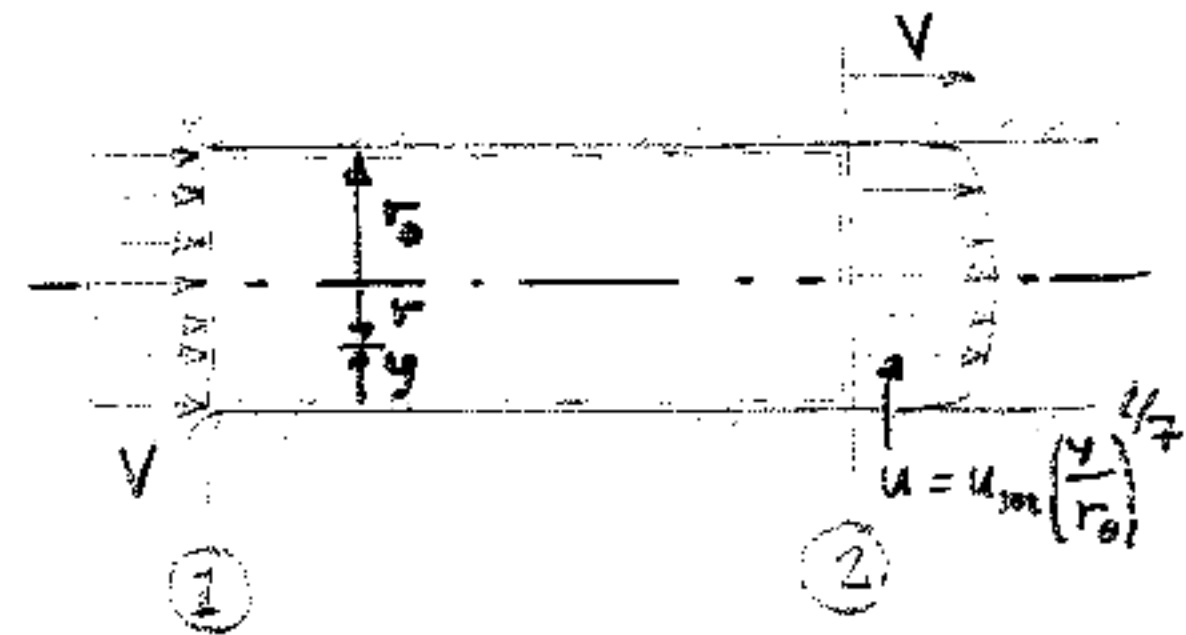
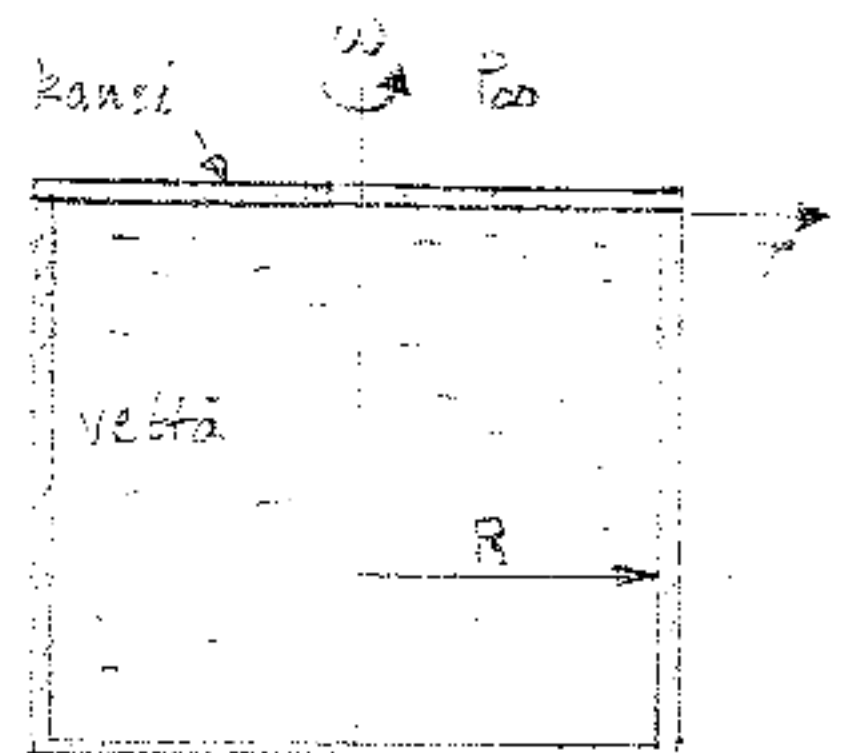


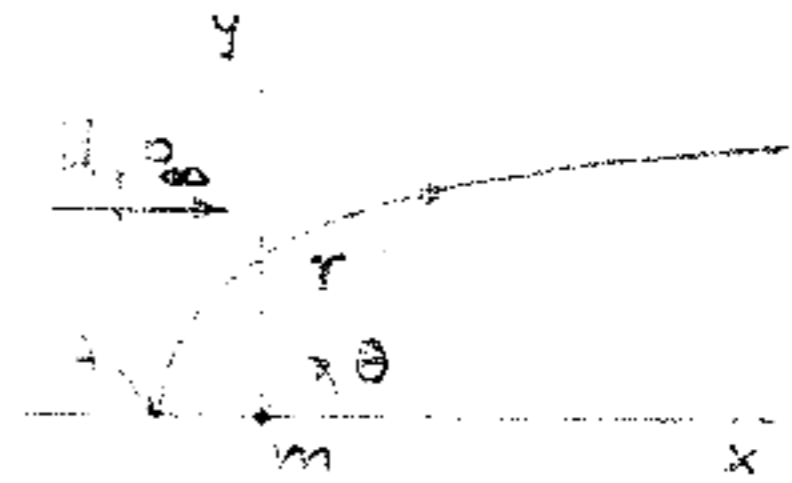
1. Kuva esittää säiliöstä putkeen tapahtuvaa virtausta, jossa nopeusprofiili on lopulta turbulenti.
- a. Jos oletetaan, että putken alussa painehäviö aiheutuisi pelkästään nopeusprofiilin muuttamisen tarvittavasta energiasta, niin mikä on tällöin paineen muutos $p_1 - p_2$? Sovella 1-dim. liikeyhtälöä $\bar{F} = \int_A \rho \bar{V} \bar{V} \cdot \bar{n} dA$ kuvan kontrollitilavuuteen. Miten lasket kitkan vaikutuksen likimääräisesti, jos oletetaan että
- b. Kitka on sama kuin täysin kehittyneessä turbulentiassa putkivirtauksessa?
- c. Kitka lasketaan tasolevyn turbulentin rajakerroksen tuloksista?
Kehittymismatka $\approx 30 d$.



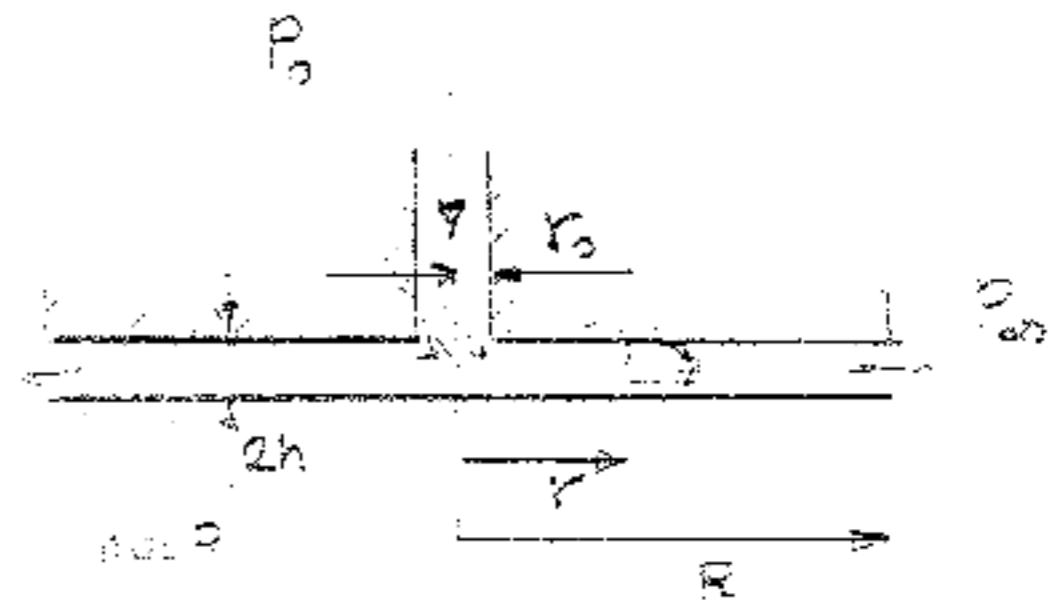
2. Kuva esittää vettä täynnä olevaa kannellista säiliötä, joka pyörii jäykän kappaleen tavoin akselissa ympäri kulman nopeudella ω . Säiliön kannessa on pieni reikä, joten paine siinä kohdassa vedessä on sama kuin ympäröivän ilman paine = p_∞ .
- a. Mikä on painejakautuma $p(r)$ kannen alapinnassa? Painetta hallitsevan yhtälön saa parhaiten r -suunnan Navier-Stokes yhtälöistä huomaamalla, että kaikki muut nopeudet = 0 paitsi u_θ .
- b. Jos vedessä on pieniä partikkeleita, joiden tiheys on hieman suurempi kuin veden, mihin ne kerääntyvät?
- c. Mikä on vedestä kanteen syntyvä voima?
- d. Jos säiliön pyöriminen pysäytetään, jatkaa vesi edelleen pyörimistään, mutta säiliön pinnoilla nopeus = 0. Mihin tällöin pienet partikkelit kerääntyvät ja miksi? Esitä virtausopillinen selitys?



3. Ns. puolikappale saadaan laskemalla yhteen yhdensuuntainen virtaus ja origoon sijoitettu lähde, jonka tuotto $q=2\pi m$.
- Mikä on syntyneen virtauksen kompleksinen nopeuspotentiaali?
 - Mikä on virtafunktion lauseke?
 - Mikä on virtafunktion arvo kappaleen pinnalla? Sen saa parhaiten asettamalla nopeuden $=0$ patopisteessä A.
 - Millä tavalla saadaan painejakautuma kappaleen pinnalla?



4. Kuva esittää pyöreästä putkesta levyjen väliin tulevaa virtausta. Tavoitteena on selvittää painejakauma $p(r)$.
- Mikä on $p(r)$, jos virtaus oletetaan kitkattomaksi ja paine lasketaan Bernoullin yhtälöstä?
 - Mikä on virtausta hallitseva yhtälö reunaehtoineen, jos nopeusprofiili oletetaan laminaariksi ja täysin kehittyneeksi. Lähde liikkeelle sylinterikoordinaatiston Navier-Stokes yhtälöistä. Kiinnitä rx -koordinaatiston origo kuvaan. Voidaan olettaa, että vain säteen suuntainen nopeuskomponentti u_r on tärkeä.
 - Onko kurssissa ollut esillä b-kohdan yhtälön ratkaisu?
 - Miten voidaan päätellä se, että noudattaako virtaus a vai b-kohdan ratkaisua?



5. Tasolevyn ohi virtaa ilma nopeudella 10 m/s. Millä etäisyydellä pinnasta kohdassa $x = 0,5$ m nopeus on 1 m/s, jos $(\nu = 1,57 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s})$
- Rajakerros on laminaari
 - Rajakerros on koko matkalla turbulenti?