UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

IEK 108 – PROCESS FLUID MECHANICS
[MEKANIK BENDALIR PROSES]

Duration: 3 hours
Masa: [3 jam]

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

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

Instructions: Answer FIVE (5) questions. You may answer the questions either in Bahasa Malaysia or in English.

*[**Arahan:** Jawab LIMA (5) soalan. 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.]

1. Using Buckingham's theorem, show that the expression for the power, *P*, developed by a hydraulic turbine of diameter, *d*, at speed of rotation, *n*, operating in a fluid of density ρ with available head, *h*, is $P = \rho n^3 d^5 f(n^2 d^2/gh)$.

(100 marks)

2. (a) Water flows through a pipe AB 1.2 m in diameter at 3 ms^{-1} and then passes through a pipe BC which is 1.5 m in diameter. At C the pipe forks into CD and CE. Branch CD is 0.8 m in diameter and carries one-third of the flow in AB. The velocity in branch CE is 2.5 ms^{-1}. Find

   (i) the volume rate of flow in AB
   (ii) the velocity in BC
   (iii) the velocity in CD
   (iv) the diameter of CE

   (b) Water flows through a pipe 25 mm in diameter at a velocity of 6 ms^{-1}. Determine whether the flow will be laminar or turbulent given that the dynamic viscosity of water 1.30 x 10^{-3} $kgm^{-1}s^{-1}$ and its density 1000 kgm^{-3}. If oil of specific gravity 0.9 and dynamic viscosity 9.6 x 10^{-2} $kgm^{-1}s^{-1}$ is pumped through the same pipe at 6 ms^{-1}, what type of flow will occur?

(100 marks)

3. Water at 15°C is to be discharged from a reservoir at a rate of 18.0 L/s using two horizontal cast iron pipes connected in series and a pump between them as shown in Fig. 1. The first pipe is 25 m long and has a 6 cm diameter, while the second pipe is 40 m long and has a 4 cm diameter. The water level in the reservoir is 30 m above the centerline of the pipe. Calculate the power needed.

Figure 1 Flow of water from a tank

(100 marks)

4. Water at 20^oC is being pumped from a tank to an elevated tank at the rate of 5.0 x 10^{-3} m^3/s as shown in Fig. 2. The diameter of the connecting smooth pipe is 0.103 m. The efficiency of the pump is 75%.

   (a) Determine the power (kW) needed for the pump.

   (b) If the cost of electrical energy to the motor is 8 cents per kilowatt-hour, what is the daily energy cost for pumping this water?
   For 90° elbow, $K_f = 0.75$.

Figure 2 Flow system

(100 marks)

5. It is desired to measure the flow rate of an organic liquid at 20^oC (ρ = 789 kg/m^3, μ = 5.85 x 10^{-4} kg/m.s) through a pipe of inside diameter 4 cm. A 3 cm diameter orifice meter equipped with a mercury manometer across the orifice. If the reading of the manometer is 11 cm, determine the flow rate of the liquid and also the average flow velocity. The specific gravity of mercury is 13.6. For Re_o > 4 x 10^4, C_o can be assumed as equal to 0.61.

(100 marks)

6. (a) A vertical tank 2.0 m in diameter is filled with an solution to a depth of 2.0 m at 60^oC. The density and viscosity of the solution are 1500 kg/m^3 and 12.5 cP, respectively. A 670 mm diameter square-pitch propeller is installed centrally in the tank and is positioned 670 mm above the bottom of the tank. The propeller turns at 90 r/min. What power will be required if the system is

   (i) unbaffled
   (ii) baffled

(60 marks)

(b) An absorption tower 50 ft high and 3 ft in diameter is subjected to a wind of 40 miles per hour blowing in a direction perpendicular to the axis of the tower. The density and viscosity of the air are 0.0720 lb/ft^3 and 1.41 x 10^{-5} lb/ft.s, respectively. What is the total drag force the tower experiences? 1 mile = 5280 ft.

(40 marks)

1. *Dengan menggunakan teori Buckingham, tunjukkan bahawa persamaan yang mengaitkan kuasa, P, yang dihasilkan oleh sebuah turbin hidraulik berdiameter, d, pada kelajuan pusingan, n, yang beroperasi di dalam bendalir yang mempunyai ketumpatan ρ dengan tekanan kepala, h, ialah* $P = \rho n^3 d^5 f(n^2 d^2/gh)$.

(100 markah)

2. (a) *Air mengalir melalui satu paip AB berdiameter 1.2 m pada kelajuan 3 ms^{-1} dan kemudian mengalir ke dalam satu paip BC berdiameter 1.5 m. Pada C, paip tersebut bercabang menjadi dua paip: CD dan CE. Paip CD berdiameter 0.8 m dan merangkumi satu pertiga daripada aliran di dalam paip AB. Halaju air di dalam paip CE ialah 2.5 ms^{-1}. Kira*

   (i) *kadar aliran isipadu air di dalam AB*
   (ii) *halaju air di dalam BC*
   (iii) *halaju air di dalam CD*
   (iv) *diameter paip CE*

   (b) *Air mengalir melalui satu piap berdiameter 25 mm dengan kelajuan 6 ms^{-1}. Tentukan aliran tersebut aliran laminar atau turbulen. Kelikatan dinamik air ialah 1.30 x 10^{-3} $kgm^{-1}s^{-1}$ dan ketumpatan air ialah 1000 kgm^{-3}. Jika minyak dengan graviti spesifik 0.9 dan kelikatan dinamik 9.6 x 10^{-2} $kgm^{-1}s^{-1}$ dialirkan di dalam paip yang sama pada 6 ms^{-1}, adakah aliran tersebut laminar atau turbulen?*

(100 markah)

3. *Air pada 15°C akan dialirkan dari satu tangki pada kadar 18.0 L/s melalui dua paip besi tuang mendatar yang disambung secara siri dan satu pam di antara mereka seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Panjang paip pertama ialah 25 m dan diameternya ialah 6 cm. Panjang paip kedua ialah 40 m dan diameternya ialah 4 cm. Paras air di dalam tangki ialah 30 m di atas paip-paip tadi. Kirakan kuasa yang diperlukan.*

Rajah 1 Aliran air dari tangki

(100 markah)

4. *Air pada 20°C dipamkan dari satu tangki ke satu tangki yang lebih tinggi pada kadar 5.0 x 10^{-3} m^3/s seperti ditunjukkan dalam Rajah 2. Diameter paip yang licin yang menyambungkan kedua-dua tangki tersebut ialah 0.103 m. Kecekapan pam ialah 75%.*

    (a) *Tentukan kuasa (kW) yang dikehendaki untuk pam tersebut.*

    (b) *Jika kos tenaga elektrik untuk motor ialah 8 sen per kilowatt-jam, apakah kos tenaga sehari untuk mengepamkan air tersebut.*

Rajah 2 Sistem aliran

(100 markah)

5. *Dikehendaki menyukat kadar aliran satu cecair organik pada 20°C (ρ = 789 kg/m^3, μ = 5.85 x 10^{-4} kg/m.s) menerusi satu paip yeng berdiameter 4 cm. Satu meter orifis yang diameternya 3 cm juga dilengkapkan dengan satu manometer merkuri menyeberangi meter orifis tersebut. Jika bacaan manometer itu ialah 11 cm, tentukan kadar aliran dan juga halaju aliran purata bagi cecair tersebut. Graviti spesifik merkuri ialah 13.6. Untuk Re_o > 4 x 10^4, C_o boleh dianggap bernilai 0.61.*

(100 markah)

6. (a) *Satu tangki tegak yang berdiameter 2.0 m diisi dengan satu larutan sedalam 2.0 m pada 60°C. Ketumpatan dan kelikatan larutan ialah 1500 kg/m^3 dan 12.5 cP. Satu propeller yang berdiameter 670 mm berbentuk pic segiempat sama dipasangkan di tengah tangki dan diletakkan 670 mm dari dasar tangki. Propeler itu memutar pada 90 r/min. Apakah kuasa dikehendaki jika sistem itu*

(i) tanpa sesekat
(ii) bersesekat

(60 markah)

(b) *Satu menara penyerapan yang tingginya 50 ft dan diameternya 3 ft dikenakan angin yang bertiup pada 40 batu sejam. Arah aliran angin adalah tegaklurus dengan paksi menara. Ketumpatan dan kelikatan udara ialah 0.0720 lb/ft^3 dan 1.41 x 10^{-5} lb/ft.s. Apakah jumlah daya hela menara itu akan mengalami? 1 batu = 5280 ft.*

(40 markah)