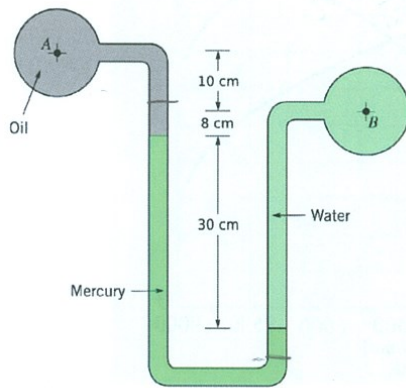


KJR-C2003 Virtausmekaniikan perusteet, K2015

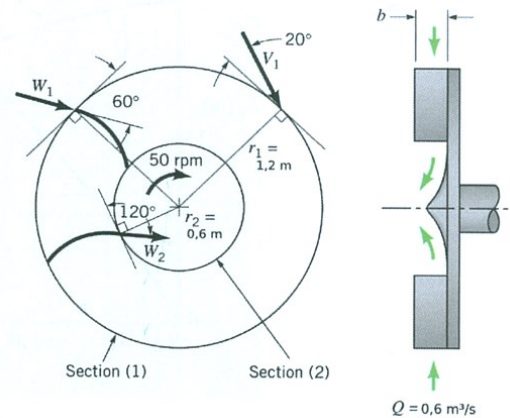
Tentti, maanantai 14.12.2015 13:00-17:00

Lue tehtävät huolellisesti. Selitä laskutehtävissä eri vaiheet. Pelkät kaavat ja ratkaisu eivät riitä täysiin pisteisiin. Kiinnitä erityistä huomiota käsialaan!

- Vastaa lyhyesti (enintään muutama virke per kohta) seuraaviin kysymyksiin. Jokaisesta kohdasta 1p.
 - Mitä tarkoittavat lokaali- ja konvektiokiihtyvyydet?
 - Selitä, mistä termeistä Navier-Stokes -yhtälöt koostuvat eli mitä eri termit kuvaavat.
 - Mitä tarkoittaa potentiaaliteorian yhteydessä ratkaisujen superponointi?
 - Miksi pallon vastus saattaa pienentyä, kun sen pintaa karhennetaan?
 - Miten laminaarin ja turbulentin rajakerroksen nopeusjakaumat eroavat toisistaan?
 - Mitä Moody-diagrammi kuvaa?
- U-manometri sisältää öljyä ($\rho = 912 \text{ kg/m}^3$), elohopeaa ($\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$) ja vettä ($\rho = 999 \text{ kg/m}^3$) kuvan 1 mukaisesti.
 - Miten hydrostaattinen paine muuttuu korkeuden funktiona levossa olevassa fluidissa ja miten tämä yhteys on johdettavissa? (2p)
 - Johda yhtälö pisteen A ja B väliselle paine-erolle kuvan tilanteessa. Mikä on pisteen B paine, jos paine pisteessä A on 100 kPa? (2p)
 - Mikä on uusi manometrilukema, jos paine pisteessä B kasvaa 10 kPa:lla? (2p)
- Vesiturbiini pyörii 50 rpm kuvan 2 mukaisesti. Sisäsäde $r_2 = 0,60 \text{ m}$, ja ulkosäde $r_1 = 1,2 \text{ m}$. Sisään tulevan absoluuttisen nopeuden V_1 kulma on 20° tangentiaaliseen nopeuteen nähden. Suhteellinen nopeus sisäänvirtauksessa $W_1 = 3,34 \text{ m/s}$. Turbiinin lavat ovat 60° :n kulmassa tangenttiin nähden. Suhteellisen nopeuden kulma ulostulossa on 120° . Tilavuusvirta on $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Määritä turbiinin lapojen korkeus b , ja vastaava saatavilla oleva akseliteho.
 - Piirrä nopeuskolmio sisäänvirtauksessa ja selitä, mihin nopeuskolmion eri komponentit liittyvät. (2p)
 - Määritä turbiinin lapojen korkeus b . (2p)
 - Selitä, millä periaatteella turbiinin teho voidaan tässä tilanteessa määrittää ja laske turbiinin akseliteho annetuista tiedoista. (2p)



Kuva 1: Tehtävä 2 (Young et al, 2012)

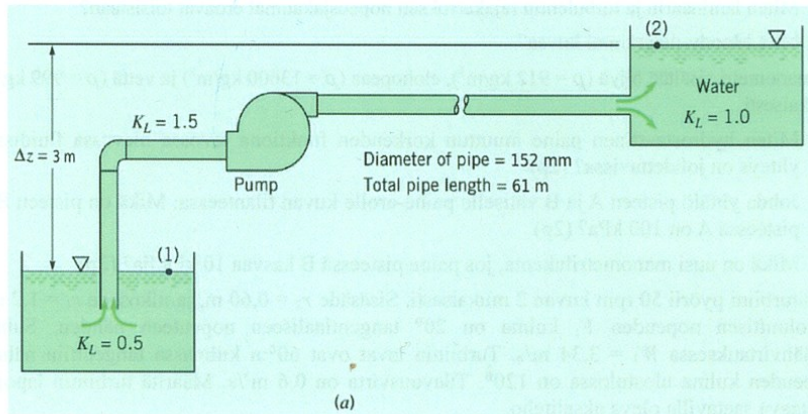


Kuva 2: Tehtävä 3 (Young et al, 2012)

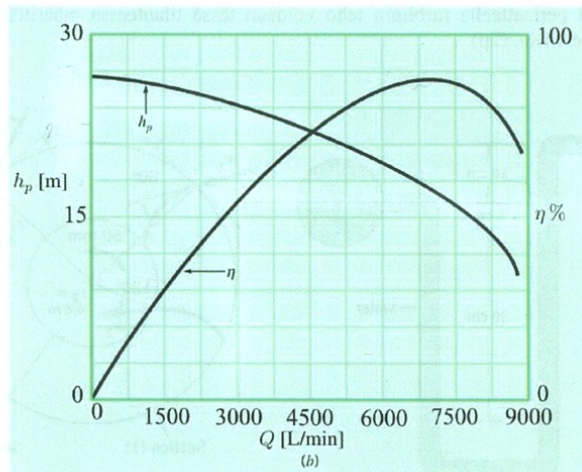
- Pyöreässä putkessa olevalle pallolle määritetään vastus \mathcal{D} kokeellisesti. Oleta että vastus on funktio pallon halkaisijasta d , putken halkaisijasta D , nesteen virtausnopeudesta V ja nesteen tiheydestä ρ .
 - Määritä vastukselle dimensioton riippuvuus käyttäen toistuvien muuttujien menetelmää. (4p, prosessi: 3p, ratkaisu: 1p)
 - Kokeet näyttävät että vastus arvoilla $d = 0,5 \text{ cm}$, $D = 1 \text{ cm}$ ja $V = 0,6 \text{ m/s}$ on $7 \times 10^{-3} \text{ N}$, kun virtaava

neste on vettä. Jos mahdollista, määritä vastus pallolle putkessa, jonka halkaisija on 0,6 m, kun veden virtausnopeus on 2 m/s. Pallon halkaisija määräytyy geometrisen similaarisuuden perusteella. Jos vastusta ei ole mahdollista määrittää, selitä miksi. (2p)

5. Vettä pumpataan kahden suuren tankin välillä kuvan 3 mukaisella järjestelyllä. Putken ($f = 0,03$) halkaisija on 152 mm ja kokonaispituus 61 m.
- Miten putkistossa tapahtuvat häviöt tyypillisesti luokitellaan? Jaa tässä järjestelyssä tapahtuvat häviöt näihin luokkiin. Pumpun häviöitä ei tarvitse huomioida. (1p)
 - Määritä pumpun nostokorkeus, jos tilavuusvirta on 3000 l/min. (2p)
 - Järjestelmän tilavuusvirtaa halutaan muuttaa ja pumpun tilalle vaihdetaan uusi pumppu, jonka ominaisuudet ovat kuvan 4 mukaiset. Määritä tilavuusvirta ja hyötysuhde tällä pumpulla? (3p)



Kuva 3: Tehtävä 5 (Young et al, 2012)



Kuva 4: Tehtävä 5 (Young et al, 2012)