

Muistathan, että perustelut ovat tärkeitä osa laskua ja arvostelua!

Ilman ominaisuuksia:

tiheys: $\rho_{\text{ilma}} = 1,23 \text{ kg/m}^3$

(dynaaminen) viskositeetti: $\mu_{\text{ilma}} = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$

Veden ominaisuuksia:

tiheys: $\rho_{\text{vesi}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

(dynaaminen) viskositeetti: $\mu_{\text{vesi}} = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$

Gravitaatiokiihtyvyyys: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Kaavoja: Käyttäessäsi näitä selitä, mitä olet tekemässä ja mitä periaatetta käyt-tämässä. Kaikkia kaavoja ei välttämättä tarvita.

Bernoullin yhtälö: $p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho V^2 = p_T$

Energias:

$\left(p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho V^2 \right)_{\text{ulos}} = \left(p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho V^2 \right)_{\text{sisään}} + \text{kontrollitilavuuteen tehty työ} - \text{häviöt}$

Häviöitä: $\Delta p_{\text{kritika}} = f \frac{l}{D} \frac{\rho}{2} V^2$ $\Delta p_{\text{häviö}} = K \frac{\rho}{2} V^2$

Reynoldsin luku: $Re = \frac{\rho VL}{\mu}$

Teho: $P = \Delta p Q$

Massavirta: $m = \int_A \rho V \cdot \vec{n} dA$

Liikemäärävu: $\int_A V \rho V \cdot \vec{n} dA$

Kun nopeus on vakio pinnalla A, liikemäärävu: Vm

Liikemäärätase: $\sum \vec{F} = \text{liikemäärävu ulos} - \text{liikemäärävu sisään}$

Moody-diagrammi on tehtäväpaperin lopussa.

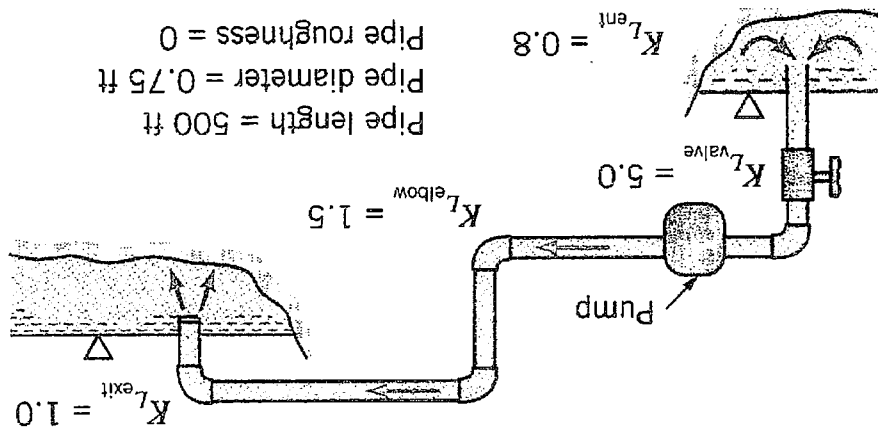
Kuvasa (2) pumppu pumpkaa putkiston kautta vettä alemmasta lamasta ylem-
 pään. Pumpun nostokorkeus on 76 m ($7.46 \cdot 10^5$ Pa). Määritä pumpun teho. Lam-
 pien pintojen välinen korkeusero on 60 m. Putken halkaisija on 23 cm, pituus
 152 m. Putken materiaali on sileää. Putkistossa olevan venttiilin vastuskerroin on
 5, mutkien vastuskerroin 1.5, ulosvirtauksen 1 ja sisäänvirtauksen 0.8.

2. Tehtävä (6 p.)

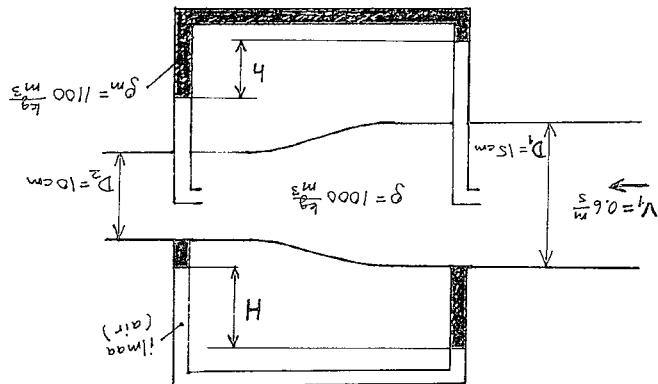
Kuvasa (1) kaventuvaan putkeen on kytketty kaksi Pitot-putkea ja kaksi piet-
 sometriä. Virtaava aine on vettä. Häviöitä ei huomioida. Määritä manometrien
 lukemat h ja H . Alemman manometrin nesteen tiheys on 1100 kg/m^3 .
 Mitä häviöitä kuvan virtauksessa voi esiintyä? Mihin suuntaan manometrien luke-
 mat muuttuisivat, jos virtaushäviöitä otettaisiin huomioon (lukuarvoa ei tarvitse
 laskea)? Perustele vastauksesi.

1. Tehtävä (6 p.)

Kuva 2: Lampien välinen putkisto (tehtävä 2).



Kuva 1: Virtaus kapenevassa putkessa (tehtävä 1).



Kuvaile lyhyesti turbulentin ja laminaarin virtauksen eroja. Selosta, miten transiitio laminaarista turbulentiksi vaikuttaa nopeusprofiiliin virtaviivaisen kappaleen pinnalla ja virtaviivaisen kappaleen vastukseen. Voit käyttää esimerkiksi tasolevyä.

5. Tehtävä (3 p.)

Selosta, mikä on von Karmanin pyörreerata, ja mitä käytännön merkitystä sillä voi olla.

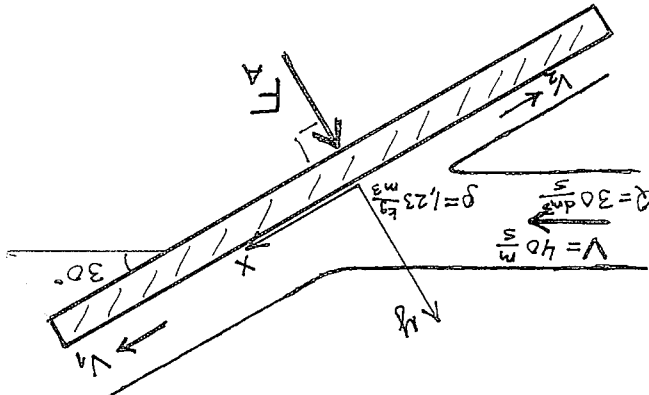
4. Tehtävä (3 p.)

Ilmasuihku, jonka tilavuusvirta on $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ osuu tasolevyn kuvan (3) mukaisesti. Suihkun nopeus on 40 m/s . Oletetaan, että virtausnopeuden itseisarvo pysyy vakiona siirtymäkohdassa suihkusta levyn pinnalle ja pitkin levyä. Määritä:

- Tukivoiman F_A suuruus, kun se pitää levyn paikallaan. Tukivoiman suunta on kuvan mukainen eli kohtisuorassa levyä vastaan.
- Vios- ja alaspäin levyllä kääntyvä massavirta.
- Tukivoiman F_A suuruus, kun levy liikkuu oikealle vakionopeudella 10 m/s . Sa- arvo säilyy vakiona siirtymäkohdassa suihkusta levyn pinnalle ja levyn pintaa pitkin.

3. Tehtävä (6 p.)

Kuva 3: Levyn osuva ilmasuihku (tehtävä 3).



Kuva 4: Moody-diagrammi.

