

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2008/2009  
*Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2008/2009*

April/May 2009  
*April/Mei 2009*

**EMH 102/3 – Fluid Mechanics**  
***Mekanik Bendalir***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.

*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

Answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Each question must begin from a new page.

*Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

- Q1. [a] The adiabatic process during the compression has the relation between pressure,  $P$  and fluid density,  $\rho$  as

$$\frac{P}{\rho^\gamma} = \text{constant} \quad \text{where} \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

Show that the bulk modulus of elasticity,  $k$ , for the compression is given by

$$k = \gamma P$$

*Proses adiabatik semasa proses mampatan mempunyai hubungan di antara tekanan,  $P$  dan ketumpatan,  $\rho$  sebagai*

$$\frac{P}{\rho^\gamma} = \text{constant} \quad \text{dimana} \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

*Tunjukkan bahawa modulus pukal kekenyalan,  $k$ , bagi mampatan diberikan sebagai*

$$k = \gamma P$$

(30 marks/markah)

- [b] The viscosity of liquid reduces with increasing temperature but the viscosity of gas increase with increasing temperature. Explain why?

*Kelikatan bagi cecair menurun dengan peningkatan suhu tetapi kelikatan bagi gas meningkat dengan peningkatan suhu. Terangkan mengapa?*

(20 marks/markah)

- [c] A solid cone of angle  $2\theta$ , base radius of  $r_0$  and density  $\rho_c$  is rotating with initial angular velocity  $\omega_0$  inside a conical seat. The clearance  $h$  is filled with oil of viscosity  $\mu$  (Figure Q1[c]). Neglecting air drag, derive an expression for the time required to reduce the cone's angular velocity  $\omega_0$  to  $0.2\omega_0$ .

*Sebuah kon pepejal bersudut  $2\theta$ , jejari dasar  $r_0$  dan ketumpatan  $\rho_c$  berputar dengan halaju sudut awal  $\omega_0$  di dalam sebuah kon luaran. Ruangan  $h$  adalah di isi dengan minyak berkelikatan  $\mu$  (Rajah S1[c]). Dengan mengabaikan seretan udara, terbitkan ungkapan bagi masa yang diperlukan untuk menurunkan halaju sudut kon kepada  $0.2\omega_0$ .*

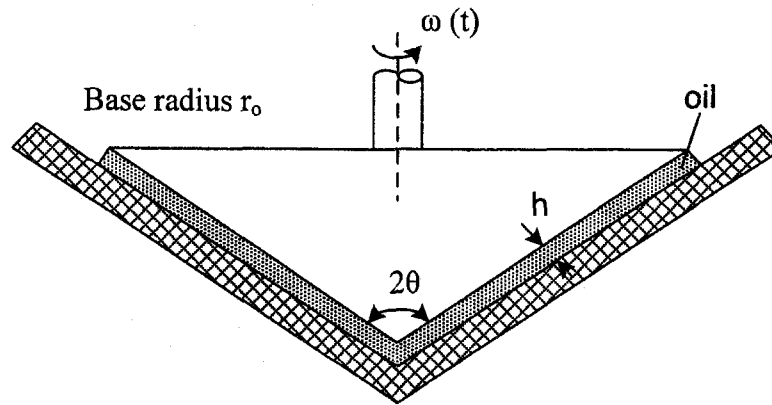


Figure Q1[c]  
Rajah S1[c]

(50 marks/markah)

- Q2. [a] Explain the capillary effect and how it is caused by?

*Terangkan kesan rerambut dan bagaimana ia berlaku?*

(30 marks/markah)

- [b] A soap bubble 50 mm in diameter has an internal pressure in excess of outside pressure of  $2.06 \times 10^{-2}$  kPa, calculate the tension in the soap film.

*Sebuah buih sabun bergaris pusat 50 mm mempunyai tekanan dalaman yang lebih daripada tekanan luaran  $2.06 \times 10^{-2}$  kPa, kirakan ketegangan bagi lapisan sabun.*

(20 marks/markah)

- [c] The cylinder shown in Figure Q2[c] is rotated about its centerline. Calculate the rotational speed required for the water to just touch the origin O. Also determine the pressure (in kPa) at A and B.

*Silinder yang ditunjukkan dalam Rajah S2[c] berputar pada garis pusat. Kirakan laju putaran yang diperlukan bagi air menyentuh titik asalan O. Tentukan juga tekanan (dalam kPa) pada A dan B.*

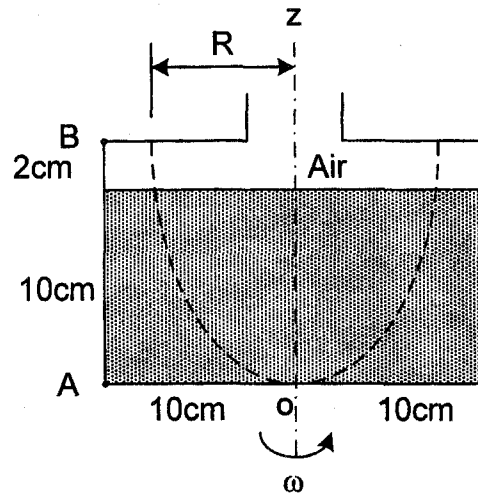


Figure Q2[c]  
Rajah S2[c]

(50 marks/markah)

- Q3. [a] The specific weight and the specific gravity of an unknown object to be measured. Its weight in air is found to be 400 N and in water it weighs 300 N.

*Berat tentu dan graviti tentu bagi objek yang tidak diketahui perlu diukur. Berat di udara didapati 400 N dan dalam air beratnya 300 N.*

(30 marks/markah)

- [b] A two-dimensional incompressible flow is defined by

$$u = -\frac{Ky}{x^2 + y^2} \quad v = -\frac{Kx}{x^2 + y^2}$$

Where  $K = \text{constant}$ . Is the flow irrotational? If so, find its velocity potential, sketch a few potential lines, and interpret the flow pattern.

*Sebuah aliran dua-dimensi adalah ditakrifkan sebagai*

$$u = -\frac{Ky}{x^2 + y^2} \quad v = -\frac{Kx}{x^2 + y^2}$$

*Di sini  $K = \text{malar}$ . Adakah aliran tak berputar? Jika ya, tentukan halaju upaya, lakarkan beberapa garis upaya dan tafsirkan corak aliran tersebut.*

(40 marks/markah)

- [c] An idealized velocity field is given by the formula

$$\mathbf{V} = 4tx\mathbf{i} - 2t^2y\mathbf{j} + 4xz\mathbf{k}$$

Is the flow field steady or unsteady? Is it two- or three-dimensional?

At the point  $(x, y, z) = (-1, 1, 0)$ , determine:

- (i) the acceleration vector
- (ii) any unit vector normal to the acceleration

*Sebuah medan aliran unggul diberikan dengan formula*

$$V = 4tx\mathbf{i} - 2t^2y\mathbf{j} + 4xz\mathbf{k}$$

*Adakah medan aliran mantap atau tak mantap? Adakah aliran dua dimensi atau tiga dimensi? Pada titik  $(x, y, z) = (-1, 1, 0)$ , tentukan:*

- (i) vektor pecutan
- (ii) sebarang unit vektor yang normal pada pecutan

(30 marks/markah)

- Q4. [a] Starting with Bernoulli and Continuity equations, derive the following expression that can be used to measure flow rate with a venturimeter.

$$Q_{actual} = C_d A_1 A_2 \sqrt{\frac{2g \left[ \frac{p_1 - p_2}{\rho g} + z_1 - z_2 \right]}{A_1^2 - A_2^2}}$$

Also, show that when the pressure difference is measured using a manometer, the following expression can be used.

$$Q_{actual} = C_d A_1 A_2 \sqrt{\frac{2gh \left[ \frac{\rho_{man}}{\rho} - 1 \right]}{A_1^2 - A_2^2}}$$

Where  $\rho_{man}$  = density of manometer fluid.

Bermula dengan persamaan Bernoulli dan keselajaran, terbitkan perhubungan di bawah ini yang boleh digunakan untuk mengukur kadar aliran dengan menggunakan venturimeter.

$$Q_{actual} = C_d A_1 A_2 \sqrt{\frac{2g \left[ \frac{p_1 - p_2}{\rho g} + z_1 - z_2 \right]}{A_1^2 - A_2^2}}$$

Juga, tunjukkan apabila perubahan tekanan diukur dengan menggunakan manometer, perhubungan di bawah ini boleh digunakan.

$$Q_{actual} = C_d A_1 A_2 \sqrt{\frac{2gh \left[ \frac{\rho_{man}}{\rho} - 1 \right]}{A_1^2 - A_2^2}}$$

Di sini  $\rho_{man}$  = ketumpatan bendalir manometer.

(60 marks/markah)

- [b] Explain why the velocity measured by the pitot-tube is higher than that measured by venturimeter.

Terangkan kenapa halaju yang diukur menggunakan tiub pitot lebih tinggi berbanding ukuran venturimeter.

(40 marks/markah)

- Q5. [a] A venturimeter is being used to measure the flow of oil of relative density  $0.88 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  in a 200 mm diameter pipe. The throat diameter of the venturimeter is 100 mm and the discharge coefficient is 0.96. Two tapping point of the throat and entrance are 320 mm apart and the pressure difference between these points is measured at  $28 \text{ kN/m}^2$ . What are the discharge and the velocity in the pipe?

If a mercury manometer were attached at the tapping points, what would be the difference in levels of the two arms of the manometer? (Assume the relative density of the mercury is  $13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

Sebuah venturimeter digunakan untuk mengukur aliran minyak yang mempunyai ketumpatan relatif  $0.88 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  di dalam paip berdiameter 200 mm. Diameter kerongkong venturimeter tersebut ialah 100 mm dan pemalar aliran ialah 0.96. Terdapat dua titik pada kerongkong venturimeter tersebut dan dipisahkan pada jarak 320 mm. Perbezaan tekanan di antara dua titik ialah  $28 \text{ kN/m}^2$ . Apakah kadar aliran dan halaju cecair di dalam paip?

Sekiranya merkuri disambungkan pada kedua-dua titik tap tersebut, apakah perbezaan jarak di antara kedua-dua lengan manometer itu. (Anggapkan ketumpatan relatif merkuri adalah  $13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ).

(50 marks/markah)

- [b] The velocity of the water flowing in the same pipe is also measured using the pitot-static tube located centrally in the flow. If the height measured on the attached mercury manometer is 15 mm, determine the velocity of the oil.

Halaju air yang mengalir di dalam paip yang sama juga diukur dengan menggunakan tiub pitot-statik pada lokasi pusat aliran. Sekiranya ketinggian yang diukur pada sambungan manometer merkuri ialah 15 mm, dapatkan halaju minyak.

(20 marks/markah)

- [c] Water flows through a 2 cm diameter pipe at 1.6 m/s. Calculate the Reynolds number and find also the velocity required to give the same Reynolds number when the pipe is transporting air.

Air mengalir melalui sebuah paip berdiameter 2 cm pada halaju 1.6 m/s. Kirakan nombor Reynolds dan dapatkan halaju yang diperlukan untuk memberikan nombor Reynolds yang sama apabila udara mengalir di dalam paip tersebut.

Variable	Water	Air
$\rho$	$1000 \text{ kg/m}^3$	$1.19 \text{ kg/m}^3$
$\nu$	$1.31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	$15.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

(30 marks/markah)

- Q6. [a] Explain what is meant by dimensional homogeneity and describe how it may be used.

*Jelaskan apa yang dimaksudkan dengan keseragaman dimensi dan bagaimanakah ia digunakan.*

(20 marks/markah)

- [b] Describe the meaning of the terms dynamic similarity, kinematic similarity and geometric similarity.

*Huraikan maksud terma-terma kesamaan dinamik, kesamaan kinematik dan kesamaan geometri.*

(20 marks/markah)

- [c] Assuming the pressure loss along the pipe,  $p$ , can be expressed in terms of the following parameters:

Fluid density,  $\rho$

Kinematic viscosity,  $\nu$

Diameter,  $d$

Velocity,  $u$

Show that the pressure loss can be expressed in terms of the following relationship:

$$p = \rho u^2 \phi(\text{Re})$$

Where  $\phi(\text{Re})$  is a function of Reynold Number.

*Anggapkan kehilangan tekanan sepanjang paip,  $p$ , boleh diterbitkan berdasarkan parameter-parameter di bawah:*

*Ketumpatan cecair,  $\rho$*

*Kelikatan dinamik,  $\nu$*

*Diameter,  $d$*

*Halaju,  $u$*

*Tunjukkan kehilangan tekanan boleh dihasilkan melalui perhubungan seperti di bawah:*

$$p = \rho u^2 \phi(\text{Re})$$

*$\phi(\text{Re})$  adalah fungsi nombor Reynold.*

(60 marks/markah)