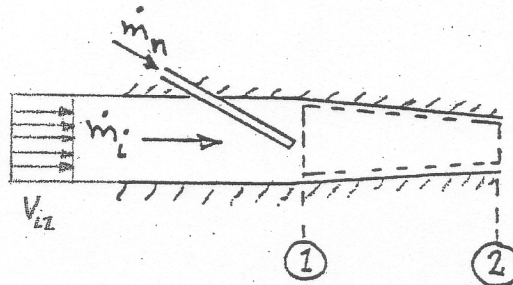


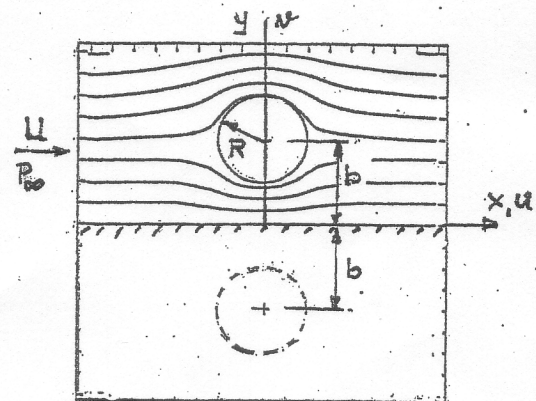
1. Kuva esittää suutinta, jonka läpi virtaa ilmaa nopeudella V_{il} . Suuttimen keskellä on putki, josta virtaukseen voidaan ruiskuttaa nestettä. Neste pisaroituu ja poistuu virtauksen mukana leikkauksesta 2.

- Mitä tapahtuu paineelle p_1 , jos nesteen ruiskutusta \dot{m}_n lisätään, mutta \dot{m}_i pidetään vakiona? Voidaan olettaa, että nesteen nopeus leikkauksessa 1 ≈ 0 . Sovella perusyhtälöitä kontrollipintaan.
- Jos ilmavirtauksen synnyttää puhallin, mitä tapahtuu ilman tilavuusvirralle, kun ruiskutusta lisätään? (Kuvan ongelma esiintyy masuunissa, johon ruiskutetaan lisäpolttoaineeksi raskasta polttoöljyä 1200 °C:een ilman ja hapen seokseen.)



2. Kuva esittää yhdensuuntaisessa virtauksessa $w = Uz$ seinämän lähellä olevaa sylinteriä. Potentiaalivirtauksessa se voidaan toteuttaa kuvan järjestelyllä. (Itse asiassa kuvan tehtävä on sama kuin yhden suuntaisessa virtauksen kohdissa $y = ib$ ja $y = -ib$ olevien sylinterien ohi tapahtuva virtaus).

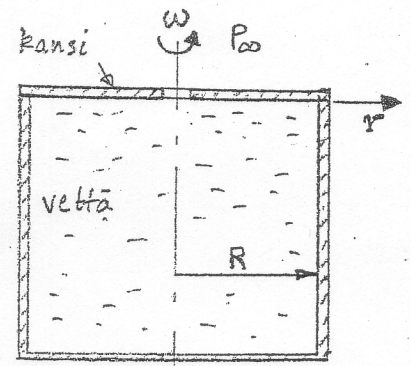
- Mikä on virtauksen kompleksinen potentiaali, jos origossa olevan sylinterin potentiaali on UR/z ?
- Mikä on kuvan virtauksen nopeuspotentiaali ϕ ? Kannattaa käyttää karteesista koordinaatistoa.
- Mikä on nopeus $u(0,0)$ origossa, jos $b = 2R$?
- Mikä on paine origossa, jos se kaukana sylinteristä on p_∞ ?



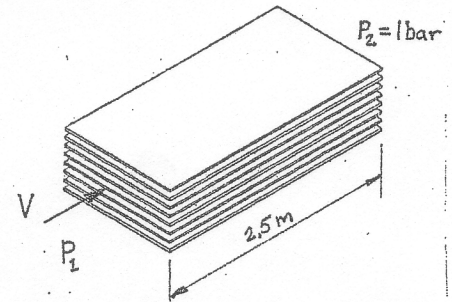
3. Kuva esittää vettä täynnä olevaa kannellista säiliötä, joka pyöri jäykän kappaleen tavoin akselissa ympäri kulmanopeudella ω . Säiliön kannessa on pieni reikä, joten paine siinä kohdassa vedessä on sama kuin ympäröivän ilman paine = p_∞

- Mikä on painejakautuma $p(r)$ kannen alapinnassa? Painetta hallitsevan yhtälön saa parhaiten r -suunnan Navier-Stokes yhtälöistä huomaamalla, että kaikki

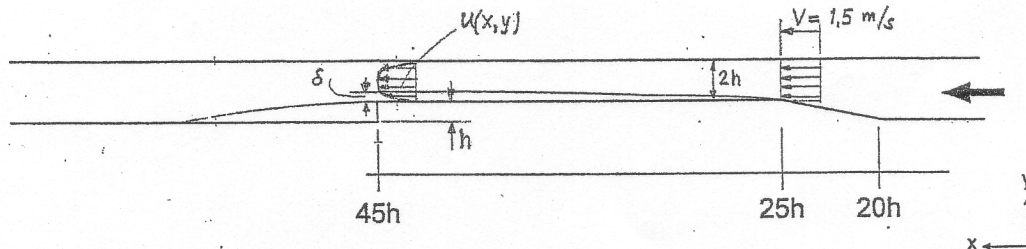
- muut nopeudet = 0 paitsi u_e .
- b) Jos vedessä on pieniä partikkeleita, joiden tiheys on hieman suurempi kuin veden, mihin ne kerääntyvät?
- c) Mikä on vedestä kanteen syntyvä voima?
- d) Jos säiliön pyöriminen pysäytetään, jatkaa vesi edelleen pyörimistään, mutta säiliön pinnoilla nopeus = 0. Mihin tällöin pienet partikkelit kerääntyvät ja miksi? Esitä virtausopillinen selitys?



4. Kuva esittää päällekkäin asetettuja lasilevyjä, joiden paksuus on 10 mm, etäisyys 10 mm ja pituus 2,5 m (Tällainen tilanne esiintyy lasinkarkaisuprosessissa, jossa lasit pitäisi lämmittää mahdollisimman tasaisesti puhaltamalla ilmaa niiden välisistä raoista).



- a) Mikä on suurin paine p_1 ennen lasia, jos halutaan säilyttää laminaari virtaus? Perustele valintasi. $v = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
- b) Anna laskentakaavat paineelle p_1 jos virtaus lasien välissä on turbulenti?
5. Alla oleva kuva esittää laboratoriossa olevaa paperikoneen perälaatikkoon liittyvää mittausjärjestelyä, jossa tutkitaan virtauksen irtoamisesta syntyvää turbulenssia. Portaan korkeus $h = 10 \text{ mm}$.



- a) Olettaen, että turbulentin rajakerroksen kehittyminen alkaa kohdasta $x = 25 \text{ h}$ laske rajakerroksen paksuus irtoamiskohdassa $x = 45 \text{ h}$. Oleta tasainen nopeusjakautuma alussa $V = 1,5 \text{ m/s}$, $\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.
- b) Millä tavalla selvittäisit, onko a-kohdassa saatu tulos lähellä täysin kehittyntä virtausta raossa? Raon korkeus on 2 h .