrt{u^2 + v^2} = 30 \text{ m/s}$   $\sqrt{p} = 40 \text{ m/s}$
- d. Mikä on paine kohdassa r = 0,2 m, jos se kohdassa r = 0,1 m on 1 bar?



$f = C_s \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{v}{V^2}$   $C_s = -\gamma \frac{h}{r_0}$



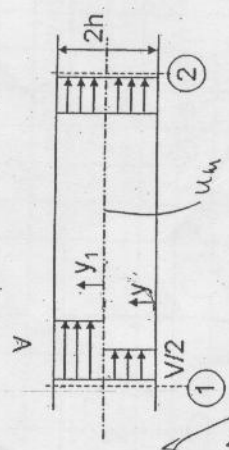
T.B ok ei paine bernardilla?

4. Kaksi virtausta, joissa on tasainen nopeusjakauma, sekoittuu levyjen välissä.

a. Soveltamalla kuvan kontrollipintaan jatkuvuus- ja liikeyhtälöitä laske paine leikkauksessa 2, jos se leikkauksessa 1 on  $p_0$ . Jätä seinämäkiikka huomioimattamatta.

b. Sama kuin a-kohhta, mutta nyt nopeus leikkauksessa 2 ei ole tasainen, vaan noudattaa täysin kehittyneen turbulentin virtauksen jakaumaa  $\frac{u}{u_m} = \left(\frac{y}{h}\right)^{1/2}$

c. Sama kuin b-kohhta, mutta lopullinen laminaari profiili on  $u = \frac{3}{2} V \left[ 1 - \left(\frac{y}{h}\right)^2 \right]$



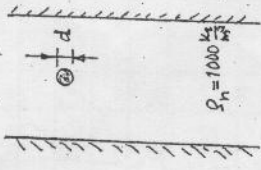
ok  $v_1 = v_2$   $\leftarrow$   $k_1 = k_2$

5. Kuva esittää paikallaan olevaa palloa, jonka tiheys on  $\rho$ . Tietyllä hetkellä pallo irroitetaan, jolloin se alkaa liikkua alaspäin ( $\rho > \rho_0$ ). Mikä on pallon nopeutta hallitseva yhtälö, jos pallon vastuskerroin  $C_D$  tiedetään ja lisäksi noste otetaan huomioon (pallon tilavuus on  $V = \pi d^3 / 6$ )  $\rho > \rho_0$

$F = C_D \frac{1}{2} \rho U^2 \frac{\pi d^2}{4}$

b. Mikä on pallon lopullinen vajoamisnopeus riittävän pitkän ajan jälkeen irroituksesta?

c. Mikä on lasipallon, d = 5 mm ja  $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$ , nopeus vedessä, jos  $C_D = 0,4$



YKKI