Kul-34.115 Virtausmekaniikan perusopintojakso Tellervo Brandt

2. osatentti 20.12.2005

Muistathan, että perustelut ovat tärkeä osa laskua ja arvostelua!

Ilman ominaisuuksia

tiheys: $\varrho_{\text{ilma}} = 1.23\,\text{kg/m}^3$
(dynaaminen)viskositeetti : $\mu_{\text{ilma}} = 1.79 \cdot 10^{-5}\,\text{Ns/m}^2$

Veden ominaisuuksia

tiheys: $\varrho_{\text{vesi}} = 999\,\text{kg/m}^3$
(dynaaminen)viskositeetti : $\mu_{\text{vesi}} = 1.12 \cdot 10^{-3}\,\text{Ns/m}^2$

Gravitaatiokiihtyvyys: $g = 9.81\,\text{m/s}^2$.

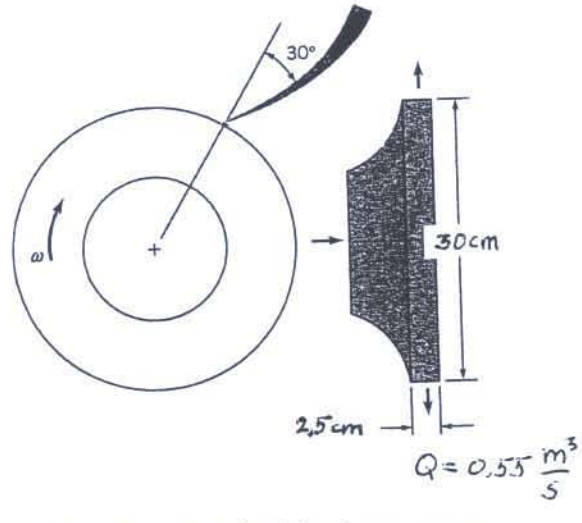
Saat käyttää tentissä A4-kokoista muistiinpanolappuasi. Palauta se yhdessä tehtäväpaperin kanssa valvojalle.

1. Tehtävä (4 p.)

Keskipakopumpun juoksupyörä pyörii kuvan 1 osoittamaan suuntaan nopeudella 1200 rpm. Sisäänvirtaus on roottoriin nähden radiaalista ja ulosvirtauksessa on staattori, joka on asetettu 30° kulmaan radiaaliseen suuntaan nähden. Pumpun läpi kulkeva tilavuusvirta on $0.55\,\text{m}^3/\text{s}$

a) Piirrä ulosvirtauksen nopeuskolmio ja merkitse siihen kolmion kaikkien sivujen pituudet.

b) Laske pumpun kuluttama teho, kun virtaava aine on vettä. Mahdollisia häviöitä ei huomioida.



Kuva 1: Tehtävän 1 keskipakopumppu

2. Tehtävä (6 p.)

Tarkastellaan virtausta kuvan 3 puoliäärettömän kappaleen ulkopuolella. Tulovirtauksen nopeus on U. Tätä tilannetta mallintava potentiaalivirtaus muodostetaan yhdistämällä yhdensuuntaisvirtaus ja lähde.

a) Miten yhdistät yhdensuuntaisvirtauksen ja lähteen, ja miksi voit tehdä näin?

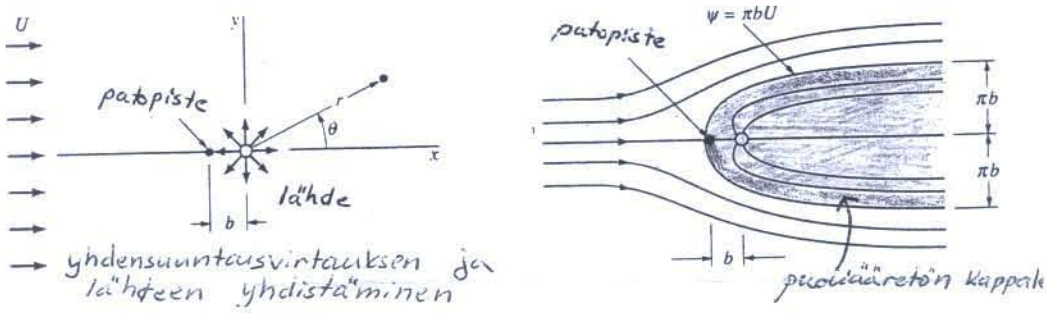
b) Osoita, että tehtävässä on valittava lähteen voimakkuudeksi

$$m = 2\pi U b$$

missä U on tulovirtauksen nopeus ja b patopisteen etäisyys lähteestä.

c) Ratkaise patopisteen kautta kulkevan virtaviivan yhtälö muodossa $r = f(\theta)$.

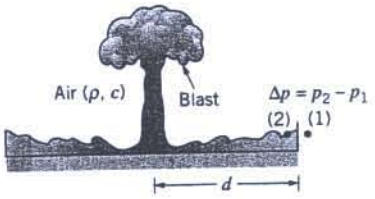
d) Virtaviivan voidaan ajatella kuvaavan kappaleen pintaa. Miksi?



Kuva 2: Tehtävän 2 yhdensuuntaisvirtaus ja lähde.

3. Tehtävä (4 p.)

Tehtävässä tarkastellaan räjähdyksestä (Kuva 3) seuraavan paineaallon aiheuttamaa paineen nousua, Δp. Tämän paineen nousun oletetaan olevan funktio räjähdyksessä vapautuneesta energiasta, E, ilman tiheydestä, ϱ, äänennopeudesta, c, ja tarkastelupisteen etäisyydestä räjähdyspaikasta, d.



Kuva 3: Tehtävän 3 räjähdys.

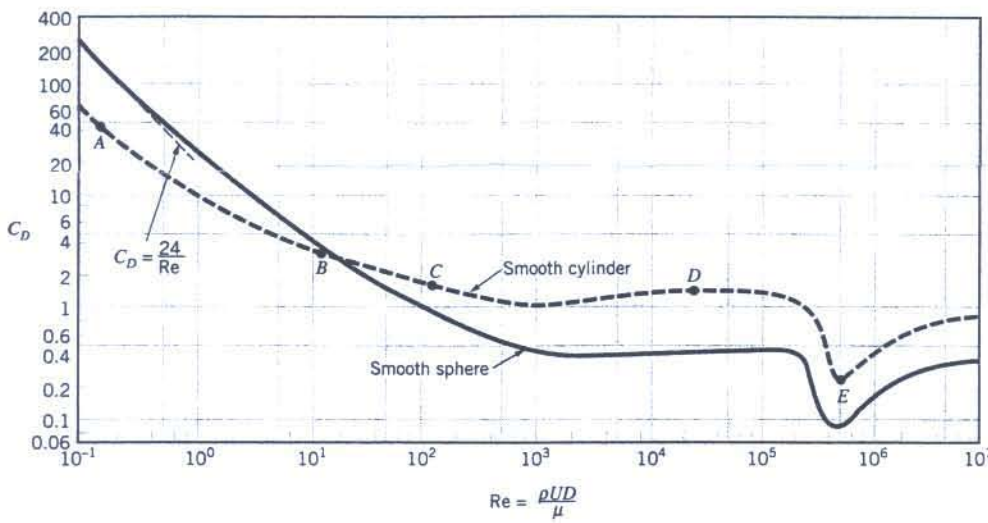
a) Muodosta riippuvuudelle dimensioton muoto.

b) Räjähdystä, jossa vapautuvan energian määrä olkoon E, halutaan tutkia mallikokeen avulla. Tarkoituksena on selvittää paineen nousu kilometrin etäisyydellä räjähdyspaikasta. Mallikokeessa suoritettavassa räjäytyksessä vapautuu energiaa tuhannesosa oikean räjähdyksen energiasta. Millä etäisyydellä räjähdyspaikasta paineen nousua on mitattava mallikokeessa? Miten lasket oikean räjähdyksen paineen nousun mallikoetuloksen avulla? Voit olettaa, että sekä oikeassa tilanteessa että mallikokeessa väliaineena on ilma.

4. Tehtävä (4 p.)

a) Kuvaan 4 on piirretty sylinterin vastuskerroin Reynoldsin luvun funktiona. Kerro, miksi vastus muuttuu kuvan osoittamalla tavalla. Kuvaile virtauskenttiä eri kohdilla vastuskäyrää.

b) Mikä on von Karmanin pyörrerata, ja miksi insinöörin on hyvä olla tietoinen tästä ilmiöstä?



Kuva 4: Tehtävä 4: sylinterin vastuskerroin Reynoldsin luvun funktiona.