

1. välikoe

09.03.2011

Muistathan, että perustelut ovat tärkeä osa laskua ja arvostelua!

Properties of airdensity: $\rho_{\text{air}} = 1.23 \text{ kg/m}^3$ (dynamic) viscosity: $\mu_{\text{air}} = 1.79 \cdot 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$ **Properties of water**density: $\rho_{\text{water}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ (dynamic) viscosity: $\mu_{\text{water}} = 1.12 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$ **Gravitational acceleration:** $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

Equations When you use these equations, please explain what are you doing and what principle are you applying. All the equations may not be needed.

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

Energy balance:

$$\left(p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho V^2 \right)_{\text{out}} = \left(p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho V^2 \right)_{\text{in}} + \text{work done on the control volume} - \text{losses}$$

Losses: $\Delta p_{\text{friction}} = f \frac{l}{D} \frac{1}{2} \rho V^2$ $\Delta p_{\text{loss}} = K \frac{1}{2} \rho V^2$

Reynolds number: $Re = \frac{\rho V L}{\mu}$

Power: $P = \Delta p Q$

Mass flux: $\dot{m} = \int_A \rho \vec{V} \cdot \vec{n} dA$

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

When velocity is constant on surface A, momentum flux: $\vec{V} \dot{m}$

Momentum balance: $\sum \vec{F} = \text{momentum flux out} - \text{momentum flux in}$

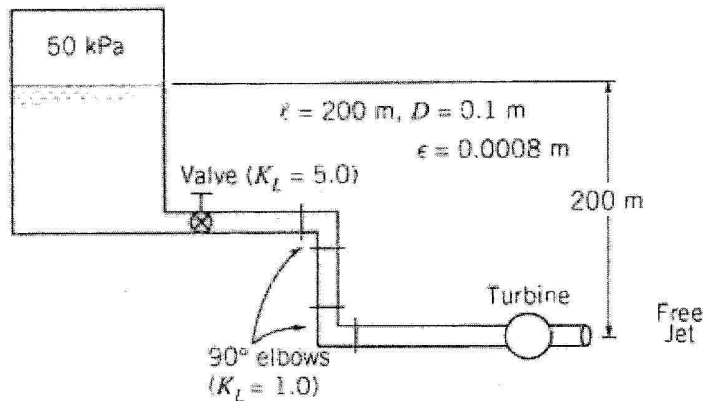
Moment of momentum equation:

$$\Sigma \vec{T} = \dot{m}_{\text{out}} \left(\vec{r} \times \vec{V} \right)_{\text{out}} - \dot{m}_{\text{in}} \left(\vec{r} \times \vec{V} \right)_{\text{in}}$$

$$\vec{r} \times \vec{V} = \pm r V_{\theta}$$

Euler turbomachine equation:

$$P = \dot{m} (\pm UV_{\theta})_{\text{out}} - \dot{m} (\pm UV_{\theta})_{\text{in}}$$



Kuva 1: Tehtävän 1 putkisto.

1. Tehtävä (6 p.)

Vesi virtaa paineistetusta tankista kuvan 1 mukaista putkea pitkin. Turbiinin tehoksi muuttama paine vastaa korkeutta 116 m. Määritä massavirta, kun sisäänvirtaushäviöt jätetään huomiotta.

372

2. Tehtävä (6 p.)

a) Määrittele seuraavat käsitteet: virtaviiva, juovaviiva ja rataviiva. Minkälaisessa tilanteessa nämä viivat ovat samoja?

b) Vedellä on nopeus $\vec{V} = u_0 \sin[\omega(t - y/v_0)]\vec{i} + v_0\vec{j}$, missä u_0 , v_0 , ja ω ovat vakioita. Siten nopeuden y -komponentti pysyy vakiona ($v = v_0$) ja x -komponentti paikassa $y = 0$ on $u = \frac{u_0}{\omega} \sin(\omega t)$. Määritä virtaviivat, jotka kulkevat origon ohiitse ajanhetkillä $t = 0$ ja $t = \pi/2\omega$.

3. Tehtävä (6 p.)

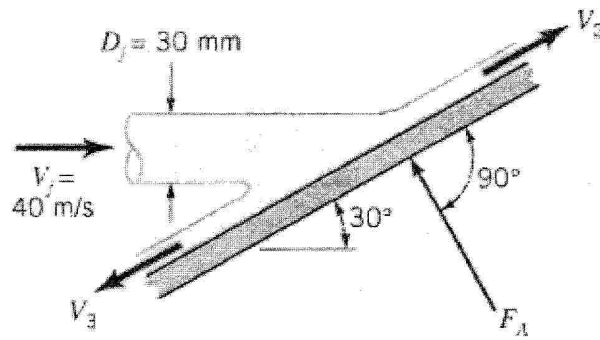
Ilmasuihku, jonka tilavuusvirta on $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ osuu tasolevyyn kuvan 2 mukaisesti. Suihkun nopeus on 40 m/s . Oletetaan, että virtausnopeuden itseisarvo pysyy vakiona siirryttäessä suihkusta levyn pinnalle ja pitkin levyn pintaa. Määritä:

a) Tukivoiman F_A suuruus, kun se pitää levyn paikallaan. Tukivoiman suunta on kuvan mukainen eli kohtisuorassa levyä vastaan. 0,74

b) Ylös- ja alaspäin levyllä kääntyvä massavirta. 0,03 ja 0,007

c) Tukivoiman F_A suuruus, kun levy liikkuu oikealle vakionopeudella 10 m/s . Samoin kun edellisissä kohdissa oletetaan, että suhteessa maahan virtausnopeuden itseisarvo säilyy vakiona siirryttäessä suihkusta levyn pinnalle ja levyn pintaa

0,55



Kuva 2: Vinoon levyyn iskeytyvä ilmasuihku (Tehtävä 3).

pitkin.

4. Tehtävä (3 p.)

Selosta, miten pitot-staattinen putki toimii. Mihin sitä käytetään?

5. Tehtävä (3 p.)

Määrittele staattinen -, dynaaminen - ja kokonaispaine. Anna esimerkki tilanteesta, jossa näitä käsitteitä hyödynnetään.