
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2012/2013

January 2013

EBS 238/3 – Fluid Mechanics
[Mekanik Bendalir]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains FIFTEEN printed pages and ONE page APPENDIX before you begin the examination.

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

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

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

Instruction: Answer FIVE questions. Answer **THREE** questions from PART A and **TWO** questions from PART B. 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 TIGA soalan dari BAHAGIAN A dan DUA soalan dari BAHAGIAN B. 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 5 m long pipe is inclined at an angle of 15° with the horizontal. The smaller section of the pipe, which is at a lower level is of 80 mm diameter and the larger section of the pipe is of 240 mm diameter as shown in Figure 1. Determine the difference of pressures between the two section in N/m^2 , if the pipe is uniformly tapering and the velocity of water at the smaller section is 1 m/s.

Sebatang paip yang panjangnya 5 m dicondongkan pada sudut 15° daripada aras ufuk. Bahagian kecil paip tersebut yang terletak pada aras bawah mempunyai diameter 80 mm manakala bahagian besar paip mempunyai diameter 240 mm seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Dapatkan perbezaan tekanan antara kedua-dua bahagian tersebut dalam N/m^2 , jika paip tirus secara seragam dan kelajuan air pada bahagian kecil ialah 1 m/s.

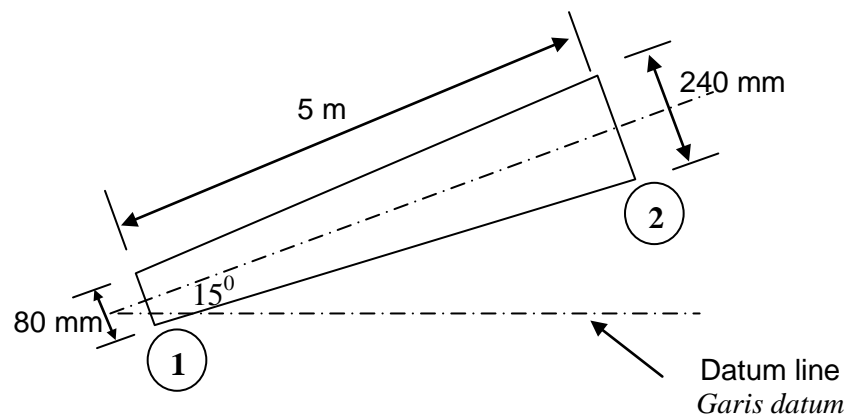


Figure 1: The inclined pipe

Rajah 1: Sebatang paip yang dicondongkan

(40 marks/markah)

- [b] The Figure 2 below shows a square gate AB on the sloping face ($\theta = 45^\circ$) of a concrete dam used to contain seawater (specific gravity, $s = 1.04$). The gate, hinged at A and supported at B by a wedge, covers a square tunnel that connects the seawater to a freshwater reservoir. When the depth of seawater is $H = 1.83$ m, the top of the gate (point A) is submerged by an amount $H_1 = 0.61$ m, while the bottom of the gate (point B) is located at a depth $H_1 + \Delta H$ with $\Delta H = 0.91$ m. When the depth of freshwater reaches the depth of point A, as shown, determine the net moment from the hydrostatic forces on gate AB about point A.

Rajah 2 di bawah menunjukkan pintu persegi AB di muka condong ($\theta = 45^\circ$) sebuah empangan konkrit yang digunakan untuk menampung air laut (graviti spesifik tentu $s = 1.04$). Pintu, berengsel di A dan disokong di B oleh baji, meliputi terowong persegi yang menghubungkan air laut dengan takungan air tawar. Apabila kedalaman air laut ialah $H = 1.83$ m, atas pintu (titik A) tenggelam oleh jumlah $H_1 = 0.61$ m, manakala bahagian bawah pintu (titik B) terletak di kedalaman $H_1 + \Delta H$ dengan $\Delta H = 0.91$ m. Apabila kedalaman air tawar mencapai kedalaman titik A, seperti yang ditunjukkan, tentukan momen bersih daripada daya hidrostatik pada pintu AB tentang titik A.

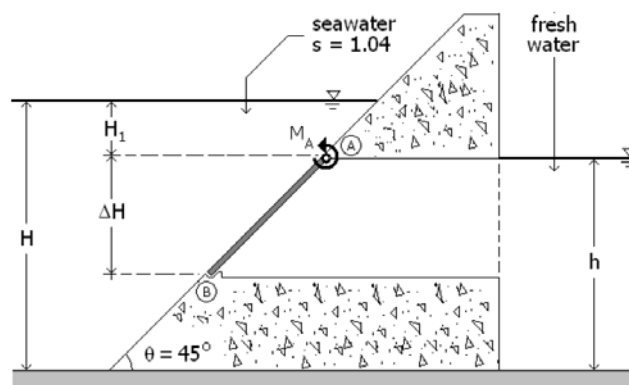


Figure 2: Square Gate / Rajah 2: Pintu Persegi

(30 marks/markah)

...4/-

- [c] The Figure 3 below shows an open tank (A) connected to a pressurized tank (F) by the tube through points B, C, D, and E. The figure shows the lengths and specific gravities of different manometric fluids used in the tube. Calculate the pressure measured by the gage at F, P_F in kPa , if the levels of tanks A and F are the same. Use $\gamma_{\text{water}} = 9810 \text{ N/m}^3$ for the specific weight of water.

Rajah 3 di bawah menunjukkan tangki terbuka (A) disambungkan ke tangki bertekanan (F) oleh tiub melalui titik B, C, D, dan E. Rajah tersebut menunjukkan panjang dan graviti tentu cecair manometer yang berbeza digunakan dalam tiub. Kirakan tekanan yang diukur oleh tolok di F, P_F dalam kPa , jika tahap tangki A dan F adalah sama. Gunakan $\gamma_{\text{air}} = 9810 \text{ N/m}^3$ bagi berat tertentu air.

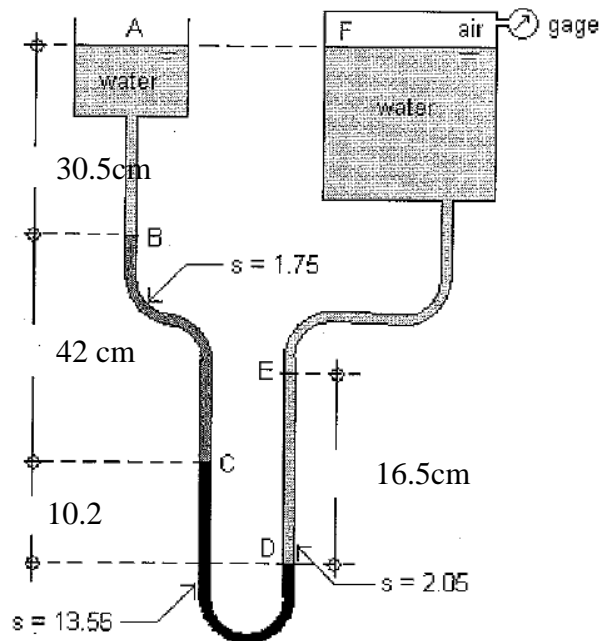


Figure 3: Open Tank / Rajah 3: Tangki Terbuka

(30 marks/markah)

...5/-

2. [a] Water is discharging from a tank through a convergent-divergent mouthpiece (Figure 4). The exit from the tank is rounded so that losses there may be neglected and the minimum diameter is 0.05 m. If the head in the tank above the centre-line of the mouthpiece is 1.83 m.
- (i) What is the discharge?
 - (ii) What must be the diameter at the exit if the absolute pressure at the minimum area is to be 2.44 m of water?
 - (iii) What would the discharge be if the divergent part of the mouth piece were removed? (Assume atmospheric pressure is 10m of water).

Air dikeluarkan dari tangki melalui corong tumpu-capah (Rajah 4). Susur keluar dari tangki dibulatkan supaya kehilangan boleh diabaikan dan diameter minimum adalah 0.05 m. Jika turus dalam tangki atas garis tengah corong adalah 1.83 m.

- (i) *Apakah aliran air keluar?*
- (ii) *Apakah diameter pada paip keluar jika tekanan mutlak pada kawasan minimum adalah untuk menjadi 2.44 m air?*
- (iii) *Apakah kadar aliran keluar jika bahagian mencapah sekeping mulut telah dikeluarkan? (Anggapkan tekanan atmosfera adalah 10 m air).*

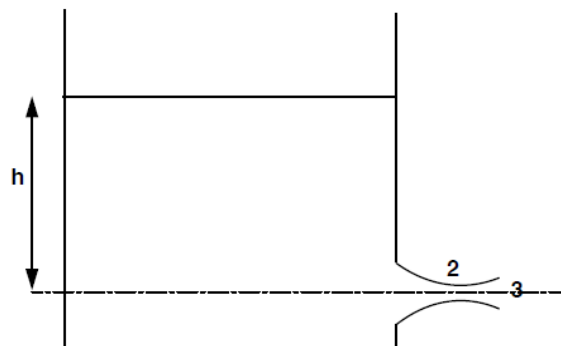


Figure 4: Water is discharging from a tank through a convergent-divergent mouthpiece

Rajah 4: Air dikeluarkan dari tangki melalui corong tumpu-capah

(50 marks/markah)

...6/-

- [b] Water flows along a circular pipe and is turned vertically through 180° by a reducing bend as shown in Figure 5. The rate of flow in the pipe is 20 litres/s, the pressure measured at the entrance to the bend is 120 kN/m^2 and the volume of fluid in the bend is 0.1 m^3 . What is the magnitude and direction of the force exerted by the fluid on the bend? Ignore any friction losses.

Air mengalir di sepanjang paip bulat dan dibelokkan menegak 180° oleh bengkok pengurangan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5. Kadar aliran dalam paip adalah 20 liter/s, tekanan yang diukur di pintu masuk ke selekoh adalah 120 kN/m^2 dan isipadu bendalir dalam liku 0.1 m^3 . Apakah magnitud dan arah daya yang dikenakan oleh bendalir pada selekoh? Abaikan sebarang kehilangan geseran.

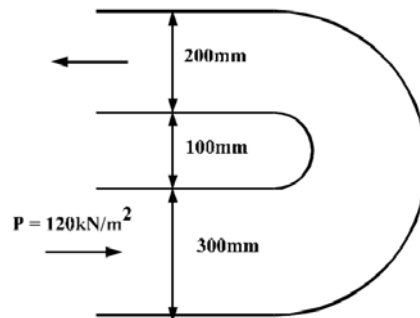


Figure 5: Water flows along a circular pipe

Rajah 5: Air mengalir di sepanjang paip bulat

(50 marks/markah)

3. [a] Figure 6 below shows a smooth curved vane attached to a rigid foundation. The jet of water, rectangular in section, 75 mm wide and 25 mm thick, strike the vane with a velocity of 25 m/s. Calculate the vertical and horizontal components of the force exerted on the vane and indicate in which direction these components act.

Rajah 6 di bawah menunjukkan satu ram melengkung licin dipautkan kepada asas tegar. Jet air, bersegi empat tepat dalam seksyen, 75 mm lebar dan 25 mm tebal, ditujukan pada ram dengan halaju 25 m/s. Kira komponen menegak dan mendatar daya yang dikenakan ke atas ram dan tunjukkan arah komponen ini bertindak.



Figure 6: Curved Vane / *Rajah 6: Ram Melengkung*

(30 marks/markah)

- [b] A Venturimeter is fitted in a horizontal pipe of 0.15 m diameter to measure a flow of water which may be anything up to $240 \text{ m}^3/\text{hour}$ (Figure 7). The pressure head at the inlet for this flow is 18 m above atmospheric and the pressure head at the throat must not be lower than 7 m below atmospheric. Between the inlet and the throat there is an estimated frictional loss of 10% of the difference in pressure head between these points. Calculate the minimum allowable diameter for the throat.

Sebuah meter venturi dipasang pada paip mendatar berdiameter 0.15 m untuk mengukur aliran air yang boleh meningkat sehingga $240 \text{ m}^3/\text{jam}$ (Rajah 7). Turus tekanan di salur masuk untuk aliran ini adalah 18 m di atas atmosfera dan turus tekanan di kerongkong mestilah tidak lebih rendah daripada 7 m bawah atmosfera. Antara bahagian masuk dan kerongkongan terdapat anggaran kehilangan geseran sebanyak 10% daripada perbezaan turus tekanan antara titik berkenaan. Kirakan diameter minimum yang dibenarkan untuk kerongkongan.

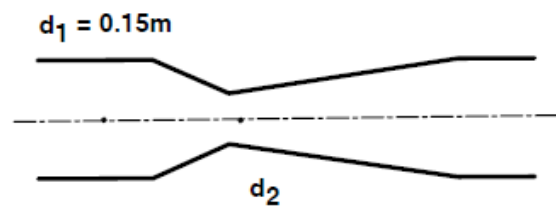


Figure 7: A venturimeter / Rajah 7: Sebuah meter venturi

(40 marks/markah)

- [c] A concrete dam of width 15 m has the cross-sectional profile composed of a vertical face with a circular curved section at the base as shown in Figure 8. Calculate the resultant force and its direction of application on this dam design.

Satu empangan konkrit 15 m lebar mempunyai profil keratan rentas yang terdiri dari sebuah muka menegak dengan bahagian keliling melengkung di dasar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8. Hitungkan daya paduan dan arah dengan rekabentuk empangan ini.

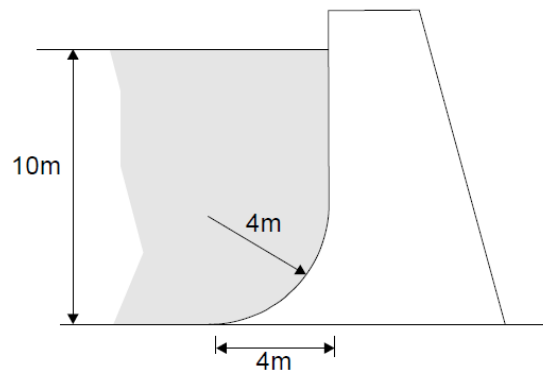


Figure 8: Concrete dam / Rajah 8: Empangan konkrit

(30 marks/markah)

4. [a] A turbine, located 255 m below the water surface intake (See Figure 9) carries a flow of $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$. The head loss in the pipeline leading to it is 10 m. Find the power (kW) delivered by the turbine if its efficiency is 92%.

Sebuah turbin, yang terletak 255 m di bawah pengambilan air permukaan (Lihat Rajah 9) membawa aliran $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Kehilangan turus dalam paip yang membawa kepadanya adalah 10 m. Cari kuasa (kW) yang dihantar oleh turbin jika kecekapan adalah 92%.

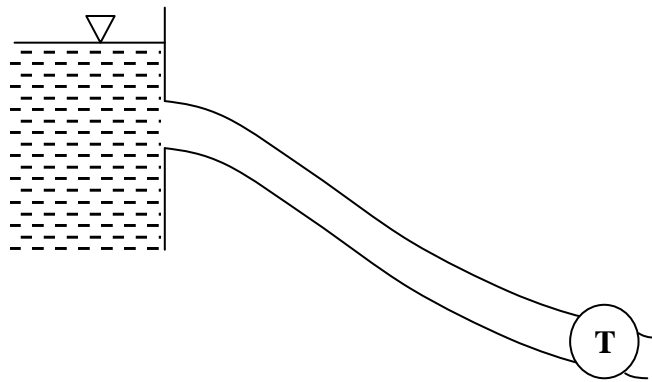


Figure 9: Turbine carries a flow / *Rajah 9: Turbin yang membawa aliran*

(25 marks/markah)

- [b] The Figure 10 below shows a steel tank composed of a rectangular section and a quarter of a circle (AB) of radius $R = 2.0 \text{ m}$. The tank is filled with water as shown. The tank width is $W = 3.0 \text{ m}$, and the water reaches a depth $H = 1.5 \text{ m}$ above the top of the circle. Determine the moment with respect to an axis through point O produced by the vertical component of the hydrostatic force on AB. (The location of the centroid for a quarter of a circle is shown in the figure to the right).

Rajah 10 di bawah menunjukkan tangki keluli terdiri daripada segi empat tepat dan suku bulatan (AB) jejari $R = 2.0$ m. Tangki diisi dengan air seperti yang ditunjukkan. Lebar tangki ialah $W = 3.0$ m, dan air sampai kedalaman $H = 1.5$ m di atas bahagian atas bulatan. Tentukan momen berkenaan dengan paksi melalui titik O yang dihasilkan oleh komponen menegak daya hidrostatik pada AB. (Lokasi sentroid bagi suku bulatan ditunjukkan dalam angka ke kanan)

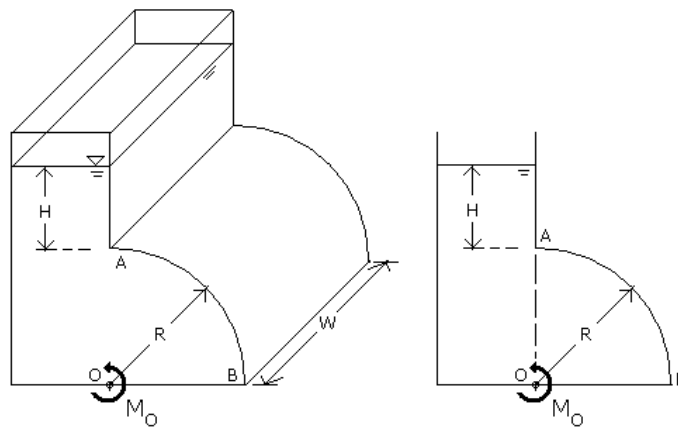


Figure 10: Steel tank rectangular section and a quarter of a circle

Rajah 10: Tangki keluli segi empat tepat dan suku bulatan

(25 marks/markah)

[c] Give definition of the following terms (use graphical presentation where applicable):

- (i) Timeline.
- (ii) Streamlines and streamtube.
- (i) Streaklines.
- (ii) Pathlines.

Jelaskan maksud sebutan berikut (gunakan rajah untuk menerangkan jawapan anda dimana perlu)

- (i) *Garis masa.*
- (ii) *Garis arus dan tiub arus.*
- (iii) *Garis coreng.*
- (iv) *Garis laluan.*

(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 diatas 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)

PART B / BAHAGIAN B

5. An oil with $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ and $\nu = 0.0002 \text{ m}^2/\text{s}$ flows upward at a constant velocity through an inclined pipe as shown in Figure 11. The pressure and elevation are known at points 1 and 2, 10 m apart. Assuming steady laminar flow. Calculate:

Sesuai minyak dengan $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ dan $\nu = 0.0002 \text{ m}^2/\text{s}$ mengalir ke atas dengan kelajuan konstant melalui sesuatu paip condong seperti ditunjukkan dalam Rajah 11. Tekanan dan ketinggian telah diketahui pada titik 1 dan 2 yang berjarak 10 m antara satu sama lain. Andaikan aliran mantap laminar. Kirakan:

- [a] h_f between point 1 and 2.

h_f antara titik 1 dan 2.

(40 marks/markah)

- [b] Flow Velocity, V .

Kelajuan aliran, V .

(45 marks/markah)

- [c] Reynold Number, Re_d .

Nombor Reynold, Re_d .

(15 marks/markah)

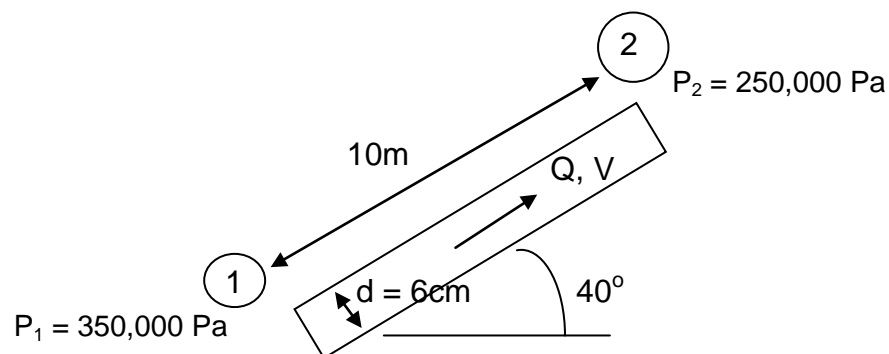


Figure 11: Oil flows upward through the inclined pipe

Rajah 11: Minyak mengalir ke atas melalui paip condong

6. Find the flow distribution in the parallel network shown in Figure 12. Assume constant friction factors. The change in hydraulic grade line between A and B is $(p/\gamma + z)_A - (p/\gamma + z)_B = 50$ m.

Hitungkan taburan aliran dalam rangkaian selari ditunjukkan dalam Rajah 12. Andaikan faktor geseran tidak berubah. Perubahan dalam garis gred hidrolik antara A dan B adalah $(p/\gamma + z)_A - (p/\gamma + z)_B = 50$ m.

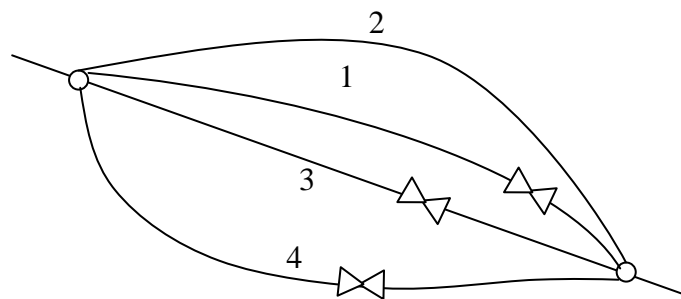


Figure 12: Flow distribution in the parallel network

Rajah 12: Taburan aliran dalam rangkaian selari

Pipe / Paip	L (m)	D (mm)	e (mm)	ΣK
1	600	1000	0.1	2
2	1000	1200	0.15	0
3	550	850	0.2	4
4	800	1000	0.1	1

(100 marks/markah)

7. [a] Name three (3) examples of dynamic pumps and describe how they work.

Namakan tiga (3) contoh pam dinamik dan terangkan cara kerjanya.

(30 marks/markah)

- [b] A venture meter similar to the one in the Figure 13 has a pipe diameter of 100 mm and a throat diameter of 50 mm. While it is carrying water at 80°C, a pressure difference of 55 kPa is observed between sections 1 and 2. Calculate the volume flow rate of water.

Discharge coefficient is taken as 0.984 and properties of water is attached in **APPENDIX 1**.

Sesuai meter venturi yang serupa ditunjukkan dalam Rajah 13 di bawah mempunyai sesuatu paip berdiameter 100 mm dan diameter leher 50mm. Semasa paip ini mengalirkan air pada 80°C, perbezaan tekanan sebanyak 55 kPa diperhatikan di antara seksyen 1 dan 2. Kirakan kadar aliran isipadu air.

Pemalar discaj diambil sebagai 0.984 dan ciri-ciri air disertakan dalam LAMPIRAN 1.

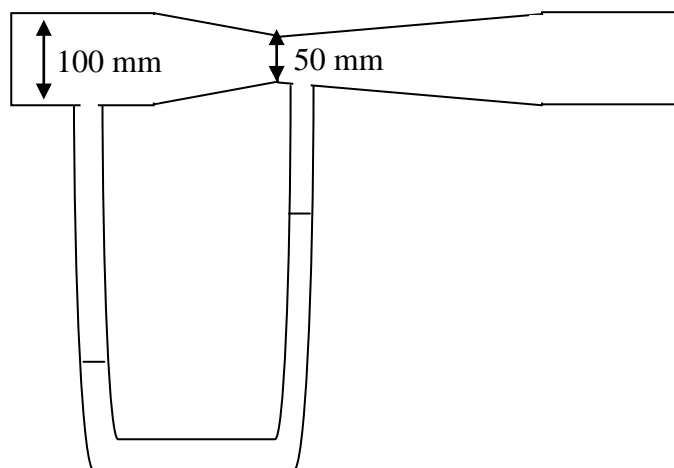


Figure 13: Venture meter. Pipe diameter 100 mm & throat diameter 50 mm

Rajah 13: Meter venturi. Paip berdiameter 100 mm & diameter leher 50 mm

(70 marks/markah)

APPENDIX 1 / LAMPIRAN 1

Temperature (°C)	Specific Weight γ (kN/m ³)	Density ρ (kg/m ³)	Dynamic Viscosity μ (Pa·s)	Kinematic Viscosity ν (m ² /s)
0	9.81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9.81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9.81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9.81	1000	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-6}
20	9.79	998	1.02×10^{-3}	1.02×10^{-6}
25	9.78	997	8.91×10^{-4}	8.94×10^{-7}
30	9.77	996	8.00×10^{-4}	8.03×10^{-7}
35	9.75	994	7.18×10^{-4}	7.22×10^{-7}
40	9.73	992	6.51×10^{-4}	6.56×10^{-7}
45	9.71	990	5.94×10^{-4}	6.00×10^{-7}
50	9.69	988	5.41×10^{-4}	5.48×10^{-7}
55	9.67	986	4.98×10^{-4}	5.05×10^{-7}
60	9.65	984	4.60×10^{-4}	4.67×10^{-7}
65	9.62	981	4.31×10^{-4}	4.39×10^{-7}
70	9.59	978	4.02×10^{-4}	4.11×10^{-7}
75	9.56	975	3.73×10^{-4}	3.83×10^{-7}
80	9.53	971	3.50×10^{-4}	3.60×10^{-7}
85	9.50	968	3.30×10^{-4}	3.41×10^{-7}
90	9.47	965	3.11×10^{-4}	3.22×10^{-7}
95	9.44	962	2.92×10^{-4}	3.04×10^{-7}
100	9.40	958	2.82×10^{-4}	2.94×10^{-7}