



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I: BIT260 Fluidmekanikk **DATO:** 17. november 2008

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

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

**OPPGAVESETTET BESTÅR AV 5 OPPGAVER PÅ 3 SIDER,
INKL. DENNE FORSIDEN**

OPPGITT:

Tabellverdier:

$$g = 9.80665 \text{ m/s}^2$$

$$\rho_{\text{vann}} = 998.2 \text{ kg/m}^3$$

$$\nu_{\text{vann}} = 1.003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$s_{\text{glyserol}} = 1.26$$

$$\nu_{\text{glyserol}} = 1.188 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

(verdier ved 20°C og 1 atm)

Formeluttrykk:

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

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

$$V_{\text{kule}} = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 V$$

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

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

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

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

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

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

$$\lambda = \frac{L_m}{L_p}$$

$$\text{Re} = \frac{F_I}{F_V}$$

$$F_I = \rho V^2 L^2$$

$$F_V = \mu V L$$

$$\Gamma = \oint_L \mathbf{u} \cdot d\mathbf{L}$$

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

$$\boldsymbol{\xi} = \nabla \times \mathbf{u}$$

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

$$\oint_L \mathbf{u} \cdot d\mathbf{L} = \int_A \boldsymbol{\xi} \cdot d\mathbf{A} \quad (\text{Stokes})$$

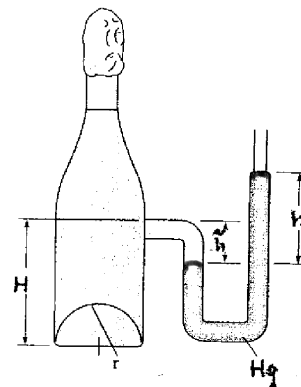
$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

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

Oppgave 1

Champagneflaska på figuren har et indre trykk over champagnen som blir målt med et kvikksølvmanometer, ved 20 °C. Spesifikke tettheter for champagne og kvikksølv er s_{ch} og s_{Hg} . Indre flaskeradius og krumningsradien til den halvkuleformede bunnen er begge lik r . Manometeret er festet i høyde H over bunnen ved flaskeveggen. Manometerutslaget er h , og festepunktet til flaska ligger i høyde $\tilde{h}$ over laveste kvikksølvnivå. Oppgitt:

$$\begin{aligned} s_{ch} &= 0.96 & s_{Hg} &= 13.56 \\ r &= 5 \text{ cm} & H &= 15 \text{ cm} & h &= 10 \text{ cm} \\ \tilde{h} &= 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

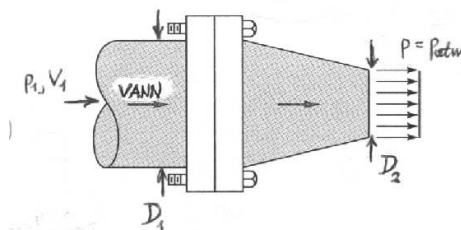


- Regn ut gaugetrykket i flaska i høyde H over bunnen.
- Regn ut tyngden av champagnen mellom manometerets festehøydenivå og bunnen.
- Regn ut netto (gauge)kraft F mot flaskas halvkuleformede bunn.

Oppgave 2

Figuren viser en dyse i enden av et rør. Den har innløpsdiameter D_1 og utløpsdiameter D_2 , og sender en vannstråle ut i fri luft. All strøm er horisontal. Strømhastighet og gaugetrykk i røret rett oppstrøms for dysen er V_1 og $p_{1,g}$. Oppgitte tallverdier:

$$\begin{aligned} D_1 &= 12 \text{ cm} & D_2 &= 6 \text{ cm} & V_1 &= 4 \text{ m/s} \\ p_{1,g} &= 400 \text{ kPa} \end{aligned}$$



- Regn ut størrelse og fortegn på kraften F i strømrørningen som vannet virker på dysen med.
- Regn ut tapshead h_L i dysen.
- Regn ut størrelsen av effekten P_{tap} som går tapt i dysen.

Oppgave 3

Et neddykket legeme skal bevege seg horisontalt med hastighet $V_p = 15$ m/s gjennom olje med $s_p = 0.833$ og $\mu_p = 0.0287$ Ns/m². En modell med modellforhold $\lambda = 6.5$ blir testet i vann med temperatur 20°C. Målt dragkraft på modellen ved dynamisk similaritet er $F_{Vm} = 3.5$ N.

- a) Regn ut modellhastigheten V_m ved dynamisk similaritet.
- b) Regn ut forventet dragkraft F_{Vp} på prototypen ved dynamisk similaritet.

Oppgave 4

Hastighetsfeltet for en “fri virvel” i 2D er gitt i plane polarkoordinater (r, θ) som

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

- a) Beregn sirkulasjonen Γ langs en sirkel om origo med radius r .
- b) Sjekk om hastighetsfeltet oppfyller kontinuitetskravet for en inkompressibel ideell fluid.
- c) Beregn virvlingen ξ i et punkt utenfor origo. Eksisterer hastighetspotensialet ϕ ? (*Begrunn svaret.*)
- d) Forklar hvorfor du kunne ha forventet svaret på spørsmål c), ut fra resultatet fra spørsmål a).

Oppgave 5

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

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

- a) Finn friksjonsfaktoren f_{vann} *uten* bruk av Moody-diagram.
- b) Finn Reynoldstallene Re_{vann} og Re_{glyserol} .
- c) Finn friksjonsfaktoren f_{glyserol} .