HØGSKOLEN
I STAVANGER

DET TEKNISK-VITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I:	TE0347 Fluidmekanikk	**DATO:**	13. mai 2004
	BIT260 Fluidmekanikk		13. mai 2004

VARIGHET: kl. 09-13 (4 timer)

TILLETNE HJELPEMIDDEL: Kalkulator, ei valgfri standard formelsamling

OPPGÅVESETTET ER PÅ 5 OPPGÅVER PÅ 4 SIDER INKL. DENNE FORSIDA

MERKNADER: TE0347: Alle spørsmåla skal besvarast
BIT260: Alle unntatt 1d) og 2b) skal besvarast

OPPGJEVE: (Kandidaten skal sjølv veta kva uttrykka tyder)

Tabellverdiar:

$g = 9.807\ \mathrm{m/s^2}$ $\rho_{\text{vatn}} = 998\ \mathrm{kg/m^3}$ $\nu_{\text{vatn}} = 1.01 \times 10^{-6}\ \mathrm{m^2/s}$
(verdiar ved 20°C og 1 atm)

Formeluttrykk:

$p_2 - p_1 = -\rho g(z_2 - z_1)$ $F_h = \rho g h_c A$ $h_p = h_c + \dfrac{I_c}{h_c A}$ $I_c = \frac{1}{12} b h^3$ (rektangel)

$y_c = \frac{1}{3} h$ (flatesenterposisjon, triangel)

$\Sigma \boldsymbol{F} = \rho Q(\boldsymbol{V}_{\text{ut}} - \boldsymbol{V}_{\text{inn}})$ $\Sigma A_{\text{inn}} V_{\text{inn}} = \Sigma A_{\text{ut}} V_{\text{ut}}$

$\dfrac{p_1}{\rho g} + \dfrac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_P = \dfrac{p_2}{\rho g} + \dfrac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_L$ $p_{\text{gauge}} = p_{\text{abs}} - p_{\text{atm}}$

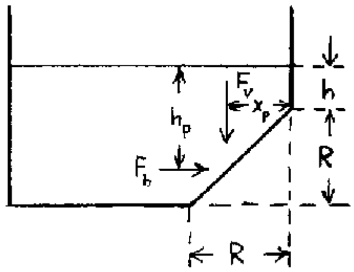
$\mathrm{Re} = \dfrac{VD}{\nu}$ $\nu = \dfrac{\mu}{\rho}$ $F_I = \rho V^2 L^2$ $F_V = \mu V L$ $\mathrm{Re} = \dfrac{F_I}{F_V}$

$h_L = (\sum_{\text{små}} k + f\frac{L}{D})\dfrac{V^2}{2g}$ $P_P = \frac{1}{\eta} \rho g Q h_P$

$\nabla \cdot \boldsymbol{u} = \dfrac{\partial v_r}{\partial r} + \dfrac{v_r}{r} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial v_t}{\partial \theta}$ $(\nabla \times \boldsymbol{u})_z = \dfrac{\partial v_t}{\partial r} + \dfrac{v_t}{r} - \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial v_r}{\partial \theta}$ $\Gamma = \oint_L \boldsymbol{u} \cdot d\boldsymbol{L}$

Oppgåve 1

Eit kar er fylt med vatn med temperatur 20°C. Den eine veggen har ei loddbein flate og ein skrå men plan del, som vist på figuren. Breidda av veggen (loddbeint på papirplanet) er b. Tallverdiar:



$h = 1.0\,\mathrm{m} \quad R = 2.0\,\mathrm{m} \quad b = 3.0\,\mathrm{m}$

a) Rekn ut F_h, den vassbeine komponenten av vatnet si resultantkraft mot den skrå delen av veggen.

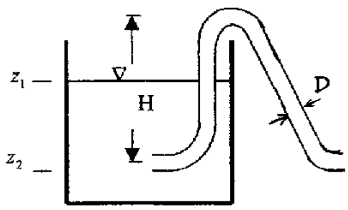
b) Rekn ut h_p, avstanden frå vatnoverflata til åtakspunktet for F_h.

c) Rekn ut F_v, den loddbeine komponenten av vatnet si resultantkraft mot den skrå delen av veggen.

d) Rekn ut x_v, avstanden frå forlenginga av den loddbeine flata til åtakspunktet for F_v.

Oppgåve 2

Ein tank med vatn vert tømt med bruk av ein hevert, som synt på figuren. Heverten har konstant indre tverrsnitt med diameter D og indre volum $\mathcal{V}$, og høgda H til heverten er slik at det ikkje vil bli kavitasjon. Vannet strøymer vassbeint inn i heverten og vassbeint ut av den, og innlaup og utlaup har eit sams høgdenivå z_2, medan vatnoverflata i tanken har nivå z_1. Det strøymande vatnet *inni* heverten verkar på heverten med ei kraft $\boldsymbol{F}$. Straumsnøggleiken inni heverten er V. Vi skal gå ut frå at straumen er ideell, utan friksjon eller energitap. Tallverdier:



$z_1 - z_2 = 2\,\mathrm{m} \qquad D = 5\,\mathrm{cm} \qquad \mathcal{V} = 0.0471\,\mathrm{m}^3$

a) Rekn ut V.

b) Rekn ut $p_{2,\mathrm{gauge}}$, trykket i vatnet nett i innlaupet i heverten.

c) Rekn ut F_h, den vassbeine komponenten av $\boldsymbol{F}$.

d) Rekn ut F_v, den loddbeine komponenten av $\boldsymbol{F}$. (Sjå altså bort frå oppdrifta frå det omgjevande vatnet.)

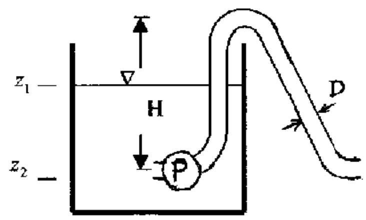
Oppgåve 3

Ein neddykka lekam skal røre seg vassbeint med snøggleik $V_p = 15$ m/s gjennon olje med $s_p = 0.833$ og $\mu_p = 0.0287$ Ns/m^2. Ein modell med $\lambda = 7$ vert testa i vatn med temperatur 20°C. Målt dragkraft på modellen ved dynamisk similaritet er $F_{Vm} = 3.5$ N.

a) Rekn ut modellsnøggleiken V_m ved dynamisk similaritet.
b) Rekn ut forventa dragkraft F_{Vp} på prototypen ved dynamisk similaritet.

Oppgåve 4

Vi har ei oppstilling som i Oppgåve 2, men med desse forskjellane: Innsida av hevertrøyret er sterkt ru, væska (vatnet) er ein reell fluid, og det er sett inn ei pumpe med effektivitet η like etter innlaupet i hevertrøyret for å motverka fallet i volumstraumrate på grunn av energitapet. Vi skal gå ut frå at ruleiken er så stor at friksjonsfaktoren f er nær den asymptotiske verdien sin og kan approksimerast med ein konstant når V varierar. La k_e og k_b vera tapskoeffisientar for innlaup og alle røyrbend, og L hevertlengden. Tallverdiar:



$z_1 - z_2 = 2$ m $\qquad D = 5$ cm $\qquad \eta = 0.95 \qquad k_e + k_b + f\dfrac{L}{D} \approx 5.25$

a) Utled (utan tallrekning!) at den nye straumsnøggleiken V_{reell} *utan pumpe* er relatert til den ideelle (tapsfrie) $V = V_{\text{ideell}}$ frå Oppgåve 2 via

$$V_{\text{reell}} = V_{\text{ideell}} / \sqrt{1 + k_e + k_b + f\frac{L}{D}}$$

b) Rekn ut (med tall) den elektriske effekten som må tilførast til pumpa for å få same volumstraumrata som i det ideelle tilfellet. *Oppgjeve* (utleiing er ikkje turvande): Om pumpa skal levera ein slik effekt til vatnet at dette vert oppnådd, så vert

$$h_P = (k_e + k_b + f\frac{L}{D})(z_1 - z_2)$$

Oppgåve 5

Snøggleiksfeltet for en "fri kvervill" i 2D er gjeve i plane polarkoordinatar (r, θ) som

$$v_r = 0 \, , \qquad\qquad v_t = \frac{\gamma}{2\pi}\frac{1}{r}$$

a) Sjekk om snøggleiksfeltet oppfyller kontinuitetskravet for ein inkompressibel ideell fluid.

b) Rekn ut kvervlinga ξ i eit punkt utanfor origo. Eksisterar snøggleikspotensialet ϕ? Grunngje svaret. (Det krevst i så fall ikkje at du reknar ut ϕ.)

c) Rekn ut sirkulasjonen Γ langs ein sirkel om origo med radius r. Avheng resultatet av r? Kva for ein samanheng er det mellom dette resultatet og resultatet frå punkt b)?

– God sumar –