

**CONFIDENTIAL**



**UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA**

**FINAL EXAMINATION  
SEMESTER II  
SESSION 2013/2014**

COURSE NAME : HYDRAULICS  
COURSE CODE : BFC21103  
PROGRAMME : 2BFF  
EXAMINATION DATE : JUNE 2014  
DURATION : 3 HOURS  
INSTRUCTION : ANSWER:  
(A) **ALL THREE (3) QUESTIONS IN SECTION A, AND**  
(B) **ANY TWO (2) QUESTIONS IN SECTION B**

THIS QUESTION PAPER CONSISTS OF **EIGHT (8) PAGES**

**CONFIDENTIAL**

**SECTION A: ANSWER ALL THREE (3) QUESTIONS**

- Q1** (a) A triangular channel with vertex angle  $60^\circ$  conveys  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  of flow at a depth of 2.5 m. Determine the state of flow based on Froude number. (4 marks)
- (b) A trapezoidal channel with width 3 m and side slope 3(H) : 2(V) carries a discharge of 22000 L/s on longitudinal slope of 0.002 and roughness  $n = 0.013$ . Calculate:  
 (i) Normal depth of flow, and  
 (ii) Critical depth (10 marks)
- (c) Prove that the most efficient cross section for a triangular channel is half of square. (6 marks)
- Q2** (a) A broad-crested weir with height  $H > H_{\min}$  is built in an open channel conveying supercritical flow. Sketch the corresponding  $E$ - $y$  curve to indicate  $y_1$ ,  $y_3$ ,  $y_c$ ,  $y_1'$ ,  $y_3'$ ,  $E_1$ ,  $E_1'$ ,  $E_{\min}$ ,  $H_{\min}$ , and  $H$ . (4 marks)
- (b) A 2.5-m wide rectangular channel discharges  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  flow at a depth of 0.8 m. If a 0.35 m-high broad-crested weir is to be built in the channel,  
 (i) Determine the depths of flow at upstream, above and downstream of the weir. (12 marks)  
 (ii) Determine the channel width modification at the weir to ensure the depth of upstream flow remains 0.8 m. (4 marks)
- Q3** (a) Explain how hydraulic jump can be formed within an open channel. (4 marks)
- (b) A 2-m wide sluice gate in a rectangular spillway discharges  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  of flow at a depth of 1.6 m. Hydraulic jump occurs downstream. Calculate  
 (i) Height of the jump, and  
 (ii) Energy loss due to the jump. (4 marks)
- (c) A 3-m wide rectangular channel carries flow at a depth of 2 m on a slope of 0.0002 and Manning roughness  $n = 0.03$ , upstream of a vertical drop. Immediately before the falls, the depth of flow reduces to 0.5 m. Considering  $N = 3$  steps/section, determine  
 (i) Type of the gradually-varied flow profile,  
 (ii) Length of the profile based on numerical integration method, and  
 (iii) Flow profile sketch. (12 marks)

**SECTION B: ANSWER ANY TWO (2) QUESTIONS**

- Q4** (a) Define the following:  
 (i) Unsteady flow  
 (ii) Conveyance  
 (3 marks)
- (b) The most efficient concrete drain with  $n = 0.015$  is to be built to convey  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  of flow over a 1:2000 slope. Determine the size of the drain if it has  
 (i) rectangular section, and  
 (ii) trapezoidal section  
 (10 marks)
- (c) A channel shown in Figure **Q4(c)** is used to convey  $7.33 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$  of flow with  $C = 60$  on a longitudinal slope of 0.0003. Determine the normal depth of the flow.  
 (7 marks)
- Q5** (a) Explain the functions of the following hydraulic structures:  
 (i) Spillway  
 (ii) Weir  
 (3 marks)
- (b) A sharp-crested weir installed in a rectangular channel is discharging flow under a head of 0.2 m and  $C_d = 0.6$ . Calculate the discharge if the following weir is used:  
 (i) 1-m width rectangular weir  
 (ii) Triangular notch with vertex angle  $60^\circ$   
 (iii) 1-m bottom-width trapezoidal weir with side slope 1(H) : 1(V)  
 (10 marks)
- (c) A 19.2-m wide rectangular spillway is discharging flood flow at a rate of  $250 \text{ m}^3/\text{s}$  and depth of 1.2 m. At the toe of the spillway, design a USBR Type III stilling basin.  
 (7 marks)
- Q6** (a) Explain the functions of the following hydraulic machineries:  
 (i) Pump  
 (ii) Turbine  
 (3 marks)
- (b) Pump is required to supply  $25000 \text{ L/s}$  of water for a residential area under a head of 18 m. If two identical pumps installed in series are to be used, calculate  
 (i) Power delivered to the flow by each pump, and  
 (ii) Shaft power and speed of each pump if  $\eta = 70\%$  and torque is 12 kNm.  
 (10 marks)
- (c) An 85% efficient turbine is supplied with  $25000 \text{ L/s}$  of water with 18 m head. Calculate:  
 (i) Fluid power  
 (ii) Shaft power of the turbine, and  
 (iii) Shaft power of a 1:6 model under a head of 1.5 m.  
 (7 marks)

- END OF QUESTION -

**BAHASA MALAYSIA****BAHAGIAN A: JAWAB SEMUA TIGA (3) SOALAN**

- S1** (a) Sebuah saluran segitiga dengan sudut mercu  $60^\circ$  mengalirkan  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  aliran pada ukur dalam 2.5 m. Tentukan keadaan aliran berdasarkan nombor Froude.  
(4 markah)
- (b) Sebuah saluran trapezoid dengan lebar 3 m dan cerun sisi 3(H) : 2(V) membawa kadar alir  $22000 \text{ L/s}$  di atas cerun memanjang 0.002 dan kekasaran  $n = 0.013$ . Kira:  
(i) Ukur dalam normal aliran, dan  
(ii) Ukur dalam genting  
(10 markah)
- (c) Buktikan bahawa keratan paling berkesan bagi sebuah saluran segitiga adalah separuh daripada sebuah segiempat sama.  
(6 markah)
- S2** (a) Sebuah empang dasar berpuncak lebar dengan ketinggian  $H > H_{\min}$  dibina dalam sebuah saluran terbuka yang membawa aliran genting lampau. Lakarkan lengkung  $E-y$  yang berkaitan untuk menunjukkan  $y_1, y_3, y_c, y'_1, y'_3, E_1, E'_1, E_{\min}, H_{\min}$ , dan  $H$ .  
(4 markah)
- (b) Sebuah saluran segiempat dengan lebar 2.5 m mengalirkan  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  aliran pada ukur dalam 0.8 m. Jika sebuah empang dasar berpuncak lebar dengan ketinggian 0.35 m dibina dalam saluran tersebut,  
(i) Tentukan ukur dalam aliran di hulu, di atas dan di hilir empang tersebut.  
(12 markah)  
(ii) Tentukan perubahan pada lebar saluran di empang tersebut untuk memastikan bahawa ukur dalam aliran di hulu kekal pada 0.8 m.  
(4 markah)
- S3** (a) Jelaskan bagaimana lompatan hidraulik dibentuk dalam sebuah saluran terbuka.  
(4 markah)
- (b) Sebuah pintu sluis dengan lebar 2 m dalam sebuah alur limpah segiempat mengalirkan  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  aliran pada ukur dalam 1.6 m. Lompatan hidraulik berlaku di hilir. Kira  
(i) Ketinggian lompatan tersebut, dan  
(ii) Kehilangan tenaga akibat lompatan tersebut.  
(4 markah)
- (c) Sebuah saluran segiempat dengan lebar 3 m membawa aliran pada ukur dalam 2 m di atas cerun 0.0002 dan kekasaran Manning  $n = 0.03$ , di hulu sebuah penurunan pugak. Sejurus sebelum penerjunan, ukur dalam aliran berkurang kepada 0.5 m. Dengan mengambilkira  $N = 3$  langkah/keratan, tentukan  
(i) Jenis profil aliran berubah beransur,  
(ii) Panjang profil tersebut berdasarkan kaedah kamiran numerik, dan  
(iii) Lakaran profil aliran.  
(12 markah)

**BAHAGIAN B: JAWAB MANA-MANA DUA (2) SOALAN**

- S4** (a) Takrifkan yang berikut:  
 (i) Aliran tak tetap  
 (ii) Penghantaran  
 (3 markah)
- (b) Sebuah saluran konkrit paling berkesan dengan  $n = 0.015$  akan dibina untuk mengalirkan  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  aliran di atas cerun 1:2000. Tentukan saiz saluran jika ianya  
 (i) keratan segiempat, dan  
 (ii) keratan trapezoid  
 (10 markah)
- (c) Sebuah saluran seperti dalam Rajah **S4(c)** digunakan untuk menghantar aliran  $7.33 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$  dengan  $C = 60$  di atas cerun 0.0003. Tentukan ukur dalam normal aliran tersebut.  
 (7 markah)
- S5** (a) Jelaskan fungsi struktur hidraulik berikut:  
 (i) Alur limbah  
 (ii) Empang  
 (3 markah)
- (b) Sebuah empang berpuncak tajam digunakan dalam saluran segiempat yang membawa aliran dengan turus 0.2 m dan  $C_d = 0.6$ . Kira kadar alir jika empang berikut digunakan:  
 (i) Empang segiempat dengan lebar 1 m  
 (ii) Empang segitiga dengan sudut mercu  $60^\circ$   
 (iii) Empang trapezoid dengan lebar dasar 1 m dan cerun sisi 1(H) : 1(V)  
 (10 markah)
- (c) Sebuah alur limbah segiempat 19.2-m lebar mengalirkan aliran banjir pada kadar  $250 \text{ m}^3/\text{s}$  dan ukur dalam 1.2 m. Di kaki alur limbah, reka bentuk sebuah kolam penenang USBR Jenis III.  
 (7 markah)
- S6** (a) Jelaskan fungsi mesin hidraulik berikut:  
 (i) Pam  
 (ii) Turbin  
 (3 markah)
- (b) Pam diperlukan untuk membekalkan  $25000 \text{ L/s}$  air ke sebuah kawasan perumahan di bawah turus 18 m. Jika 2 pam serupa dipasang secara sesiri digunakan, kira  
 (i) Kuasa yang dibekalkan kepada aliran oleh setiap pam, dan  
 (ii) Kuasa aci dan kelajuan setiap pam jika  $\eta = 70\%$  dan daya kilas = 12 kNm.  
 (10 markah)
- (c) Sebuah turbin berkecekapan 85% dibekalkan  $25000 \text{ L/s}$  air dengan turus 18 m. Kira  
 (i) Kuasa bendalir,  
 (ii) Kuasa aci turbin, dan  
 (iii) Kuasa aci sebuah model 1:6 di bawah turus 1.5 m.  
 (7 markah)

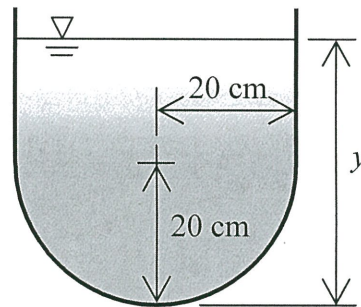
### FINAL EXAMINATION

SEMESTER/SESSION : II/2013/2014

PROGRAMME : 2BFF

COURSE NAME : HYDRAULICS

COURSE CODE : BFC21103

Note that  $y > 20$  cm

**Figure Q4(c) / Rajah S4(c)**

Table 1. Open channel flow section geometries

Section	Area $A$	Top width $T$	Wetted perimeter $P$
<p>Rectangular</p>	$By$	$B$	$B + 2y$
<p>Triangular</p>	$zy^2$	$2zy$	$2y\sqrt{1+z^2}$
<p>Trapezoidal</p>	$By + zy^2$	$B + 2zy$	$B + 2y\sqrt{1+z^2}$
<p>Circular</p>	$\frac{D^2}{8}(\theta - \sin \theta)$	$D\left(\frac{\sin \theta}{2}\right)$	$\frac{\theta D}{2}$

### FINAL EXAMINATION

SEMESTER/SESSION : II/2013/2014

PROGRAMME : 2BFF

COURSE NAME : HYDRAULICS

COURSE CODE : BFC21103

Table 2. Best hydraulic sections

Cross section	Area $A$	Wetted perimeter $P$	Hydraulic radius $R$	Top width $T$	Hydraulic depth $D$
Trapezoid	$\sqrt{3}y^2$	$2\sqrt{3}y$	$\frac{y}{2}$	$\frac{4\sqrt{3}}{3}y$	$\frac{3}{4}y$
Rectangle	$2y^2$	$4y$	$\frac{y}{2}$	$2y$	$y$
Triangle	$y^2$	$2\sqrt{2}y$	$\frac{\sqrt{2}}{4}y$	$2y$	$\frac{y}{2}$
Semicircle	$\frac{\pi}{2}y^2$	$\pi y$	$\frac{y}{2}$	$2y$	$\frac{\pi}{4}y$
Parabola	$\frac{4\sqrt{2}}{3}y^2$	$\frac{8\sqrt{2}}{3}y$	$\frac{y}{2}$	$2\sqrt{2}y$	$\frac{2}{3}y$

Table 3. Sizing for USBR Type III stilling basin

Chute blocks	Baffle blocks	End sill
$h_1 = y_1$	$h_3 = y_1(0.168Fr_1 + 0.63)$	$h_4 = y_1\left(\frac{Fr_1}{18} + 1\right)$
$w_1 = y_1$	$w_3 = \frac{3}{4}h_3$	$t = \frac{h_3}{5}$
$s_1 = y_1$	$s_3 = \frac{3}{4}h_3$	$z_2 = 2.0$
	$t = \frac{h_3}{5}$	
	$z_1 = 1.0$	
	$L_1 = \frac{4}{5}y_2$	

## FINAL EXAMINATION

SEMESTER/SESSION: II/2013/2014

PROGRAMME : 2BFF

COURSE NAME : HYDRAULICS

COURSE CODE : BFC21103

**Some useful equations:**

$$Q = AV$$

$$Q = A \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S_o^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = ACR^{\frac{1}{2}} S_o^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} L H_1^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = \frac{8}{15} C_d \sqrt{2g} \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) H_1^{\frac{5}{2}}$$

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} L H_1^{\frac{3}{2}} \left( L + \frac{4}{5} H_1 \tan \theta \right)$$

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}}$$

$$Re = \frac{VR}{\nu}$$

$$E = y + \frac{V^2}{2g}$$

$$E_{\min} = \frac{3}{2} y_c$$

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left( -1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2} \right)$$

$$E_L = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4y_1 y_2}$$

$$dx = \frac{dy}{S_o} \left[ \frac{1 - \left( \frac{y_c}{y_{ave}} \right)^3}{1 - \left( \frac{K_o}{K_{ave}} \right)^2} \right]$$

$$P = \gamma QH$$

$$P = \frac{2\pi N}{60} T$$

$$\frac{ND}{\sqrt{H}}$$

$$\frac{Q}{ND^3}$$

$$\frac{P}{D^5 N^3}$$