

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2008/2009

April/May 2009

**MSG 322 – Fluid Mechanics**  
***[Mekanik Bendalir]***

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of FIVE pages of printed material before you begin the examination.

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

**Instructions:** Answer **four** [4] questions.

**[Arahan:** Jawab **empat** [4] soalan.]

1. (a) Verify the Green's theorem in plane for  $\int_C (3x^2 - 8y^2) dx + (4y - 6xy) dy$ , where  $C$  is the boundary of the triangle with edges  $x = 0, y = 0, x + y = 1$ .

[50 marks]

- (b) Define: (i) Streamline and Streakline  
 (ii) Pathline  
 (iii) Steady flow and unsteady flow  
 (iv) Viscosity of fluid  
 (v) Incompressible fluid

[25 marks]

- (c) Explain material and spatial descriptions of fluid motion and hence, derive the formula for acceleration (material derivative) in terms of the spatial derivative.

[25 marks]

2. (a) Derive the equation of continuity in the Eulerian description and state it in the rectangular cartesian, cylindrical polar and spherical polar coordinates.

[50 marks]

- (b) Determine whether the motion specified by  $\vec{q} = \frac{A(x\hat{j} - y\hat{i})}{x^2 + y^2}$ , ( $A$  is a constant), is a possible motion for an incompressible fluid. If, so, determine the equations of streamlines. Also, show that the motion is of potential kind. Hence, find the velocity potential.

[50 marks]

3. (a) Making all the necessary assumptions, derive the Navier-Stokes equation for viscous incompressible fluid.

[50 marks]

- (b) (i) Define source, sink and doublet.

- (ii) Find the stream function of the two-dimensional motion due to two equal sources of strength  $m$  at a distance  $2a$  apart and an equal sink of strength  $2m$  between them. Determine the stream lines and also find the speed at any point.

[50 marks]

1. (a) Tentusahkan Teorem Green atas satah untuk  $\int_C (3x^2 - 8y^2) dx + (4y - 6xy) dy$ , yang mana  $C$  ialah sempadan segitiga dengan bucu  $x = 0, y = 0, x + y = 1$ .

[50 markah]

- (b) Takrifkan:
- (i) Garis arus dan garis coreng
  - (ii) Garis lintasan
  - (iii) aliran mantap dan tak mantap
  - (iv) kelikatan bendalir
  - (v) bendalir tak mampat

[25 markah]

- (c) Terangkan penghuraian bahan dan ruangan aliran bendalir dan seterusnya terbitkan rumus untuk pecutan (terbitan bahan) dalam sebutan terbitan ruangan.

[25 markah]

2. (a) Terbitkan persamaan keselajaran dalam penghuraian Eulerian dan nyatakannya dalam koodinat kartesian segiempat tepat, polar silinder dan polar sfera.

[50 markah]

- (b) Tentukan sama ada aliran yang dihuraikan  $\bar{q} = \frac{A(x\hat{j} - y\hat{i})}{x^2 + y^2}$ , ( $A$  malar),

merupakan suatu aliran yang mungkin untuk suatu bendalir tak mampat. Jika ya, tentukan persamaan garis arus. Juga, tunjukkan aliran ialah aliran potensi. Seterusnya, dapatkan halaju potensi.

[50 markah]

3. (a) Dengan membuat semua andaian yang perlu, terbitkan persamaan Navier-Stokes untuk suatu bendalir likat dan tak mampat.

[50 markah]

- (b) (i) Takrifkan sumber, pembenar dan kembardua

(ii) Cari fungsi arus untuk aliran dua dimensi yang disebabkan dua sumber sama dengan kekuatan  $m$  dengan jarak  $2a$  antara mereka dan suatu pembenar dengan kekuatan  $2m$  antara mereka. Tentukan garis arus dan cari halaju pada sebarang titik.

[50 markah]

4. (a) Determine the principal stresses and the principal stress directions if the stress

tensor at a point is given by  $\tau_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ .

[50 marks]

- (b) State and prove Blasius's theorem.

[50 marks]

5. (a) State the and prove Kelvin's circulation theorem.

[50 marks]

- (b) Derive the Von-Karman's momentum integral equation for two-dimensional steady incompressible boundary layer flow.

[50 marks]

4. (a) Tentukan tegasan utama dan arah tegasan utama jika tensor regangan pada

sesuatu titik diberi oleh  $\tau_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ .

[50 markah]

- (b) Nyatakan dan buktikan Teorem Blausius.

[50 markah]

5. (a) Nyatakan dan butiran teorem peredaran Kelvin.

[50 markah]

- (b) Terbitkan persamaan Kamiran momentum Von-Karman untuk aliran tak mampat lapisan sempadan dua dimensi yang tak mantap.

[50 markah]

