

Øving 6: Høst 2014

Oppgaver fra White, 7. utgave

Oppgave 3.139 (3.169 i 6. utgave)

Extend the siphon analysis of Example 3.14 (3.22 in 6th edition) to account accurately for friction in the tube, as follows. Let the friction head loss in the tube be correlated as $5.4 V_{\text{tube}}^2/(2g)$, which approximates turbulent flow in a 2-m-long tube. Calculate the exit velocity in m/s and the volume flow rate in cm^3/s , and compare to Example 3.14 (3.22 in 6th edition).

Liten forklaring til oppgave 3.169:

Bernoullis ligning

$$\left(\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 \right) = \left(\frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \right), \quad (1)$$

er et uttrykk for mekanisk energibalanse mellom punkter 1 og 2. Energi kan som kjent opptre i mange ulike former og spesielt er det nyttig å skille mellom nyttig og unyttig energi. Ligning 1 uttrykker bevarelse av *nyttig* energi. I praksis går alltid noe energi over til en unyttig form (typisk varme), for eksempel som følge av friksjon. Energien *totalt sett* er imidlertid bevart. Anta at vi starter med energi E_1 og utfører en prosess med tap som tar oss til energi E_2 . Energibevarelse krever da:

$$E_1 = E_2' = E_2 + E_{\text{tap}}, \quad (2)$$

hvor E_2 er den nyttige energien i punkt 2 og E_{tap} er den unyttige (tapte) energien.

Det samme prinsippet kan brukes på Bernoullis ligning. Hvis man ser på ligning 1 så er hvert ledd uttrykt som en høyde (altså dimensjon m). Et eventuelt tapsledd må derfor også uttrykkes som en høyde. Vi innfører derfor *tapshøyden* h_f i Bernoulli som

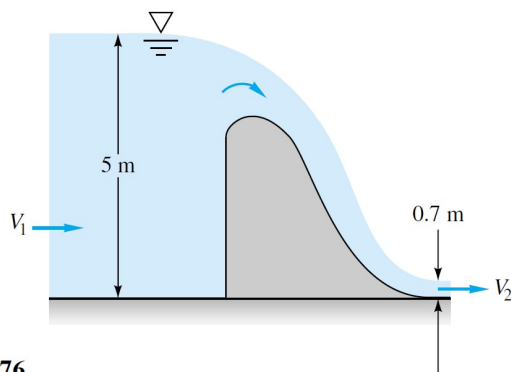
$$\left(\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 \right) = \left(\frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \right) + h_f \quad (3)$$

Her representerer den første parantesen på høyre side nyttig energi (i form av en høyde, $h_2 = E_2/mg$) mens h_f representerer unyttig energi (igjen i form av en høyde, $h_f = E_{\text{tap}}/mg$). Venstre side representerer den nyttige energien vi startet med.

Tapshøyden er typisk avhengig av væskens hastighet, geometri på rør, viskositet og strømningsregime. Vanligvis slår man opp dens verdi for et gitt problem slik som i denne oppgaven.

Oppgave 3.146 (3.176 i 6. utgave)

P3.176 In the spillway flow of Fig. P3.176, the flow is assumed uniform and hydrostatic at sections 1 and 2. If losses are neglected, compute (a) V_2 and (b) the force per unit width of the water on the spillway.



P3.176

Oppgave 4.006 (4.005 i 6. utgave)

P4.5 The velocity field near a stagnation point (see Example 1.12) may be written in the form

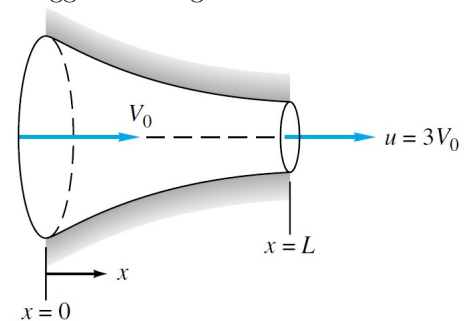
$$u = \frac{U_0 x}{L} \quad v = -\frac{U_0 y}{L} \quad U_0 \text{ and } L \text{ are constants}$$

(a) Show that the acceleration vector is purely radial. (b) For the particular case $L = 1.5$ m, if the acceleration at $(x, y) = (1 \text{ m}, 1 \text{ m})$ is 25 m/s^2 , what is the value of U_0 ?

(Error in White 6th edition – ref. to example 1.12, not 1.13.)

Oppgave 4.003 (4.006 i 6. utgave) Finn tiden som trengs for å tilbakelegge strekningen fra $x = 0$ til $x = L$.

P4.6 Assume that flow in the converging nozzle of Fig. P4.2 has the form $\mathbf{V} = V_0[1 + (2x)/L]\mathbf{i}$. Compute (a) the fluid acceleration at $x = L$ and (b) the time required for a fluid particle to travel from $x = 0$ to $x = L$.



P4.2

Oppgave om Navier-Stokes ligning

En væske strømmer gjennom en kanal med faste vegger som vist i figuren ovenfor. Kanalen danner en vinkel θ med horisontalen. Anta at strømmingen er todimensjonal og inkompressibel, at væsken fyller hele røret og at tyngden virker i retningen antydnet i figuren.

a:

Sett opp Navier-Stokes (komponentvis) for dette systemet.

b:

Hva er den fysiske betydningen av leddene som inngår?

c:

Hvilke grensebetingelser må hastigheten oppfylle?

