
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2010/2011

November 2010

EBS 238/3 - Fluid Mechanics ***[Mekanik Bendalir]***

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN printed pages and TWO pages APPENDIX before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat beserta DUA muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions. FOUR questions in PART A and THREE questions in PART B.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. EMPAT soalan di BAHAGIAN A dan TIGA soalan di BAHAGIAN B.]

Instruction: Answer FIVE questions. Answer TWO questions from PART A, TWO questions from PART B and ONE question from any sections. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

Arahan: Jawab LIMA soalan. Jawab DUA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan SATU soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

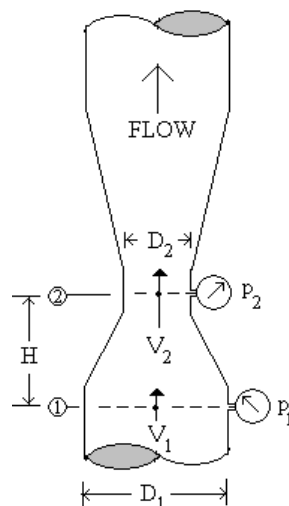
In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

PART A**BAHAGIAN A**

1. [a] A venturi meter is installed in a vertical pipe as shown in the figure below. The flowing fluid is water (specific weight, $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$) and the flow is vertically upwards. The diameters of the pipe and of the Venturi meter's throat are $D_1 = 0.3048 \text{ m}$, and $D_2 = 0.2286 \text{ m}$, respectively. Bourdon manometers attached at sections 1 and 2 show readings of $p_1 = 289.7 \text{ kPa}$, and $p_2 = 207 \text{ kPa}$. The manometers are separated by a vertical distance $H = 0.9144 \text{ m}$. Assuming no friction losses in the system, calculate the water discharge through the Venturi meter.

Satu meter venturi dipasang secara menegak seperti yang ditunjukkan dalam Rajah dibawah. Bendalir yang mengalir ialah air (berat spesifik, $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$) dan mengalir secara menegak. Diameter paip dan kerongkongan ialah $D_1 = 0.3048 \text{ m}$, dan $D_2 = 0.2286 \text{ m}$, masing-masing. Manometer Bourdon yang dipasang pada bahagian 1 dan 2 menunjukkan bacaan $p_1 = 289.7 \text{ kPa}$, dan $p_2 = 207 \text{ kPa}$. Manometer dipisahkan dengan jarak tegak $H = 0.9144 \text{ m}$. Dengan menganggap tiada kehilangan geseran dalam sistem, kirakan luahan air melalui meter venturi tersebut.

**Figure 1****Rajah 1**

(40 marks/markah)

...3/-

- [b] A nozzle is attached to a pipe as shown in Figure 2. Determine the water jet's velocity for the conditions shown in the figure. Assume the head loss in the jet is negligible.

Sebuah nozel dipasang pada sebatang paip seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Dapatkan halaju jet air untuk keadaan yang ditunjukkan dalam Rajah di bawah. Anggap kehilangan turus dalam jet boleh diabaikan.

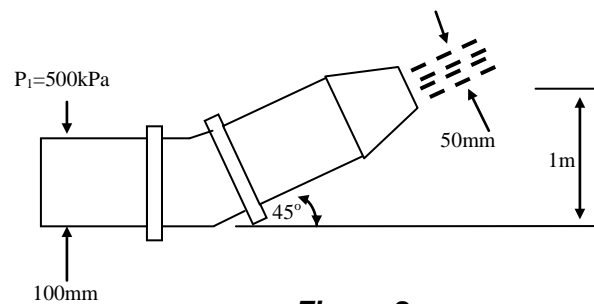


Figure 2

Rajah 2

(30 marks/markah)

- [c] For the system shown in Figure 3, $\Delta H = 30.5$ m, $D_1 = 0.61$ m, $D_2 = 0.305$ m and $Q = 0.85$ m³/s. Determine the power developed by the pump in horse power. Neglect all losses except discharge losses.

Untuk sistem yang ditunjukkan dalam Rajah 3, $\Delta H = 30.5$ m, $D_1 = 0.61$ m, $D_2 = 0.305$ m dan $Q = 0.85$ m³/s. Dapatkan kuasa yang dihasilkan oleh pam dalam unit kuasa kuda. Abaikan semua kehilangan kecuali kehilangan luahan.

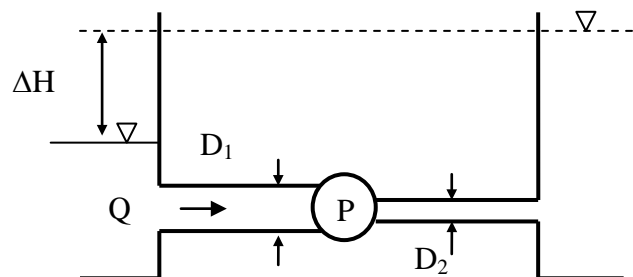


Figure 3

Rajah 3

(30 marks/markah)

2. [a] Describe the following types of flow for both close-conduit and free surface conditions and give example. Include a sketch with each representation:
- (i) Steady, uniform
 - (ii) Unsteady, non-uniform
 - (iii) Steady, non-uniform
 - (iv) Unsteady, uniform

Berikan contoh untuk setiap jenis aliran yang berikut bagi pembuluh tertutup dan keadaan ruang bebas. Lukiskan rajah yang sesuai untuk setiap perwakilan:

- (i) *Mantap, seragam*
- (ii) *Tidak mantap, tidak seragam*
- (iii) *Mantap, tidak seragam*
- (iv) *Tidak mantap, seragam*

(25 marks/markah)

- [b] A buoy is to support a cone-shaped instrument package, as shown in Figure 4. The buoy is made from uniform material having a specific weight of 1.258 kN/m^3 . At least 0.46 m of the buoy must be above the surface of the seawater for safety and visibility. Calculate the maximum allowable weight of the instrument package. (Given: $\gamma_{\text{seawater}} = 10.1 \text{ kN/m}^3$)

Sebuah pelampung digunakan untuk menyokong sebuah pakej instrumen berbentuk kon, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4. Pelampung berkenaan dibuat daripada bahan seragam yang mempunyai berat spesifik 1.258 kN/m^3 . Sekurang-kurangnya 0.46 m perlu berada di atas permukaan air laut untuk keselamatan dan dapat dilihat. Kirakan berat maksimum yang dibolehkan untuk pakej instrumen berkenaan. (Diberi: $\gamma_{\text{air laut}} = 10.1 \text{ kN/m}^3$)

Figure 4**Rajah 4**

(25 marks/markah)

- [c] Water flows through a long, horizontal, conical diffuser at the rate of $4.2 \text{ m}^3/\text{s}$. The diameter of the diffuser changes from 1.0 m to 1.6 m. The pressure at the smaller end is 9.5 kPa. Calculate the pressure at the downstream end of the diffuser, assuming frictionless flow. Assume also that the angle of the cone is small enough so that the flow does not separate from the walls of the diffuser.

Air mengalir melalui peresap berbentuk kon secara melintang pada kadar $4.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Diameter peresap berubah dari 1.0 m kepada 1.6 m. Tekanan pada bahagian kecil ialah 9.5 kPa. Kirakan tekanan pada hujung peresap, dengan anggapan aliran tanpa geseran. Anggapkan juga sudut kon adalah cukup kecil untuk aliran tidak dipisahkan dari dinding peresap.

(25 marks/markah)

- [d] For a V-notch weir, find the flow if the measured head above the bottom of the V is 38 cm, when $\theta = 45^\circ$ and $C_d = 0.6$. If the flow is wanted within an accuracy of 2%, what are the limiting values of the head.

Untuk sebuah alur limpah V, dapatkan alirannya jika turus terkira di atas bahagian bawah V ialah 38 cm, apabila $\theta = 45^\circ$ dan $C_d = 0.6$. Jika aliran yang dihendaki mempunyai kecekapan antara 2%, dapatkan nilai had untuk turus berkenaan.

(25 marks/markah)

3. [a] A 600 mm diameter pipeline carries water under a head of 30 m with a velocity of 3 m/s. This water main is fitted with a horizontal bend which turns the axis of the pipeline through 75° (i.e. the internal angle at the bend is 105°) (refer Figure 5). Calculate the resultant force on the bend and its angle to the horizontal. ($\gamma_{\text{water}} = 9810\text{N/m}^3$)

Sebuah paip berdiamater 600 mm membawa air dengan turus 30 m dan kelajuan 3 m/s. Paip utama ini disambung dengan satu bengkok mendatar yang berpusing pada satah paip berkenaan pada 75° (sudut dalam bengkok adalah 105°) (rujuk Rajah 5). Kirakan daya paduan pada bengkok dan sudutnya pada satah mendatar.

($\gamma_{\text{air}} = 9810\text{N/m}^3$)

(50 marks/markah)

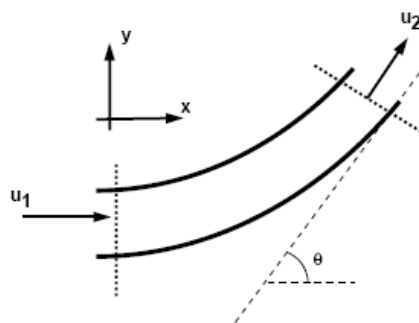


Figure 5

Rajah 5

- [b] Water at 15°C flow up a 24 m long conical pipe with its centerline sloping at 3° to horizontal. At its lower end the diameter is 600 mm, the water pressure is 94.6 kPa, and the velocity is 1.3 m/s; at its upper outlet end the diameter is 450 mm and the water pressure is 78.4 kPa. Find the shear stress at the wall, assuming it to be nonvarying. (Hint: You may use the mean diameter to find the pipe friction head loss) (γ_{water} at 15°C = 9798 N/m³).

Air bersuhu 15°C mengalir sepanjang 24 m paip berbentuk kon dengan garisan tengah bercerun pada 3°. Pada bahagian rendah, diameter paip ialah 600 mm dan tekanan air ialah 94.6 kPa dan halaju air ialah 1.3 m/s; pada bahagian atas, bahagian luahan, diameter paip ialah 450 mm dan the water pressure is 78.4 kPa. Dapatkan tegasan ricih pada dinding paip, anggapkan tegasan ini tidak berubah sepanjang paip (Panduan: Anda boleh menggunakan min diameter untuk mendapatkan kehilangan turus geseran paip). (γ_{air} pada 15°C = 9798 N/m³).

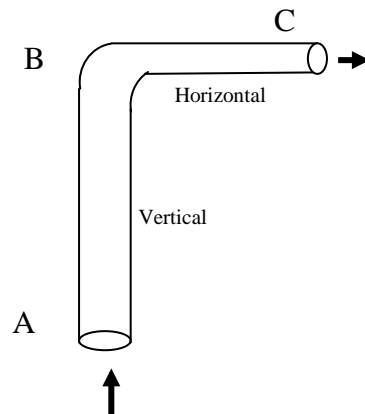
(50 marks/markah)

4. [a] Water at 10°C flow up pipe AB (5 m long, 40 mm diameter) and along BC (3 m long, 30 mm diameter) at 1.75 L/s as shown in Figure 6. If the measured pressure at A is 250 kPa and the pipe friction head loss between A and C is 1.45 m, find the pressure at C. Neglect energy losses caused by the diameter change and bend at B. (γ_{water} at 10°C = 9.804 kN/m³)

Air bersuhu 10°C mengalir dalam paip AB (5 m panjang, 40 mm diameter) dan sepanjang BC (3 m panjang, 30 mm diameter) pada aliran 1.75 L/s seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6. Jika tekanan pada A ialah 250 kPa dan kehilangan geseran antara A dan C ialah 1.45 m, dapatkan tekanan pada C. Abaikan kehilangan tenaga disebabkan perubahan diameter dan bengkok pada B.

(γ_{air} pada 10°C = 9.804 kN/m³)

(40 marks/markah)

**Figure 6****Rajah 6**

- [b] Discuss briefly the following topics:
- (i) Viscosity
 - (ii) Limitation (Assumption) on Bernoulli equation
 - (iii) Newtonian and Non-Newtonian Fluid
 - (iv) Stability of submerged body: (a) unstable (b) stable (c) neutral

Bincangkan secara ringkas topik yang berikut:

- (i) *Kelikatan*
- (ii) *Had-had (Anggapan) untuk persamaan Bernoulli*
- (iii) *Newtonian dan Non-Newtonian Fluid*
- (iv) *Kestabilan jasad tenggelam: (a) tidak stabil (b) stabil (c) neutral*

(30 marks/markah)

[c] Find the force P needed to hold the 3 m wide rectangular gate as shown in Figure 7 if:

- (i) $l = 2$ m
- (ii) $l = 4$ m
- (iii) $l = 5$ m

Dapatkan daya P yang diperlukan untuk memegang pintu segiempat tepat yang mempunyai kelebaran 3 m, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7, jika:

- (i) $l = 2$ m
- (ii) $l = 4$ m
- (iii) $l = 5$ m

(30 marks/markah)

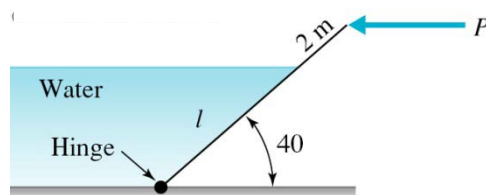


Figure 7

Rajah 7

PART B**BAHAGIAN B**

5. [a] Describe 3 different types of obstruction meters for flow measurement.

Terangkan 3 jenis meter halangan bagi pengukuran aliran.

(45 marks/markah)

- [b] Show the most efficient section (relationship between Area, A and Flow Depth, y) based on flow resistance for a trapezoidal channel. Assume equal side slopes, that is $m_1 = m_2$.

Tunjukkan seksyen paling efisien (hubungan antara luas, A dan kedalaman aliran, y) berdasarkan rintangan aliran bagi sebuah aliran berbentuk trapezoid. Andaikan kecerunan yang sama di kedua-dua belah sisian, $m_1 = m_2$.

(55 marks/markah)

6. [a] Explain in brief the function and working principle of pumps and turbine.

Terangkan fungsi dan prinsip kerja pam dan turbin secara ringkas.

(20 marks/markah)

- [b] A pump operates with the conditions as follows:

Sebuah pam beroperasi dengan syarat tersebut:

$$\dot{V} = 0.057 \text{ m}^3 / \text{s}, \omega = 25 \text{ rad} / \text{s}$$

$$r_1 = 0.15 \text{ m}, \alpha_1 = 90^\circ, V_1 = 3 \text{ m} / \text{s}$$

$$r_2 = 0.3 \text{ m}, \alpha_2 = 30^\circ, V_2 = 6 \text{ m} / \text{s}$$

Assuming ideal conditions, solve the problem by finding the torque applied to the runner, the head on the turbine, and the fluid power. Use $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Andaikan syarat yang ideal dicapai, selesaikan soalan dengan mendapatkan torque yang dikenakan runner, tenaga (dalam ketinggian) pada turbin, dan kuasa bendalir. $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ digunakan.

(80 marks/markah)

...11/-

7. [a] Identify 5 minor losses in pipe flow.

Mengenalpasti 5 kehilangan minor dalam aliran paip.

(25 marks/markah)

- [b] Oil, with $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ and $\nu = 0.00001 \text{ m}^2/\text{s}$, flows at $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ through 500 m of 200-mm diameter cast iron pipe. Identify (a) the head loss and (b) the pressure drop if the pipe slopes down at 10° in the flow direction.

Minyak dengan $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ and $\nu = 0.00001 \text{ m}^2/\text{s}$, mengalir pada $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ melalui paip besi tuangan berdiameter 200-mm sepanjang 500 m. Mengenalpasti (a) kehilangan tenaga (dalam ketinggian) dan (b) Penurunan tekanan jika paip tersebut condong ke bawah sebanyak 10° dalam arah aliran.

(75 marks/markah)

APPENDIX 1**LAMPIRAN 1**

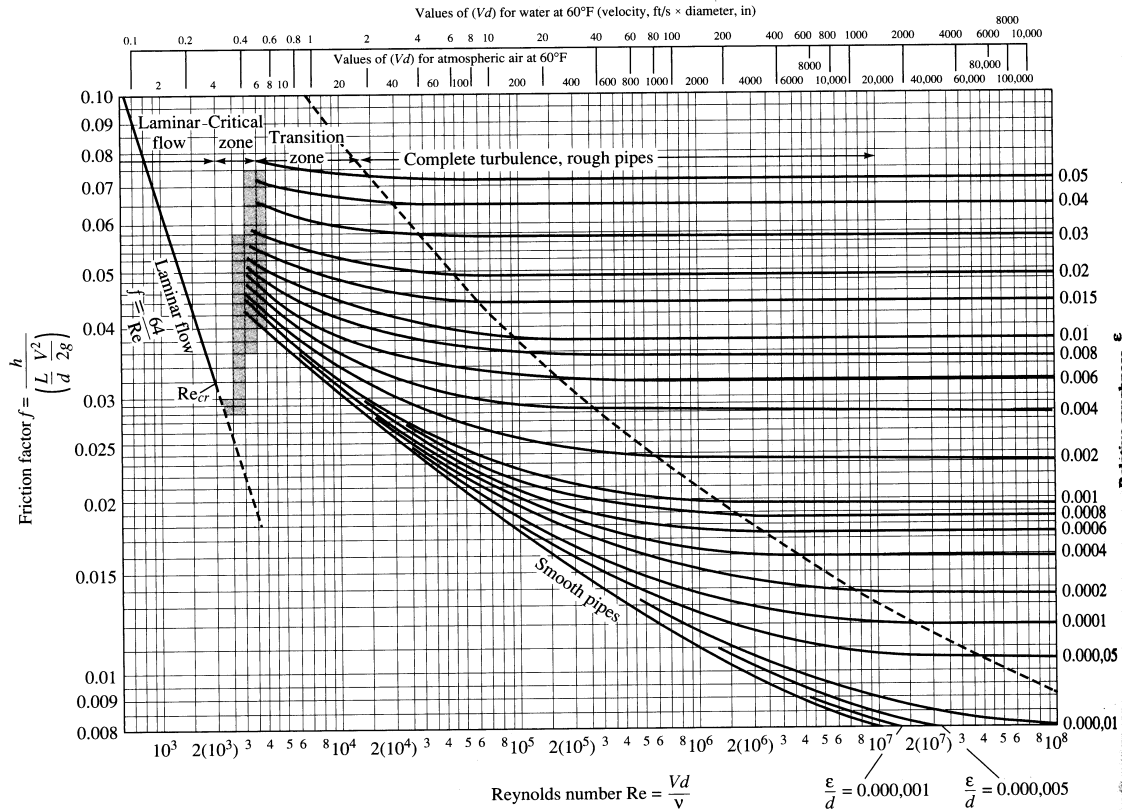
Properties of Common Liquids at Atmospheric Pressure and Approximately 60 to 70°F (16 to 21°C)

<i>Liquid</i>	<i>Specific weight γ</i>		<i>Density ρ</i>		<i>Surface tension^a σ</i>		<i>Vapor pressure p_v</i>	
	lb/ft ³	N/m ³	slugs/ft ³	kg/m ³	lb/ft	N/m	psia	kPa
Alcohol, ethyl	49.3	7 744	1.53	789	0.0015	0.022	—	—
Benzene	56.2	8 828	1.75	902	0.0020	0.029	1.50	10.3
Carbon tetrachloride	99.5	15 629	3.09	1 593	0.0018	0.026	12.50	86.2
Gasoline	42.4	6 660	1.32	680	—	—	—	—
Glycerin	78.6	12 346	2.44	1 258	0.0043	0.063	2×10^{-6}	1.4×10^{-5}
Kerosene	50.5	7 933	1.57	809	0.0017	0.025	—	—
Mercury	845.5	132 800	26.29	13 550	0.032	0.467	2.31×10^{-5}	1.59×10
SAE 10 oil	57.4	9 016	1.78	917	0.0025	0.036	—	—
SAE 30 oil	57.4	9 016	1.78	917	0.0024	0.035	—	—
Turpentine	54.3	8 529	1.69	871	0.0018	0.026	7.7×10^{-3}	5.31×10^{-2}
Water	62.4	9 810	1.94	1000	0.0050	0.073	0.34	2.34

^aIn contact with air.**Properties of Common Liquids at Atmospheric Pressure and Approximately 16° to 21°C****Sifat-Sifat Bendalir Biasa pada Tekanan Atmosfera dan Suhu Anggaram 16° to 21°C**

APPENDIX 2

LAMPIRAN 2



ϵ				
Material	Condition	ft	mm	Uncertainty, %
Steel	Sheet metal, new	0.00016	0.05	±60
	Stainless, new	0.000007	0.002	±50
	Commercial, new	0.00015	0.046	±30
	Riveted	0.01	3.0	±70
Iron	Rusted	0.007	2.0	±50
	Cast, new	0.00085	0.26	±50
	Wrought, new	0.00015	0.046	±20
	Galvanized, new	0.0005	0.15	±40
Brass	Asphalted cast	0.0004	0.12	±50
	Drawn, new	0.000007	0.002	±50
Plastic	Drawn tubing	0.000005	0.0015	±60
Glass	—	Smooth	Smooth	
Concrete	Smoothed	0.00013	0.04	±60
	Rough	0.007	2.0	±50
Rubber	Smoothed	0.000033	0.01	±60
Wood	Stave	0.0016	0.5	±40