Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I: BIT260 Fluidmekanikk **DATO:** 26. august 2011

TID FOR EKSAMEN: kl. 09-13 (4 timer)

TILLATTE HJELPEMIDDEL: Bestemt, enkel kalkulator (kode C)
Ei valgfri standard formelsamling

OPPGÅVESETTET ER PÅ 5 OPPGÅVER PÅ 4 SIDER,
INKL. DENNE FORSIDA OG ET KURVEBLAD

MERKNADER: I alle delspørsmål, *syn rekninga* som fører til svaret!

OPPGJEVE:

Tabellverdiar:

$g = 9.80665\,\text{m/s}^2$ $\qquad \rho_{\text{vatn}} = 998.2\,\text{kg/m}^3$

Formeluttrykk:

$F_{\text{plan flate}} = \rho g h_c A \qquad h_p = h_c + \dfrac{I_c}{h_c A} \qquad I_c = \dfrac{1}{4}\pi R^4$ (sirkel)

$V_{\text{sylinder}} = \dfrac{\pi}{4} D^2 h \qquad A_{\text{sirkel}} = \dfrac{\pi}{4} D^2$

$\Sigma \boldsymbol{F} = \Sigma(\rho Q \boldsymbol{V})_{\text{ut}} - \Sigma(\rho Q \boldsymbol{V})_{\text{inn}} \qquad Q = \dfrac{\pi}{4} D^2 V \qquad \Sigma A_{\text{inn}} V_{\text{inn}} = \Sigma A_{\text{ut}} V_{\text{ut}}$

$p_{\text{gauge}} = p_{\text{abs}} - p_{\text{atm}}$

$P_{\text{tap}} = \rho g Q h_L$

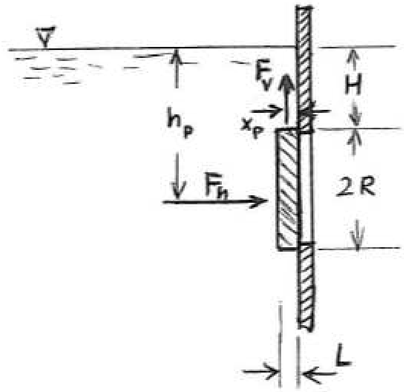
$\nabla \cdot \boldsymbol{u} = \dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{\partial v}{\partial y} \qquad u = \dfrac{\partial \psi}{\partial y} \qquad v = -\dfrac{\partial \psi}{\partial x}$

$\boldsymbol{\xi} = \nabla \times \boldsymbol{u} \qquad (\nabla \times \boldsymbol{u})_z = \dfrac{\partial v}{\partial x} - \dfrac{\partial u}{\partial y} \qquad \boldsymbol{u} = -\nabla \phi$

$\text{Re} = \dfrac{F_I}{F_V} \qquad \text{Fr} = \sqrt{\dfrac{F_I}{F_G}}$

Oppgåve 1

Figuren syner eit loddbeint snitt gjennom ein av veggane på ein vasstank, der det er montert eit vindu av glas med form som ei sylinderskive, med sylinderaksen liggjande vassbeint. Sylinderen har radius R og lengde (vindustjukkelse) L. Overkanten til den ligg i dybde H under vassoverflata. Resultantkrafta frå vatnet på vinduet har komponentane F_h og F_v i høvesvis vassbein og loddbein retning. Oppgjevne talverdiar:

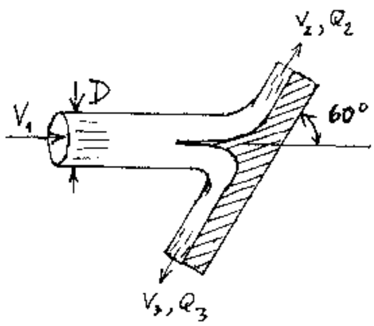


$R = 20$ cm $\qquad L = 4.878$ cm $\qquad H = 30$ cm

a) Rekn ut F_h.
b) Rekn ut h_p, avstanden frå overflata til F_h sitt åtakspunkt.
c) Rekn ut F_v ved å bruke Arkimedes' lov.
d) Rekn ut x_p, den vassbeine avstanden frå veggen til F_v sitt åtakspunkt. (*Tips:* Nesten inga rekning her, men svaret må grunngjevast.)

Oppgåve 2

Ein vassbein vasstråle frå ei dyse har snøggleik $\boldsymbol{V}_1$, volumstraumrate Q_1 og diameter D. Den treffer ein stilleståande strålesplittar som bøyer av vatnet til to utgåande vassbeine strålar, med snøggleikar $\boldsymbol{V}_2$ og $\boldsymbol{V_3}$ samt volumetriske straumrater Q_2 og Q_3. Desse har avbøyingsvinklar 60^o og 240^o som på figuren, dvs. dei kjem ut i motsatte retningar. Vi antek ideell og energitapsfri straum, slik at $|\boldsymbol{V}_1| = |\boldsymbol{V}_2| = |\boldsymbol{V}_3|$, samt at straumlinene i den innkomande strålen er parallelle. Vi antek vidare at strålesplittaren står slik at kvar utgåande stråle inneheld halvdelen av innkomande volumstraumrate, dvs. $Q_2 = Q_3$. Vatnet utøver ei kraft $\boldsymbol{F}$ på strålesplittaren. Oppgjevne talverdier:



$|\boldsymbol{V}_1| = 16.6$ m/s $\qquad D = 0.09$ m

a) Rekn ut $F_{\|}$, komponenten av $\boldsymbol{F}$ i retninga til innkomande stråle.
b) Kvifor blir $F_{\perp}$, komponenten av $\boldsymbol{F}$ tvers på retninga til innkomande stråle, lik 0?
c) Grunngjev kort kvifor vi kan bruke approksimasjonane $|\boldsymbol{V}_1| = |\boldsymbol{V}_2|$ og $|\boldsymbol{V}_1| = |\boldsymbol{V}_3|$.

Oppgåve 3

Vatn strøymer i eit vassbeint sylindrisk røyr med diameter D og ruleik ϵ, der friksjonen i straumen gjev opphav til eit head-tap h_L. Med talverdier i h_L-uttrykket har ein funne at:

$$\mathrm{Re} = \frac{14870}{\sqrt{f}} \;, \qquad\qquad V = \frac{0.1502}{\sqrt{f}}\ \text{m/s}$$

Elles oppgjeve: $\quad D = 10\ \text{cm}\ , \qquad \frac{\epsilon}{D} = 0.001\ , \qquad h_L = 1\ \text{m}\ .$

a) Iterer Re-relasjonen saman med Moodydiagrammet inntil konvergens, finn så V ved å sette sluttverdien for f inn i V-relasjonen. *Vis rekninga!* (Velg t. d. $f_{\text{start}} = 0.020$.)

b) Rekn ut tapseffekten P_{tap} i røyret som skuldast friksjonen.

Oppgåve 4

For ein gjeven inkompressibel 2-dimensjonal straum kjenner vi straumfunksjonen

$$\psi(x, y) = 2xy + 2y$$

a) Kva for krav til snøggleiksfeltet er oppfylt sidan ψ eksisterer? Rekn ut dei kartesiske snøggleikskomponentane u og v, og syn eksplisitt at det nemnte kravet til snøggleiksfeltet er oppfylt.

b) Grunngjev med rekning at det eksisterer eit snøggleikspotensial $\phi(x, y)$ for straumen. (Det krevst *ikkje* at ϕ skal *reknast ut*.)

c) Integrasjon av $dx/u = dy/v$ gjev likninga for straumlinene. Bruk det til å finne likninga for straumlina gjennom punktet $(0, 2)$. Skisser straumlina, og sett på ei pil som syner straumretninga.

Oppgåve 5

Svar kort, utan rekning her:

a) Kva for Π-grupper let ein til vanleg ha like verdiar i modell og prototype, for høvesvis neddykka rørsle og rørsle på væskeoverflata?

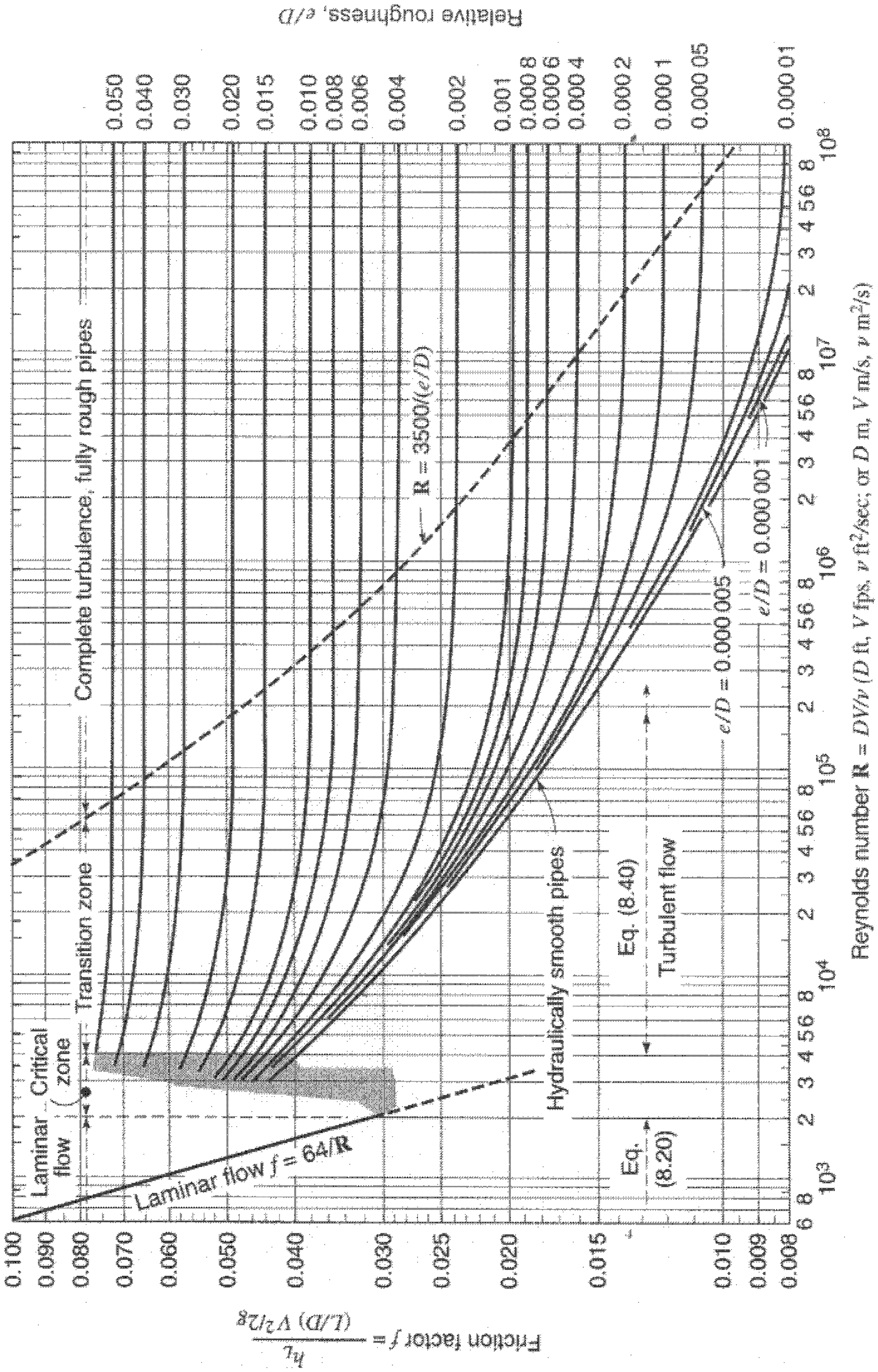
b) Kva for forhold står desse Π-gruppene for? (Grei ut.)

c) Kva for forskjell i dimensjonsbalanseringa er det mellom eit uttrykk som t. d. $V = CE_v^a \rho^b \nu^c$, og t. d. $\Pi = D^a V^b \rho^c \mu$? (Med notasjon som i læreboka.)

d) I eit sylindrisk røyr med radius r_0 bruker ein dette uttrykket for snøggleiksprofilet $u(r)$:

$$u(r) = u_{\text{max}} - 2.5 u_* \ln \frac{r_0}{r_0 - r} \;, \qquad u_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$$

Kor i straumtverrsnittet er dette *ikkje* ein god approksimasjon, og kvifor ikkje?



– Ha ein fin haust –