
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2006/2007

April 2007

MSG 322 - MEKANIK BENDALIR

Masa : 3 jam

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LIMA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

[Arahan:] Jawab **semua enam** [6] soalan.]

...2/-

1. (a) For a fully developed plane flow between two parallel plates (close to each other), of which one is at rest and the other is moving with uniform velocity U , obtain the relationship between the velocity gradient and the viscous stress. If h is the distance between the plates, determine the velocity field.
[5 marks]
- (b) A cylinder of 150 mm radius rotates concentrically inside a fixed cylinder of 155 mm radius and the space between them is filled by a fluid of viscosity $\mu = 0.123 \text{ N s/m}^2$. If both cylinders are 40 cm long, determine the torque required by the inner cylinder to maintain an angular velocity of 80 r. p. m. What is the tangential velocity of the fluid adjacent to the rotating surface?
[5 marks]
2. (a) Write the hydrostatic approximation and obtain the formula for computing the atmospheric pressure at any height from the earth's surface if the temperature decreases linearly with elevation where the lapse rate of temperature is α .
[6 marks]
- (b) Suppose that the pressure and temperature at the earth surface are 102 k Pa and 15° C respectively. What is the pressure at 5 km above the earth surface if the lapse rate is given by 0.0065 K/m ? At what height above the earth surface the atmospheric pressure will be 40 kPa if the atmosphere is considered as isothermal with an average temperature of -16° C ? [Given that $R = 287 \text{ J/kg K}$.]
[6 marks]
3. (a) Derive the continuity equation in the cylindrical polar coordinate system. Hence write the continuity equation for incompressible flow.
[6 marks]
- (b) Show that the velocity distribution of a fully developed laminar horizontal pipe flow is given by

$$u(r) = \frac{1}{4\mu} \frac{dp}{dx} (r^2 - r_0^2)$$
 where r is any distance from the axis of the pipe and r_0 is the radius of the pipe; other symbols have their usual meaning. If V is the average velocity of the pipe flow, obtain a formula for computing the pressure drop Δp over a segment L .
[6 marks]

1. (a) Untuk suatu aliran, yang terbangun sepenuhnya, antara dua plat selari (hampir antara satu sama lain) yang mana salah satu daripada plat dalam keadaan pegun dan satu lagi bergerak dengan halaju seragam U, dapatkan hubungan antara kecerunan halaju dan tekanan kelikatan (viscous stress). Jika h adalah jarak antara plat, tentukan medan halaju.

[5 markah]

- (b) Suatu silinder dengan jejari 150mm berputar secara sepusat dalam suatu silinder tetap dengan jejari 155mm dan ruang antara mereka kedua dengan bendalir dengan kelikatan $\mu = 0.123 \text{ N s/m}^2$. Jika kedua-dua silinder adalah 40 cm panjang, tentukan tork yang diperlukan silinder yang kedalam untuk mengekalkan halaju bersudut 80 r.p.m. Apakah halaju bertangen bendalir bersebelahan permukaan yang berputar?

[5 markah]

2. (a) Tuliskan penghampiran hidrostatik dan dapatkan rumus untuk mengira tekanan atmosfera pada sebarang ketinggian di atas permukaan bumi jika suhu menurun secara linear dan kadar kemerosotan suhu ialah α .

[6 markah]

- (b) Andaikan tekanan dan suhu pada permukaan bumi adalah 120 k Pa dan 15°C masing-masing. Apakah tekanan 5 km atas permukaan bumi jika kadar kemerosotan diberi oleh 0.0065 K/m ? Pada ketinggian apakah di atas permukaan bumi tekanan atmosfera akan menjadi 40 kPa jika atmosfera dianggap isoterma dengan suhu purata -16°C ? [Diberikan $R = 287 \text{ J/kg K}$.]

[6 markah]

3. (a) Terbitkan persamaan keselanjaran dalam sistem koordinat kutub silinder. Seterusnya tulis persamaan keselanjran untuk aliran tak mampat.

[6 markah]

- (b) Tunjukkan bahawa taburan halaju suatu aliran laminar mendatar dalam paip diberikan oleh

$$u(r) = \frac{1}{4\mu} \frac{dp}{dx} (r_0^2 - r^2)$$

yang mana r adalah jarak daripada paksi paip dan r_0 adalah jejari paip; symbol-simbol mempunyai maksud biasa. Jika V adalah halaju purata aliran paip, dapatkan satu rumus untuk mengira kejatuhan tekanan Δp pada segmen L .

[6 markah]

.../4-

4. (a) Explain the concept of potential flow and show that the potential function satisfies the Laplace's equation. For a plane potential flow, show that the stream function also satisfies the Laplace's equation. Show that $\psi = \text{constant}$ along a streamline, where $\psi(x, y)$ is a stream function.

[6 marks]

- (b) The velocity potential for a flow is

$$\phi = 2 \ln(x^2 + y^2)$$

- (i) Find the stream function $\psi(x, y)$
 (ii) Assume that water is flowing and find the pressure along x -axis if $p = 100$ kPa at $x \rightarrow \infty$. What is the pressure at $x = 2$ m, $y = 0$?
 [Density of water = 1000 kg/m^3]

[6 marks]

5. (a) Discuss briefly about boundary layer and boundary layer thickness. Derive the integral formula for displacement thickness.

[6 marks]

- (b) Considering the free stream velocity U as uniform, determine a quadratic velocity profile for a plane laminar boundary layer on a flat plate at zero incidences. For this profile find the boundary layer thickness, displacement thickness and wall shear stress. If $U = 0.75$ m/s, compute the wall shear stress at a distance 1.5 m from the leading edge.

[6 marks]

6. (a) Write briefly the concept of total energy in an open channel flow. Show that the specific energy for a rectangular channel is given by

$$E = y + \frac{q^2}{2g y^2}$$

where the symbols have their usual meaning. Derive the formula of the critical depth for a rectangular open channel flow and obtain the relationship between critical energy and critical depth.

[6 marks]

- (b) A rectangular channel 3 m wide is conveying water at a depth $y_1 = 1.55$ m, and velocity $V_1 = 1.83$ m/s. Show that the flow in this region is subcritical. The flow enters a transition region, in which the bottom elevation is raised by $h = 0.20$ m. Show that the specific energy flow in the transition is more than the critical energy. Also determine the depth and velocity in the transition. Compute the flow rate in both the sections.

[6 marks]

.../5-

4. (a) *Jelaskan konsep aliran berpotensi dan tunjukkan fungsi potensi memenuhi persamaan Laplace. Untuk aliran berpotensi, tunjukkan fungsi strim juga memenuhi persamaan Laplace. Tunjukkan ψ = malar sepanjang garis strim, di mana $\psi(x, y)$ adalah fungsi strim.*

[6 markah]

- (b) *Potensi halaju untuk suatu aliran adalah*

$$\phi = 2 \ln(x^2 + y^2)$$

- (i) *Cari fungsi strim $\psi(x, y)$*
 (ii) *Andaikan air sedang mengalir, dapatkan tekanan di sepanjang paksi x jika $p = 100$ kPa pada $x \rightarrow \infty$. Apakah tekanan di $x = 2$ m, $y = 0$? [Ketumpatan air = 1000 kg/m^3]*

[6 markah]

5. (a) *Bincang secara ringkas lapisan sempadan dan ketebalan lapisan sempadan. Terbit rumus pengkamiran untuk ketebalan sesaran.*

[6 markah]

- (b) *Dengan mengandaikan halaju strim bebas U sebagai seragam, tentukan profil halaju kuadratik untuk aliran lapisan sempadan atas plat pada "zero incidences". Untuk profil ini, dapatkan ketebalan lapisan sempadan, ketebalan sesaran dan tekanan ricih dinding. Jika $U = 0.75$ m/s, kirakan tekanan ricih dinding pada jarak 1.5 m daripada hujung utama.*

[6 markah]

6. (a) *Tulis dengan ringkas mengenai konsep kuasa seluruh untuk aliran saluran terbuka. Tunjukkan tenaga tentu untuk saluran segiempat tepat diberikan*

$$E = y + \frac{q^2}{2g y^2}$$

di mana symbol-simbol mempunyai makna biasa.. Terbitkan rumus untuk kedalaman kritikal untuk aliran dalam saluran segiempat tepat dan dapatkan hubungan di antara tenaga kritikal dan kedalaman kritikal.

[6 markah]

- (b) *Suatu saluran segiempat tepat dengan 3 m lebar membawa air sedalam $y_1 = 1.55$ m, dengan halaju $V_1 = 1.83$ m/s. Tunjukkan aliran bahagian ini adalah subkritikal. Aliran memasuki bahagian transisi, di mana aras bawah ditingkatkan sebanyak $h = 0.20$ m. Tunjukkan tenaga spesifik aliran pada transisi adalah lebih daripada tenaga kritikal. Juga tentukan kedalaman dan halaju pada transisi. Hitungkan kadar aliran pada kedua-dua bahagian.*

[6 markah]