
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2007/2008
*Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2007/2008*

April 2008
April 2008

**EMH 202/3 – *Fluid Dynamics*
Dinamik Bendalir**

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON :

Please check that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.

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

Please answer **TWO (2)** questions from SECTION A and **THREE (3)** questions from SECTION B.

*Sila jawab **DUA (2)** soalan dari BAHAGIAN A dan **TIGA (3)** soalan dari BAHAGIAN B.*

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.*

Start answering each question in a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

SECTION A

- Q1. [a] Describe, with a simple graph, the types of fluids and their behaviour when subjected to increasing shear stress. Give two examples for each type of fluids.

Terangkan, dengan bantuan gambarajah mudah, jenis-jenis bendalir dan sifat-sifat mereka di bawah tegasan ricih yang meningkat. Berikan dua contoh bagi setiap jenis bendalir tersebut.

(40 marks/40 markah)

- [b] Consider a control volume in a cartesian coordinate in an unsteady flow for an incompressible Newtonian fluid. The general modified Navier-Stokes equation in three dimensional unsteady state in y direction is given by:

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + \rho g_y$$

where u , v and w are velocities in x , y and z directions respectively.

Identify each term with its respective force components acting on the control volume.

With the help of a simple illustration, derive the molecular momentum force component in y direction.

Pertimbangkan suatu isipadu kawalan di dalam koordinat kartesian dalam aliran tidak mantap bagi suatu bendalir Newtonian tidak boleh mampat. Persamaan am Navier-Stokes terubahsuai tiga dimensi dalam keadaan tidak mantap dari arah y diberi sebagai:

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + \rho g_y$$

di mana u , v dan w adalah halaju-halaju dari arah x , y dan z masing-masing.

Tunjukkan setiap sebutan masing-masing dengan jujuk-jujuk daya yang bertindak ke atas isipadu kawalan tersebut.

Dengan bantuan ilustrasi mudah, terbitkan jujuk daya momentum molekul dari arah y .

(40 marks/40 markah)

- [c] **State two examples of industrial application involving heavily on Navier-Stokes equation. Explain three main considerations in designing an exhaust chimney for a typical power station.**

Nyatakan dua contoh aplikasi industri yang amat bergantung kepada persamaan Navier-Stokes. Jelaskan tiga pertimbangan utama dalam merekabentuk sebuah cerobong pelepasan bagi sebuah stesen janaelektrik biasa.

(20 marks/20 markah)

- Q2. [a] **With the aid of a simple sketch, describe the main phenomena of the boundary layer formations of a Newtonian fluid in steady state as it develops from laminar to turbulent flows over a horizontal flat plate. State the typical range of Reynolds numbers for each stage.**

Dengan bantuan lakaran mudah, terangkan beberapa fenomena utama pembentukan lapisan sempadan bagi bendalir Newtonian dalam keadaan mantap sejak ia berubah daripada aliran lamina kepada aliran gelora pada satu plat rata mendatar. Nyatakan julat nombor Reynolds yang biasa bagi setiap peringkat.

(30 marks/30 markah)

- [b] **A triangular recreational hang-glider, with a wing span of 8 m, central apex length of 3 m and mass of 10 kg, soars at an angle to the horizontal. The tension in the string holding the hang-glider is 500 N when the wind velocity is 40 km/h horizontally and the angle of the string to the horizontal direction is 35°. The density of air is 1.2 kg/m³. Calculate the lift and drag coefficients for the hang-glider in the given position.**

Sebuah peluncur-gayut rekreasi berbentuk segi tiga dengan jarak rentang sayap 8 m, panjang muncung tengah 3 m dan jisim 10 kg, melayang di udara pada suatu sudut berbanding ufuk. Daya tegangan tali yang mengikat peluncur-gayut tersebut ialah 500 N apabila angin bertiup secara mendatar sekuat 40 km/j dan sudut antara tali dan ufuk ialah 35°. Ketumpatan udara ialah 1.2 kg/m³. Kirakan pekali-pekali daya angkatan dan daya seretan bagi peluncur-gayut itu dalam keadaan tersebut.

(40 marks/40 markah)

- [c] **Explain briefly some of the common questions in our every day life:**

- (i) **Why does a golf ball have dimples?**
 (ii) **Why does an F1 car have an aerofoil spoiler?**

Some simple illustration may be added to assist your explanation.

Terangkan secara ringkas beberapa persoalan dalam kehidupan kita seharian:

- (i) *Kenapa bola golf terdapat cawakan-cawakan?*
 (ii) *Kenapa kereta F1 mempunyai pengacau aerofoil?*

Beberapa ilustrasi mudah boleh ditambah bagi membantu penerangan anda.

(30 marks/30 markah)

Q3. [a] Describe the following major phenomena for flow around immersed bodies:

- (i) Streamlining
- (ii) Vortex shedding

Strengthen your description with some sketches and examples.

Terangkan, fenomena-fenomena utama bagi aliran di sekitar jasad terendam seperti berikut:

- (i) Garisaluran
- (ii) Kocakan vorteks

Kukuhkan penerangan anda dengan beberapa lakaran dan contoh-contoh.

(30 marks/30 markah)

[b] Electrical transmission towers are stationed at 500 m intervals and a copper conducting cable 2 cm in diameter is strung between them. If an 80 km/h wind is blowing transversely across the wires, calculate the total force each tower carrying 20 such cables is subjected to. Assume there is no interference between the wires and take the drag coefficient of each wire as 1.2, air density as 1.2 kg/m^3 and viscosity $1.7 \times 10^{-5} \text{ Pas}$.

State whether vortex shedding would happen. At what frequency would it resonate with the natural or harmonic frequency of the cables?

Take the density and stiffness of copper wire to be 8960 kg/m^3 and $1.41 \times 10^7 \text{ N/m}$.

Strouhal number, $fd/U_o = 0.198(1-19.7/Re)$

Natural frequency of the wire, $f_n = (1/2\pi)(k/m)^{1/2}$

Menara penghantaran elektrik dibina dengan jarak 500 m antara satu dengan lain dan kabel pengalir tembaga berdiameter 2 cm dihubungkan antara keduanya. Jika angin kencang 80 km/j bertiup dari arah melintang ke wayar tersebut, kirakan jumlah daya yang dikenakan jika terdapat 20 wayar yang terintang. Andaikan tiada gangguan antara wayar-wayar dan ambil pekali seretan sebagai 1.2, ketumpatan udara 1.2 kg/m^3 dan kelikatan udara $1.7 \times 10^{-5} \text{ Pas}$.

Nyatakan sama ada kocakan vorteks akan terjadi. Apakah frekuensi yang akan menyebabkan resonan terhadap frekuensi tabii atau harmonik kabel tersebut?

Ambil ketumpatan tembaga sebagai 8960 kg/m^3 dan kekakuannya $1.41 \times 10^7 \text{ N/m}$.

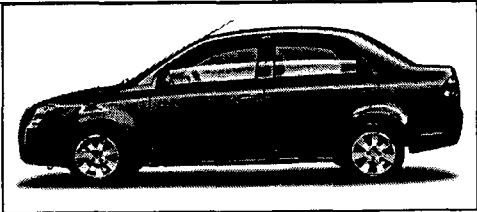
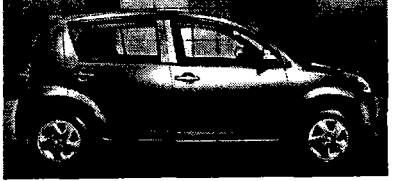
Nombor Strouhal, $fd/U_o = 0.198(1-19.7/Re)$

Frekuensi tabii wayar, $f_n = (1/2\pi)(k/m)^{1/2}$

(40 marks/40 markah)

- [c] Compare two car models below and make three comparisons as far as their aerodynamic designs are concerned. Describe briefly what the advantages of good aerodynamic design are and how both models could further improve their aerodynamic features.

Bandungkan dua model kereta di bawah dan berikan tiga perbandingan dari segi rekaan aerodinamik mereka. Terangkan secara ringkas apakah kelebihan-kelebihan rekaan aerodinamik yang baik serta bagaimana kedua-dua model dapat memperbaiki ciri-ciri aerodinamik mereka.

		
Model	A	B
Length <i>Panjang</i>	4257 mm	3720 mm
Width <i>Lebar</i>	1680 mm	1665 mm
Height <i>Tinggi</i>	1502 mm	1550 mm
Displacement <i>Sesaran</i>	1332 cc	1298 cc
Power <i>Kuasa</i>	70 kW	64 kW
Torque <i>Tork</i>	120 Nm	116 Nm
Berat <i>Weight</i>	1,060 kg	955 kg

(30 marks/30 markah)

SECTION B

- Q4. [a] Sketch the variation in pressure and mass flux for a flow in a converging nozzle. Give detail explanation for these variations.

Lakarkan perubahan tekanan dan fluks jisim bagi aliran di dalam muncung menumpu. Terangkan dengan terperinci perubahan-perubahan ini.

(55 marks/55 markah)

- [b] A normal shock wave propagates through stagnant air at standard conditions at a speed of 720 m/s as shown in Figure Q4[b]. Determine the speed induced ($V_2 - V_1$) immediately behind the shock wave. Take $T = 20^\circ\text{C}$ and $\gamma = 1.4$.

Satu gelombang kejutan merambat melalui udara pegun pada keadaan piawai dengan kelajuan 720 m/s seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah S4[b]. Tentukan halaju yang terhasil ($V_2 - V_1$) di belakang gelombang kejutan. Ambil $T = 20^\circ\text{C}$ and $\gamma = 1.4$.

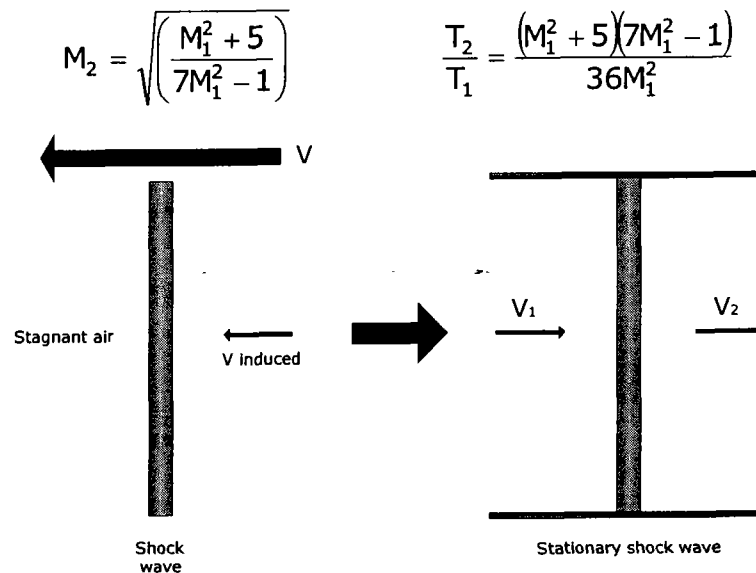


Figure Q4[b]
Rajah S4[b]

(45 marks/45 markah)

- Q5. [a] Define net positive suction head. Write the equation for net positive suction head and explain how it is determined in the laboratory.

Takrifkan turus sedutan positif bersih. Tuliskan persamaan bagi turus sedutan positif bersih dan terangkan kaedah penentuannya di dalam makmal

(25 marks/25 markah)

- [b] Water flows through the pump in the system shown in Figure Q5[b] at a rate of 60 L/s. The allowable net positive suction head at that flow is 3 m. Determine the maximum height Δz above the water surface that the pump can be located to operate without cavitation. Vapour pressure and density for water at 20°C is 2.34 kPa and 998 kg/m³ respectively. Comment on your results.

Air mengalir melalui sebuah pam di dalam sistem yang ditunjukkan di dalam Rajah S5[b] pada kadar 60 L/s. Turus sedutan positif bersih yang dibenarkan pada kadar alir berkenaan ialah 3 m. Tentukan ketinggian maksima Δz di atas permukaan air bagi meletakkan pam supaya dapat beroperasi tanpa keronggaan. Tekanan wap ialah 2.34 kPa dan ketumpatan air ialah 998 kg/m³ pada 20°C. Komen jawapan anda.

$$h_L = \left(f \frac{L}{D} + \sum K \right) \frac{Q^2}{2gA^2}$$

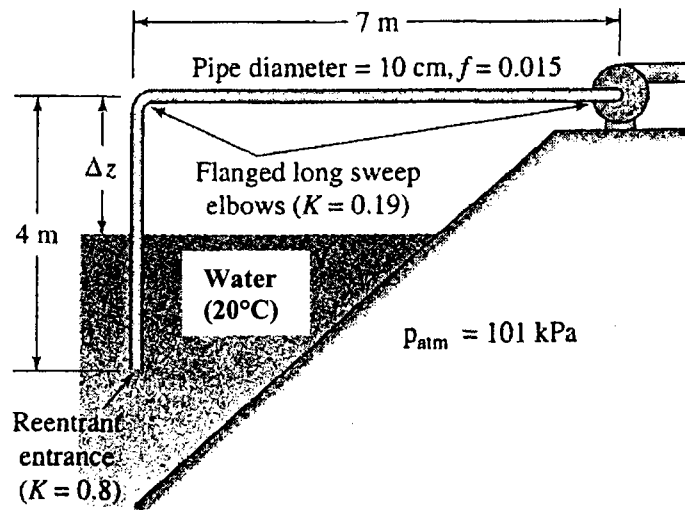


Figure Q5[b]
Rajah S5[b]

(30 marks/30 markah)

- [c] Performance characteristics of a centrifugal pump with an impeller diameter of 0.50 m and running at 750 rev/min are tabulated in Table Q5[c] below. Calculate the discharge, \dot{Q} and head rise, H of a geometrically similar pump of 0.35 m impeller diameter and running at 1500 rev/min. Tabulate the results in the table and plot the characteristics for both sets of pumps in a graph paper.

Ciri-ciri prestasi sebuah pam empur dengan diameter pendesak 0.50 m dan berputar pada 750 pusingan/minit ditunjukkan di dalam Jadual S5[c] dibawah. Tentukan luahan, \dot{Q} dan kenaikan turus, H bagi sebuah pam yang bergeometri sama dengan diameter pendesak 0.35 m dan berputar pada 1500 pusingan/minit. Tunjukkan keputusan di dalam jadual dan plot ciri-ciri bagi kedua-dua pam di atas kertas graf.

$$C_p = \frac{bhp}{\rho \omega^3 D^5} \quad C_H = \frac{H}{\omega^2 D^2} \quad C_Q = \frac{\dot{Q}}{\omega D^3}$$

Table Q5[c]
Jadual S5[c]

$\dot{Q}(\text{m}^3/\text{min})$	0	7.0	14.1	21.2	27.9	34.9	42.1	49.2	56.2
$H(\text{m})$	39.8	40.7	40.3	39.5	38.1	33.5	25.5	14.3	0
η	0	0.42	0.59	0.73	0.82	0.82	0.73	0.51	0

(45 marks/45 markah)

- Q6. [a] A Francis turbine has an overall efficiency and hydraulic efficiency of 90 per cent and 93 per cent respectively, and runs at 428 rev/min. It discharges water at a rate of $15.5 \text{ m}^3/\text{s}$. The pressure head at the inlet of the spiral casing is 260 m, and the centerline of the spiral casing inlet is 3.2 m above the tail water level. The diameter and the width of the runner at inlet are 2.4 m and 0.3 m respectively. Calculate the output power, the guide vane angle at inlet, and the runner vane angle at inlet.

Sebuah turbin Francis mempunyai kecekapan keseluruhan dan kecekapan hidraulik 90 peratus dan 93 peratus masing-masing, dan berputar pada kelajuan 428 pusingan/minit. Kadar alir air pada keluaran ialah $15.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Tekanan turus pada masukan selongsong pilin ialah 260 m, dan pusat masukan selongsong pilin ialah 3.2 m di atas paras air. Garispusat dan kelebaran bagi pendesak pada masukan ialah 2.4 m dan 0.3 m masing-masing. Kirakan kuasa keluaran, sudut bilah panduan pada masukan, dan sudut bilah pendesak pada masukan.

$$\eta_h = \frac{v_{w1} u_1}{gH}$$

$$\cot \beta_1 = \frac{u_1}{v_{f1}} - \cot \alpha_1$$

(55 marks/55 markah)

- [b] **Three identical, double jet Pelton wheels operate under a gross head of 400 m. The diameter of the nozzles is 75 mm and the coefficient of velocity is 0.97. The diameter of the bucket circle is 1.2 m and the ratio of the bucket speed and the jet speed is 0.46. The water from the reservoir is supplied to the turbines by means of two parallel pipes, each of 450 m long and 0.5 m diameter, and having a friction factor 0.0075. If $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$ of water is supplied to each turbine, calculate the rotational speed (in rev/min) of the shaft.**

Tiga buah roda Pelton yang serupa dengan dwi-jet beroperasi pada turus kasar 400 m. Diameter bagi muncung ialah 75 mm dengan pekali halaju 0.97. Diameter bagi roda Pelton berkenaan ialah 1.2 m dan nisbah halaju timba kepada jet ialah 0.46. Air dari takungan dibekalkan kepada turbin dengan menggunakan dua paip selari, panjang setiap satu 450 m dan diameter 0.5 m, dan faktor geseran ialah 0.0075. Jika $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$ air dibekalkan kepada setiap turbin, kirakan halaju putaran (dalam putaran/minit) bagi aci.

$$h_L = \left(f \frac{L}{D} + \sum K \right) \frac{Q^2}{2gA^2}$$

(45 marks/45 markah)