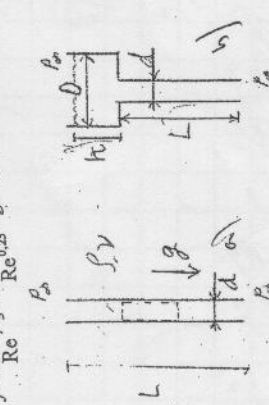


Sallittu kirjallisuus: kaavakokoelma.
Palauta jaettu kaavakokoelma tentin jälkeen.
Älä tee kaavakokoelmaan merkintöjä.

1. a) Pystysuorassa putkessa vesi virtaa painovoiman vaikutuksesta. Virtaus on täysin kehittynyt. Mikä on putken halkaisija, jotta virtauksen $Re=2000$. ($v = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$) 1,8 mm
- b) Kyseisen putken yläpäähän asetetaan astia joka on täynnä vettä. Astian pohjasta avataan venttiili, jolloin a-kohdan putkeen pitkin lähtee valumaan täysin kehittynyt virtaus. Esitä diff. yhtälö, josta voidaan laskea astian tyhjenemiseen kuluva aika. (6 p) ok

$f = \frac{16}{Re} \cdot \xi = \frac{0,3164}{Re^{0,33}}$ *turbulenssi*



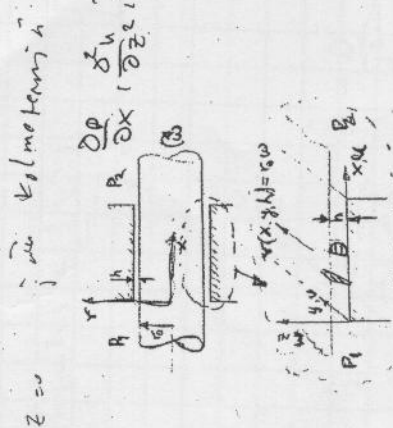
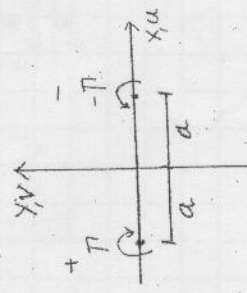
$\frac{dh}{dt} A_1 = v \cdot A_2$ *energ. yht.*
 $v^2 = 2g(h+h)$

Vasemmalla kuva a-kohtaan liittyen, oikealla b-kohtaan liittyen.

2. Kuva esittää potentiaalivirtausta, jossa kuvan esittämällä tavalla koordinaatiston molemmin puolin on asetettu erisuuntiin pyörivät kiertovirtaukset x-akselille, mitan a päähän origosta.

- a) Mikä on syntyneen virtauksen $w(z)$?
b) Mitkä ovat ϕ ja ψ ?
c) Mikä on nopeus $v(0,0)$ *(1+a)*?
d) Mikä on paine y-akselilla, jos kaukana paine on p_0 ? *bernoulli*

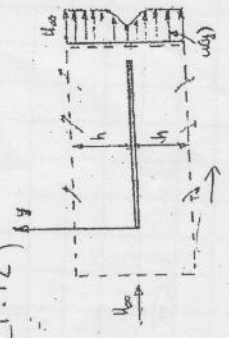
$w = 0$
 $z = 0 + iy$
 $v(0,y) = -\frac{f}{2\pi} \left(\frac{2a}{a^2 + y^2} \right)$



3. Kuva esittää akselia, joka pyöri kulmanopeudella ω samankeskisessä raossa. Raon yli vallitsee paine-ero $p_1 - p_2$. Koska $h \ll r_0$, $p = p(x)$ ja tehtävä voidaan ratkaista karteesisissa koordinaatistossa. $w=0$
- a) Mitkä ovat raossa täysin kehittynyttä laminaaria virtausta hallitsevat diff. yhtälöt reunaehtoihin karteesisissa x,y,z-koordinaatistossa?
- b) Ratkaise nopeusprofiilit a-kohdan yhtälöistä. *kyky*

4. Kuva esittää paikallaan olevaa palloa, jonka tiheys on ρ . Tietyllä hetkellä pallo irroitetaan, jolloin se alkaa liikkua alaspäin ($p > p_h$).
- a) Mikä on pallon nopeutta hallitseva yhtälö, jos pallon vastuskerroin $C_D(Re)$ tiedetään ja lisäksi neste otetaan huomioon (pallon tilavuus on $V = \pi d^3/6$).
 $F = C_D \frac{1}{2} \rho v^2 \frac{\pi d^2}{4}$ *nosto, painovoima, vastusvoima = Fera*
- b) Mikä on pallon lopullinen vajoamisnopeus riittävän pitkään ajan jälkeen irroituksesta? *25 m/s*
- c) Mikä on lasipallon, $d = 5 \text{ mm}$ ja $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$ nopeus vedessä, jos $C_D = 24/Re$, $v = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

(T.9 ratkaisun) (T.72)



- a) Virtauksessa olevan tasolevyn vastusvoima saadaan selville, jos tiedetään nopeusjakauma $u(y)$ heti levyn takana. Johda yleistä jatkuvus- ja liikevääntöä kontrollipintaan soveltamalla levyyn vaikuttavan voiman lauseke $F'' = \int_{-h}^h \rho u(u_x - u) dy$.
- b) Tasolevyn tapauksessa tuos saadaan myös toisin kuin edellä, koska leikkausjännitys pinnassa pystytään laskemaan rajakerrosteorian avulla. Mikä on F' , jos rajakerros on laminaari? Anna kaikki tarvittavat kaavat myös kiikkakerroimelle tai selitä mistä kiikkakerros saadaan.
- c) Mikä on F' , jos rajakerros on turbulenti? *f kuu arjasta*