



HØGSKOLEN
I STAVANGER

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I:

TE0347 Fluidmekanikk
BIT260 Fluidmekanikk

DATO:

4. september 2004
4. september 2004

TID FOR EKSAMEN:

kl. 09-13 (4 timer)

TILLATTE HJELPEMIDDEL: Kalkulator, én valgfri standard formelsamling

OPPGAVESETTET BESTÅR AV 5 OPPGAVER PÅ 4 SIDER INKLUDERT VEDLEGG

MERKNADER:

TE0347: Alle spørsmålene skal besvares
BIT260: Alle med unntak av 1e) skal besvares

OPPGITT: (Kandidaten skal selv vite hva uttrykkene står for)

$g = 9.807 \text{ m/s}^2$ $p_0 = 101.325 \text{ kPa}$ $\rho_{\text{vann}} = 998 \text{ kg/m}^3$ $\rho_{\text{luft}} = 1.20 \text{ kg/m}^3$
 $\mu_{\text{vann}} = 1.002 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$ $s_{\text{glyserol}} = 1.26$ $\mu_{\text{glyserol}} = 1.494 \text{ Ns/m}^2$
(verdier ved 20°C og 1 atm)

$$p_2 - p_1 = -\rho g(z_2 - z_1)$$

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

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

$$\Sigma A_{\text{inn}} V_{\text{inn}} = \Sigma A_{\text{ut}} V_{\text{ut}}$$

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_P = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_L$$

$$\dim(\kappa) = \{M^{-1}LT^2\}$$

$$\dim(\nu) = \{L^2T^{-1}\}$$

$$\kappa = 1/p \quad (\text{ideell gass})$$

$$(\nabla \times \mathbf{u})_z = \frac{\partial v_t}{\partial r} + \frac{v_t}{r} - \frac{1}{r} \frac{\partial v_r}{\partial \theta}$$

$$\mathbf{a} = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u}$$

$$\{(\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u}\}_r = (v_r \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r} v_t \frac{\partial}{\partial \theta}) v_r - \frac{1}{r} v_t^2$$

$$\{(\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u}\}_t = (v_r \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r} v_t \frac{\partial}{\partial \theta}) v_t + \frac{1}{r} v_r v_t$$

$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu}$$

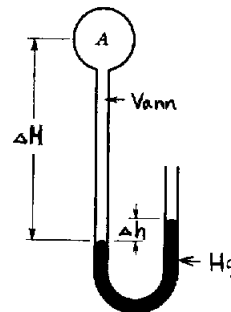
$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$f_{\text{lam}} = \frac{64}{\text{Re}}$$

$$\text{Re}_{\text{krit}} \approx 2000$$

Oppgave 1

Figuren viser et tverrsnitt gjennom en sfærisk vannbeholder der det på undersiden er montert et manometer. Det absolute trykket i A er p_A , og i atmosfæren p_{atm} . Hg-nivået i venstre gren er ΔH_1 under A , og manometeravlesningen (Hg-nivåforskjellen) er Δh_1 . Så blir det absolute trykket i A fordoblet til $2p_A$ (med samme tallverdi for p_A som før). Nytt venstre Hg-nivå i forhold til A blir ΔH_2 , og ny manometeravlesning blir Δh_2 .



- Forklar at hvis $\Delta H_2 = \Delta H_1 + x$, så medfører det at $\Delta h_2 = \Delta h_1 + 2x$.
- Bruk hydrostatikkens grunnligning til å utlede et uttrykk for p_A før trykkfordoblingen.
- Vis at etter trykkfordoblingen har det nye absolute trykket følgende verdi (med p_A fremdeles lik verdien fra før trykkfordoblingen):

$$2p_A = p_{\text{atm}} + s_{\text{Hg}}\rho_{\text{vann}}g(\Delta h_1 + 2x) - \rho_{\text{vann}}g(\Delta H_1 + x)$$

- Finn x ut fra ligningene under b) og c). (Uttrykket skal ikke inneholde p_A .)
- Finn den numeriske verdien for Δh_2 ved å sette inn tallverdiene

$$s_{\text{Hg}} = 13.56$$

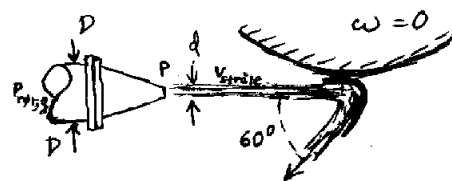
$$p_{\text{atm}} = 101.488 \text{ kPa}$$

$$\Delta H_1 = 4.8 \text{ m}$$

$$\Delta h_1 = 0.09 \text{ m}$$

Oppgave 2

Fra et strålemunnstykke i enden av et rør med diameter D , kommer en horisontal vannstråle med diameter d og hastighet $V_{\text{stråle}}$ ut i fri luft. Gauge-trykket i røret like før strålemunnstykket er $p_{\text{rør,g}}$. Strålen går tangensielt mot kranen til et vannhjul som ikke roterer ($\omega = 0$), og treffer en enkelt skovl som bøyer av strålen en vinkel på 120° . Oppgitt:



$$V_{\text{stråle}} = 25.26 \text{ m/s} \quad d = 2 \text{ cm}$$

$$p_{\text{rør,g}} = 342.8 \text{ kPa} \quad D = 5d$$

- Regn ut kraftkomponenten F_{skovl} i retningen til innkommende stråle, som vannet virker på skovlen med.
- Regn ut tapshead h_L for den aktuelle strømmen gjennom dysen.

Oppgave 3

Lydbølger er longitudinale kompresjonsbølger, så det er rimelig å forestille seg at lydhastigheten c i en fluid avhenger av tettheten ρ , kompressibiliteten κ og kanskje den kinematiske viskositeten ν . Vi skal utlede et uttrykk for lydhastigheten ved dimensjonsanalyse, under de ovennevnte forutsetningene. Anta at uttrykket er et produkt av potenser, med \tilde{C} en dimensjonsløs konstant:

$$c = \tilde{C} \kappa^a \rho^b \nu^d$$

- Utled et lineært ligningssett som bestemmer de 3 eksponentene a , b og d .
- Finn verdiene for a , b og d .
- Bruk uttrykket til å finne en tallverdi for lydhastigheten i luft ved 20°C og standard-atmosfæretrykk p_0 , med approksimasjonen ideell gass og verdien $\tilde{C} = \sqrt{7/5}$ for den dimensjonsløse konstanten.

Oppgave 4

Et todimensjonalt stasjonært strømfelt i en inkompressibel fluid har strømfunksjon

$$\psi = B(k^2 - r^2), \quad r^2 = x^2 + y^2, \quad B, k \text{ konstanter}$$

som gir hastighetskomponentene

$$v_r = 0, \quad v_t = 2Br$$

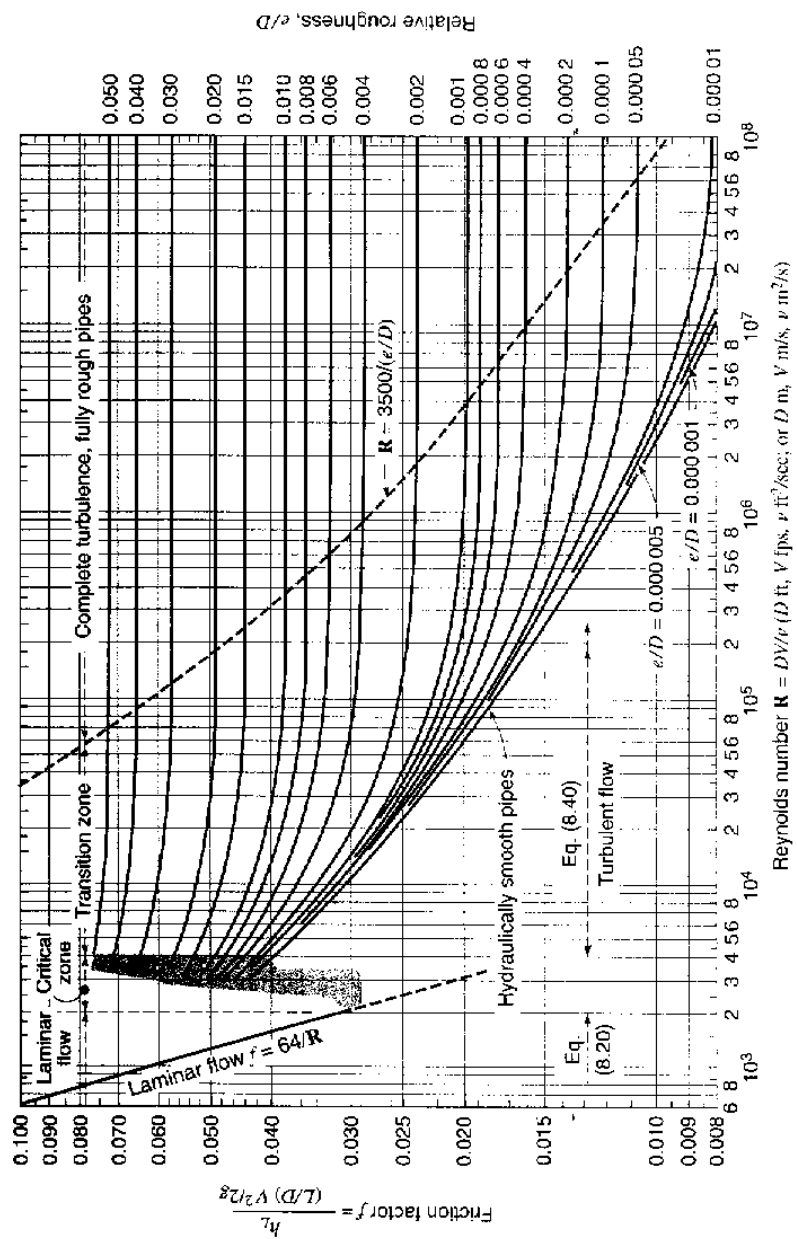
- Hvordan kan du avgjøre uten regning om denne strømmen er kontinuerlig?
- Regn ut virvlingen $\xi = (\xi)_z$. Eksisterer hastighetspotensialet ϕ ? (Begrunn svaret.)
- Beregn den radielle akselerasjonskomponenten a_r . Tegn et kvalitativt strømlinje bilde, med pilretning angitt for positiv B .

Oppgave 5

Et rør med diameter D fører en strømrates Q av enten vann eller glyserol. Head-tapet pr. lengde-enhet av røret er h_L/L . Tallverdier:

$$D = 0.6 \text{ m} \quad Q = 0.1 \text{ m}^3/\text{s} \quad (h_L/L)_{\text{vann}} = 0.0003$$

- Finn friksjonsfaktoren f_{vann} uten bruk av Moody-diagram.
- Finn Reynoldstallene Re_{vann} og $\text{Re}_{\text{glyserol}}$.
- Finn friksjonsfaktoren f_{glyserol} .
- Finn rørets relative ruhet e/D ut fra Moody-diagrammet.



– God høst –