

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2015/2016 Academic Session

December 2015 / January 2016

## EBS 238/3 – Fluid Mechanics *[Mekanik Bendalir]*

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

---

Please ensure that this examination paper contains FOURTEEN printed pages before you begin the examination.

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

This paper consists of SEVEN questions.

*[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]*

**Instruction:** Answer FIVE questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

**Arahan:** Jawab LIMA soalan. 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 in the examination questions, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]*

1. [a] Differentiate gauge pressure and absolute pressure.

*Bezakan tekanan tolok dan tekanan mutlak.*

(10 marks/markah)

- [b] Determine the values of (a) the gauge pressure and (b) the absolute pressure of water at depth 12 m below the surface.

(Given  $\rho$  water = 1000 kg/m<sup>3</sup>, and  $p$  atmosphere = 101 kN/m<sup>2</sup>).

*Tentukan nilai-nilai bagi (a) tekanan tolok dan (b) tekanan mutlak bagi air pada kedalaman 12 m di bawah permukaan.*

*(Diberikan  $\rho$  air = 1000 kg/m<sup>3</sup>, dan  $p$  atmosfera = 101 kN/m<sup>2</sup>).*

(30 marks/markah)

- [c] Calculate the pressure in kN/m<sup>2</sup> if the equivalent head is measured as 400 mm of (a) mercury  $\gamma = 13.6$  (b) water (c) oil with specific weight of 7.9 kN/m<sup>3</sup> (d) a liquid of density 520 kg/m<sup>3</sup>?

*Kira tekanan dalam kN/m<sup>2</sup> jika tekanan kepala disukat sebagai 400 mm (a) raksa  $\gamma = 13.6$  (b) air (c) minyak dengan berat spesifik 7.9 kN/m<sup>3</sup> (d) cecair dengan ketumpatan 520 kg/m<sup>3</sup>?*

(30 marks/markah)

- [d] A box was thrown into a reservoir full of oil (with relative density 0.8), sinking at a rate of 5 m/s. The box could only withstand a pressure of 120 kN/m<sup>2</sup>. If the reservoir size is 15 m by 15 m and 12 m in depth, estimate how long will it take for the box to break.

*Sebuah kotak telah dilemparkan ke dalam sebuah takungan dipenuhi minyak (dengan ketumpatan relatif 0.8), tenggelam pada kadar 5 m/s. Kotak tersebut hanya mampu menahan tekanan sebanyak 120 kN/m<sup>2</sup>. Jika takungan bersaiz 15 m kali 15 m dan 12 m dalam, anggarkan masa yang diambil bagi kotak tersebut untuk pecah.*

(30 marks/markah)

2. [a] Manometers and barometers are two simple devices, used to measure pressure. Differentiate between the devices by providing TWO differences between a typical barometer and a typical manometer.

The pressure measurement concept is however the same. With the aid of figures, explain the concept of pressure measurement within a typical barometer or a typical manometer.

*Manometer dan barometer adalah dua alat yang mudah, digunakan untuk mengukur tekanan. Bezakan peralatan tersebut dengan memberikan DUA perbezaan di antara sebuah barometer tipikal dengan sebuah manometer tipikal.*

*Namun begitu, konsep pengukuran tekanan adalah sama. Dengan bantuan rajah-rajah, terangkan konsep pengukuran tekanan di dalam sebuah barometer tipikal atau sebuah manometer tipikal.*

(20 marks/markah)

- [b] A manometer connected to a pipe indicates a negative gauge pressure of 50 mm of mercury. Compute the absolute pressure in the pipe (in dimensions of Newtons per square meter) if the surrounding pressure is 0.95 bar? (Given density of mercury is  $13.59 \text{ g/cm}^3$ ).

*Sebuah manometer yang bersambung dengan paip menunjukkan tekanan tolok negatif bagi 50 mm raksa. Kirakan tekanan mutlak dalam paip (dalam dimensi Newton per meter persegi) jika tekanan sekeliling ialah 0.95 bar? (Diberikan ketumpatan raksa ialah  $13.59 \text{ g/cm}^3$ ).*

(15 marks/markah)

- [c] Normal atmospheric pressure is  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ . The approach of a hurricane causes the height measurement of a mercury barometer to drop by 20.0 mm from the normal height. Estimate the atmospheric pressure during the storm if the density of mercury is given as  $13.59 \text{ g/cm}^3$ .

*Tekanan atmosferik normal ialah  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Kehadiran taufan menyebabkan ukuran ketinggian barometer raksa menurun sebanyak 20.0 mm dari ketinggian biasa. Anggarkan tekanan atmosferik semasa taufan tersebut jika ketumpatan raksa diberikan sebagai  $13.59 \text{ g/cm}^3$ .*

(15 marks/markah)

- [d] Calculate the height required by a typical barometer to measure atmospheric pressure, if the chosen barometric fluids are (a) water, (b) oil which is 30% denser than water, (c) mercury (density  $13.6 \text{ g/cm}^3$ ) and (d) coarse sand with a specific gravity of 2.7, respectively. From your thoughts, criticize by providing THREE problems if water is used to replace mercury as the barometric fluid in a typical barometer.

*Kirakan ketinggian yang diperlukan bagi sebuah barometer tipikal untuk mengukur tekanan atmosfera, jika bendalir barometrik adalah (a) air, (b) minyak yang 30% lebih tumpat dari air, (c) raksa (ketumpatan  $13.6 \text{ g/cm}^3$ ) dan (d) pasir kasar dengan graviti spesifik 2.7, masing-masing.*

*Mengikut fikiran anda, berikan kritikan dengan memberikan TIGA masalah jika air digunakan bagi menggantikan raksa sebagai bendalir barometrik di dalam sebuah barometer tipikal.*

(50 marks/markah)

3. [a] Give THREE example groups of non-Newtonian fluids. Justify how non-Newtonian fluids are differentiated to Newtonian fluid by viscosity. Distinguish between dynamic and kinematic viscosity. Provide the equation that represents each, and state what are their SI units, respectively.

*Berikan TIGA contoh kumpulan bendalir-bendalir bukan Newtonian.*

*Berikan justifikasi bagaimana bendalir-bendalir bukan Newtonian dapat dibezakan dengan bendalir Newtonian dengan kelikatan.*

*Bezakan di antara kelikatan dinamik dan kelikatan kinematic. Berikan persamaan yang mewakili setiap satu, dan nyatakan apakah unit-unit SI masing-masing.*

(45 marks/markah)

[b] Mercury is poured into a U-tube as in Figure 1a. The left opening of the tube has cross-sectional area  $A_1$  of  $10.0 \text{ cm}^2$ , and the right opening has a cross-sectional area  $A_2$  of  $5.0 \text{ cm}^2$ . One hundred grams of water are then poured into the tube through the right opening, as in Figure 1b.

- (i) Determine the length of the water column ( $h_w$ ) in the right arm of the U-tube.
- (ii) Given that the density of mercury is  $13.6 \text{ g/cm}^3$ , calculate distance  $h$  of mercury rise in the left arm.

Raksa dituangkan ke dalam sebuah tiub-U seperti Rajah 1a. Buakan sebelah kiri tiub tersebut mempunyai luas keratan rentas  $A_1$  sebesar  $10.0 \text{ cm}^2$ , dan buakan sebelah kanan mempunyai luas keratan rentas  $A_2$  sebesar  $5.0 \text{ cm}^2$ . Sebanyak seratus gram air kemudiannya dituangkan ke dalam tiub melalui bukaan kanan, seperti Rajah 1b.

- (i) Tentukan ketinggian ruang air ( $h_w$ ) pada sebelah kanan tiub-U.
- (ii) Diberikan ketumpatan raksa sebagai  $13.6 \text{ g/cm}^3$ , kirakan jarak kenaikan raksa  $h$ , pada sebelah kiri tiub-U.

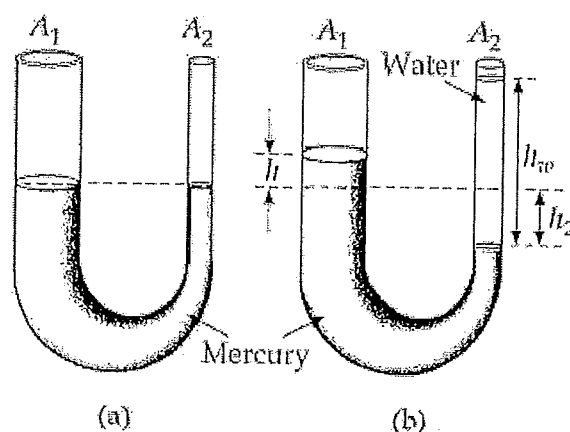


Figure 1

Rajah 1

(55 marks/markah)

...7/-

4. [a] In a vertical pipe carrying water, pressure gauges are placed at points A and B, where the pipe diameters are 0.15 m and 0.075 m respectively, as per Figure 2a. The point B is 2.5 m below A and when the flow rate through the pipe is 0.02 cubic meters per second, the pressure at B is 14,715 N/m<sup>2</sup> greater than that at A. Assuming the losses in the pipe between A and B can be expressed as  $k(v^2/2g)$  where  $v$  is the velocity at A, calculate the value of  $k$ .
- If the gauges at A and B are replaced by tubes filled with water and connected to a U-tube containing mercury of relative density 13.6 (as per Figure 2b), calculate the value of this difference of levels in the unit of meter.

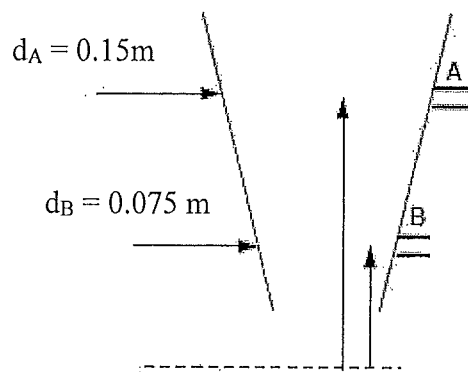


Figure 2a  
Rajah 2a

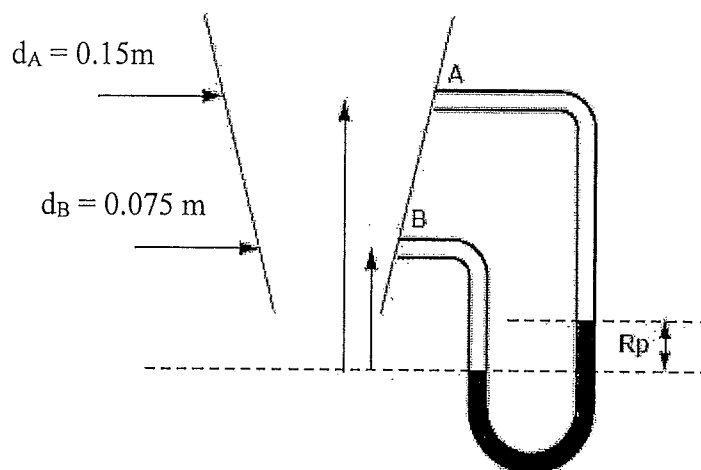


Figure 2b  
Rajah 2b

*Dalam sebuah paip menegak membawa air, tolok tekanan telah diletakkan pada titik A dan B, yang mana diameter paip adalah 0.15 m dan 0.075 m masing-masing, seperti Rajah 2a. Titik B ialah 2.5 m di bawah A dan apabila kadar aliran melalui paip ialah 0.02 meter padu per saat, tekanan di B ialah  $14,715 \text{ N/m}^2$  lebih tinggi dari A. Dengan mengandaikan kehilangan dalam paip di antara A dan B dapat diungkapkan sebagai  $k(v^2/2g)$  yang mana  $v$  ialah halaju pada A, kirakan nilai  $k$ .*

*Jika tolok di A dan B digantikan dengan tiub yang diisi dengan air dan disambungkan ke sebuah tiub-U mengandungi raksa dengan ketumpatan relative 13.6 (seperti Rajah 2b) kirakan nilai perbezaan aras dalam unit meter.*

(100 marks/markah)

5. [a] Discuss FIVE of the known fluid properties in the form of short notes. In the short notes, provide each chosen property with: definition, representative equations, their SI units and the importance of the said property. Other information and figures may be included to enhance the said short notes.

*Bincangkan LIMA dari ciri-ciri bendalir dalam bentuk nota ringkas. Di dalam nota ringkas tersebut, berikan bagi setiap ciri yang dipilih dengan: definisi, persamaan perwakilan, unit SI dan kepentingan ciri-ciri tersebut. Lain-lain maklumat dan rajah-rajah boleh disertakan bagi menambahbaik nota-nota ringkas tersebut.*

(30 marks/markah)

- [b] Derive the Hagen-Poiseuille equation for laminar flow in circular pipes. Terbitkan persamaan Hagen-Poiseuille bagi aliran lamina dalam paip bulat.

(50 marks/markah)



- [c] Define what is meant as a fully developed flow. Sketch a fully developed flow, and write a typical equation that can be used to represent a velocity profile of a fully developed flow in a pipe.

*Berikan definisi aliran terbentuk lengkap. Lakarkan satu aliran terbentuk lengkap dan tuliskan persamaan tipikal yang boleh digunakan untuk mewakili profil halaju bagi satu aliran terbentuk lengkap dalam sebuah paip.*

(20 marks/markah)

6. [a] Once upon a time, Hiero the King of Syracuse, heard of a rumour where a local goldsmith replaced some of the gold in his crown with silver. Hiero was unhappy, as he felt he was cheated. He asked Archimedes to determine whether the crown was made of pure gold. Explain in detail what would you do, correlating with your understanding of fluid mechanics, if you were Archimedes (based on what Archimedes did).

*Pada suatu masa, Hiero Raja Syracuse, telah mendengar khabar angin bahawa seorang tukang emas tempatan telah menggantikan emas dari mahkota beliau dengan perak. Hiero tidak merasa gembira, oleh kerana beliau merasakan bahawa beliau ditipu. Beliau meminta Archimedes untuk menentukan sama ada mahkota tersebut diperbuat daripada emas tulen. Terangkan dengan jelas apa yang akan anda lakukan, dengan mengaitkan kefahaman anda dengan mekanik bendalir, jika anda ialah Archimedes (berdasarkan apa yang telah dilakukan oleh Archimedes).*

(15 marks/markah)

- [b] A polystyrene plate has thickness  $h$  and density  $\rho_p$ . When a swimmer of mass  $m$  is resting on the polystyrene, the plate floats on water with its top at the same level as the water surface. Starting with sketching a figure showing  $F_g$  and  $F_b$ , derive an equation that represents the area of the plate, in this case.

*Sebuah plat polistirena mempunyai ketebalan  $h$  dan ketumpatan  $\rho_p$ . Apabila seorang perenang dengan jisim  $m$  berehat di polistirena itu, plat tersebut terapung di atas air tawar dengan bahagian atasnya berada pada aras yang sama dengan permukaan air. Bermula dengan lakaran rajah menunjukkan  $F_g$  dan  $F_b$ , terbitkan persamaan bagi mewakili luas plat tersebut, bagi kes ini.*

(15 marks/markah)

- [c] A block of aluminum with mass 1.00 kg and density  $2,700 \text{ kg/m}^3$  is suspended from a string (Figure 3a) and then completely immersed in a container of water (Figure 3b). Calculate the tension in the string (a) before and (b) after the metal is immersed.

*Sebuah bongkah aluminum dengan berat 1.00 kg dan ketumpatan  $2,700 \text{ kg/m}^3$  telah digantungkan menggunakan tali dan kemudiannya (Rajah 3a) ditenggelamkan keseluruhannya dalam sebuah bekas berisi air (Rajah 3b). Kira ketegangan tali (a) sebelum dan (b) selepas bongkah tersebut ditenggelamkan.*

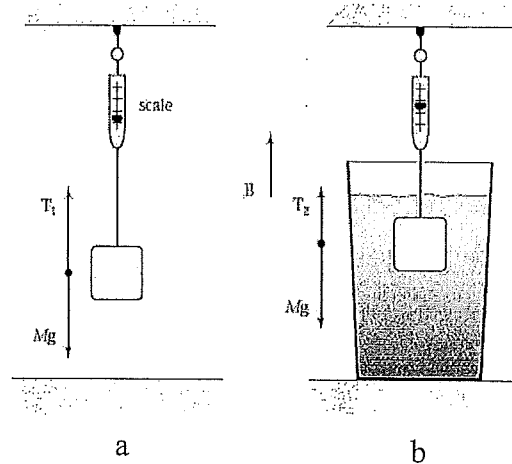


Figure 3

Rajah 3

(30 marks/markah)

- [d] A solid cylinder is 0.91 m in diameter, is 1.83 m high, and weighs 6.90 kN. If the cylinder is placed in oil (s.g. = 0.1) with its axis vertical (as per Figure 4), predict mathematically whether the cylinder is in a stable state.

*Satu silinder pejal mempunyai diameter 0.91 m, berketinggian 1.83 m dan berat 6.90 kN. Jika silinder ini diletakkan dalam minyak (s.g. = 0.1) dengan paksi menegak (seperti Rajah 4), ramalkan secara matematik sama ada silinder ini dalam keadaan stabil.*

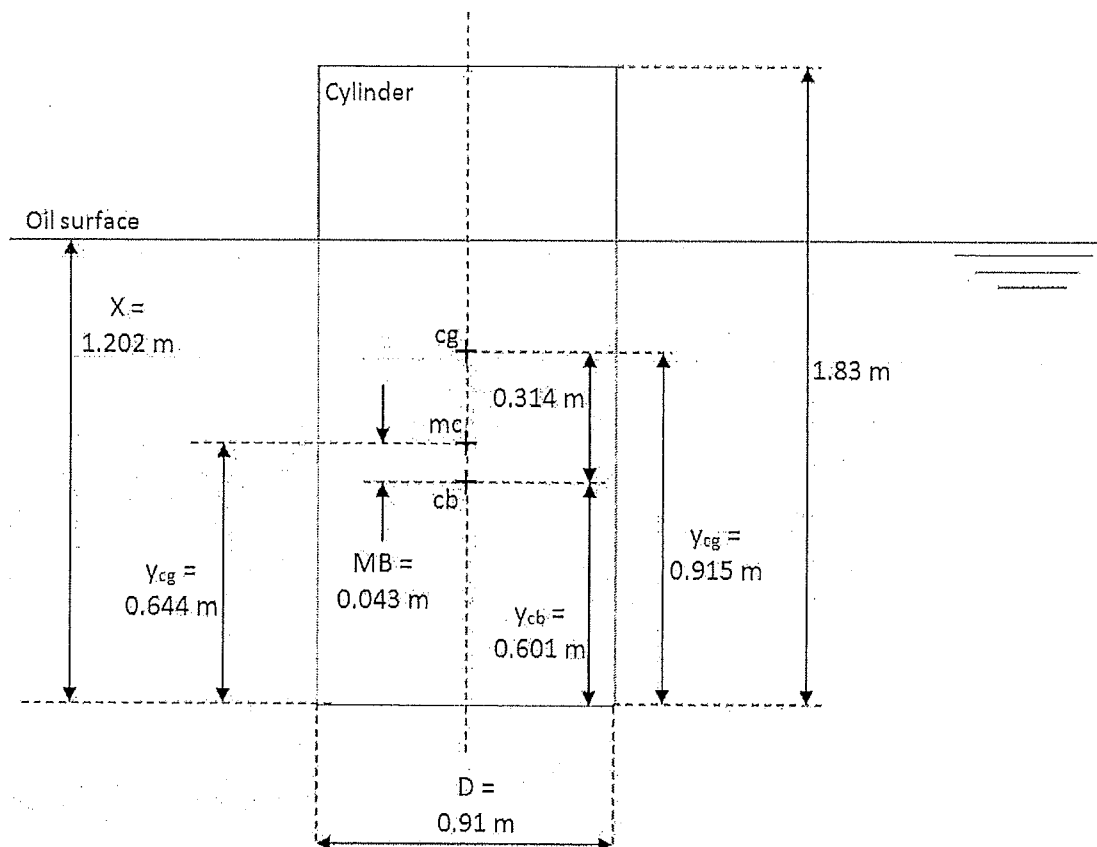


Figure 4

Rajah 4

(40 marks/markah)

7. [a] A system operates with cooled water at  $15^{\circ}\text{C}$ . The water flows at a rate of  $125\text{ L/min}$  through the fluid motor shown in Figure 5. The pressure at A is  $730\text{ kPa}$  and the pressure at B is  $140\text{ kPa}$ . It is estimated that due to friction in the piping, there is an energy loss of  $4.25\text{ Nm/N}$  of water flowing. Calculate (a) the power delivered to the fluid motor by the water, and (b) the power output, if the mechanical efficiency of the fluid motor is 80 percent.

*Satu sistem beroperasi dengan air yang disejukkan pada suhu  $15^{\circ}\text{C}$ . Air tersebut mengalir pada kadar  $125\text{ L/min}$  melalui motor bendalir seperti ditunjukkan dalam Rajah 5. Tekanan pada A ialah  $730\text{ kPa}$  dan tekanan di B ialah  $140\text{ kPa}$ . Dianggarkan hasil dari geseran sistem paip, terdapat kehilangan tenaga sebanyak  $4.25\text{ Nm/N}$  dari air mengalir. Kirakan (a) kuasa yang dibekalkan kepada motor bendalir oleh air, dan (b) kuasa keluaran, jika kecekapan mekanikal motor bendalir tersebut ialah 80 peratus.*

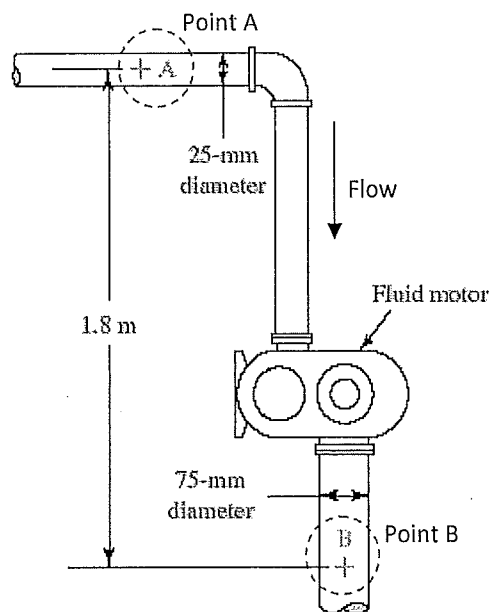


Figure 5

Rajah 5

(50 marks/markah)

- [b] For the pump test arrangement shown in Figure 6, determine the mechanical efficiency of the pump if the power input is measured to be 2.87 kW when pumping (a) 125 m<sup>3</sup>/h of oil ( $\gamma=8.8$  kN/m<sup>3</sup>) and (b) 155 m<sup>3</sup>/h of water.

As a consultant engineer, looking at the efficiencies, give THREE technical comments on both the said systems.

*Bagi satu susunan pam percubaan yang ditunjukkan dalam Rajah 6, tentukan kecekapan mekanikal pam jika kuasa masuk disukat sebanyak 2.87 kW apabila mengepam (a) 125 m<sup>3</sup>/jam minyak ( $\gamma = 8.8$  kN/m<sup>3</sup>) dan (b) 155 m<sup>3</sup>/jam air.*

*Sebagai seorang jurutera perunding, merujuk kepada kecekapan yang diperolehi, berikan TIGA komen teknikal berkaitan dengan kedua-dua sistem tersebut.*

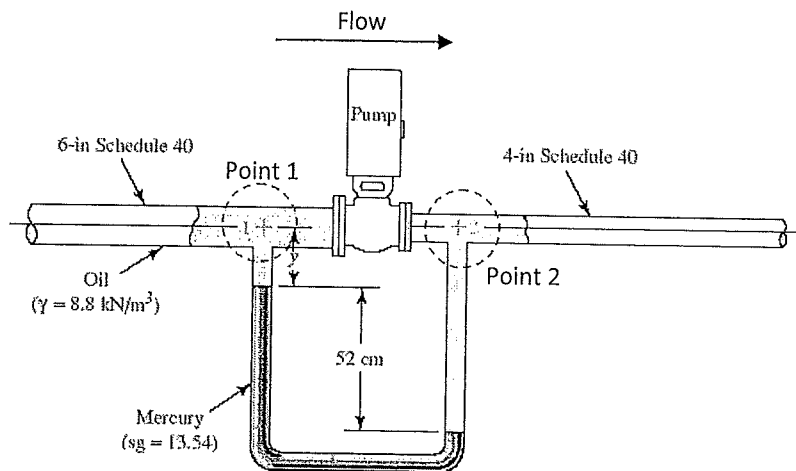


Figure 6

Rajah 6

(50 marks/markah)