PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Midterm Examination: Semester 2 **Academic Year: 2011**

Date : Dec, 23, 2011 Time : 13h30-16h30

Subject : Unit Operations for Environmental Engineering (223-221) Room : S203

ชื่อ-นามสกุล ..... รหัสนักศึกษา ..... ตอนเรียนที่ .....

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมี 6 parts รวมทั้งหมด 12 ข้อ ในกระดาษคำถาม 5 หน้า รวม 114 คะแนน ***ทำข้อสอบทุกข้อลงในสมุดคำตอบ*** และห้ามแยกข้อสอบออกจากกัน
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่นเว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ **มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**
7. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้

   ☐ ตำรา ☐ หนังสือ

   ☑ เครื่องคิดเลข ☑ กระดาษ A4 ...1... แผ่น

   ☐ พจนานุกรม

   ☐ อื่น ๆ .....
8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้

   ☑ ดินสอ ☑ ปากกา

ผู้ออกข้อสอบ ชัยศรี สุขสาโรจน์

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ.....

Part 1 ข้อสอบในส่วนความรู้ทั่วไปในการประยุกต์หน่วยปฏิบัติการ

1. (10 คะแนน) จงบอกความหมายของคำศัพท์และอธิบายโดยสังเขปให้พอเข้าใจและถ้าเป็นคำศัพท์ที่มีหน่วยให้ระบุด้วย เช่น ความเร็ว มีหน่วยเป็น ระยะทางต่อเวลา เป็นต้น
   a. Bar racks
   b. Pre-sedimentation
   c. Grit settling chamber
   d. Coagulation of colloids
   e. Zeta potential
   f. Hydrophilic colloids
   g. Jar test
   h. Electrokinetic coagulation
   i. Perikinetic coagulation
   j. Orthokinetic coagulation
   k. Solid flux analysis
   l. Surface loading rate
   m. Inclined-tube settlers
   n. Backwash
   o. Reynolds number
   p. Porosity
   q. Geometric mean size
   r. Filter run time
   s. Advanced oxidation process
   t. Ultimate degradation

2. (7 คะแนน) จงเขียนแผนผังรูปแบบทั่วไปของระบบผลิตน้ำประปาแบบกรองเร็ว (Typical Rapid Sand filtration plant)

Part 2 ข้อสอบในส่วนความรู้เรื่องระบบบำบัดเบื้องต้น

3. (7 คะแนน) ให้นักศึกษาเขียนแผนภาพแสดงการไหล (flow diagram) ของ flow equalization system แบบ online และ offline พร้อมทั้งอธิบายการทำงานของแต่ละแบบ ดังกล่าว

4. (ข้อย่อยละ 3 คะแนน รวม 9 คะแนน) น้ำเสียชุมชนไหลเข้าระบบบำบัด 20 ล้านลิตรต่อวัน ระบบดักขยะดักขยะได้ 10 m^3 ต่อ 1 ล้านลูกบาศก์เมตรน้ำเสียที่บำบัด และถังดักกรวดทรายดักได้ 25 m^3 ต่อ1 ล้านลูกบาศก์เมตรน้ำเสียที่บำบัด จงคำนวณหา

    a. ปริมาณขยะที่ตะแกรงดักได้ต่อวัน (m^3)

    b. ปริมาณกรวดทรายที่ดักได้ต่อวัน (m^3)

    c. บ่อเก็บกักขยะชั่วคราวที่ทำหน้าที่เก็บขยะและกรวดทรายขนาด 1.5m*2.0m*2.0m จะสำรองเก็บขยะได้นานเท่าใดกว่าจะเต็ม

Part 3 ข้อสอบในส่วนความรู้เรื่อง Coagulation

5. (10 คะแนน) จงเขียนขั้นตอนที่เกิดขึ้นในการทำ Coagulation-flocculation จนกระทั่งเปลี่ยนอนุภาคคอลลอยด์ในน้ำกลายเป็นกลุ่มอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ (floc) โดยให้ระบุชื่อและระบุกลไกที่เกิดขึ้นของแต่ละขั้นตอน

6. (7 คะแนน) ถังกวนเร็วถูกออกแบบมาเพื่อรองรับน้ำในปริมาณ 15,000 m^3/day ถังกวนเร็วเป็นถังสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีปริมาตร 6 ลูกบาศก์เมตร และต้องการค่า G (mean velocity gradient) = 900 s^{-1} ที่ 30 ^oC จงคำนวณหาพลังงานที่ต้องการในการกวนผสม

Part 4 ข้อสอบในส่วนความรู้เรื่อง Sedimentation

7. (ข้อย่อยละ 5 คะแนน รวม 10 คะแนน)

    a. จงเขียนกราฟความสัมพันธ์ของปริมาณของแข็งและลักษณะตะกอนซึ่งแสดงการแบ่งขอบเขตของลักษณะการตกตะกอนประเภทต่างๆ

    b. ในการทดลองการตกตะกอนมักทำเพื่อหาค่าอะไร ที่สามารถนำไปใช้ออกแบบถังตกตะกอนในแต่ละประเภท จงอธิบายโดยสังเขปให้เห็นความแตกต่างในการทดลองการตกตะกอนแต่ละประเภท

8. (ข้อ a. 10 คะแนน ข้อ b. 5 คะแนน รวม 15 คะแนน) กำหนดให้ผลการทดลองการตกตะกอนของระบบ Activated sludge แสดงในตารางด้านล่าง (ค่าในตารางมีหน่วยเป็น เมตร) จงคำนวณหา

   a. Solid flux เมื่อ ความเข้มข้นของ recycled solids เท่ากับ 10,500 และ 15,000 mg/L

   b. แสดงขั้นตอนการนำค่า limiting solids flux ไปคำนวณหาขนาดถังตกตะกอน

Time	Sludge concentration (mg/L)					
(min)	1,000	2,000	3,000	5,000	10,000	15,000
0	0	0	0	0	0	0
10	1.17	0.91	0.41	0.17	0.05	0.03
20	1.89	1.67	0.84	0.34	0.1	0.06
30	1.92	1.83	1.28	0.51	0.15	0.09
40	1.93	1.88	1.56	0.68	0.2	0.12
50	1.93	1.89	1.66	0.85	0.26	0.14
60	1.94	1.9	1.72	1.02	0.31	0.16
80	1.95	1.91	1.8	1.27	0.41	0.23
100	1.96	1.92	1.84	1.37	0.5	0.29
120	1.97	1.94	1.88	1.47	0.58	0.34

9. (7 คะแนน) ในปัจจุบันถังตกตะกอนมีขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 20 เมตร ออกแบบเพื่อรองรับ OLR = 25 m^3/m^2-d ซึ่งเป็นระบบที่ทำงานตามปกติหากในอนาคตต้องการปรับปรุงเนื่องจากต้องรองรับปริมาณน้ำมากขึ้นโดยใช้ Inclined-tube settlers ติดตั้งในถังตกตะกอนครอบคลุมพื้นที่ผิวรวมประมาณร้อยละ 80 ของพื้นที่ถังเดิม แต่สามารถรองรับ OLR ได้เพิ่มขึ้น 3 เท่าจากเดิม จงคำนวณหาปริมาณน้ำที่เข้าสู่ถังตกตะกอนทั้งก่อนและหลังปรับปรุง

Part 5 ข้อสอบในส่วนความรู้เรื่อง Filtration

10. (7 คะแนน) น้ำหนักทรายที่มีอยู่ 2 ตัน มีค่า Effective size 0.45 มม. และค่า Uniformity coefficient 1.5 หากว่าช่วงขนาดของเม็ดทรายกรองน้ำที่ต้องการคือ 0.45 มม.- 0.675 มม. จงคำนวณน้ำหนักทรายที่ต้องการดังกล่าว

11. (15 คะแนน) ชั้นกรองน้ำแบบ Multi filter media เป็นแบบสารกรอง 3 ชนิดเรียงกันจากบนลงล่าง ประกอบด้วยชั้นถ่านแอนทราไซต์หนา 50 เซนติเมตร ชั้นทรายหนา 20 เซนติเมตร และชั้นแกรนิตหนา 10 เซนติเมตร ตัวกลางแต่ละชั้นมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.20, 2.65 และ 4.20 มีค่าเฉลี่ยขนาดเม็ดสารกรองเท่ากับ 1.5, 0.8 และ 0.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ กำหนดค่า Shape factor (Ø) = 0.9 ความพรุนแต่ละชั้นเท่ากับ 0.4, 0.45 และ 0.5 ตามลำดับ จงคำนวณหาค่าความดันสูญเสีย (head loss) รวมของทั้งสามชั้นกรองเมื่อเริ่มต้นเดินระบบที่อัตราการกรอง 0.3 $m^3/m^2.min$ อุณหภูมิของน้ำ 30^0 C

Part 6 ข้อสอบในส่วนความรู้เรื่องการออกซิเดชัน

12. (10 คะแนน) ต้องใช้ Cl_2 กี่กิโลกรัมต่อวันเพื่อออกซิไดซ์ ไซยาไนด์ 120 mg/L as CN เมื่อมีปริมาณน้ำเสีย 15,000 ลิตรต่อวัน

กำหนดให้

Molecular weight of CN = 12+14 = 26 g/mole และ Cl = 35.5 g/mole

$$CN^- + OCL^- \rightarrow CNO^- + Cl^-$$

Table C-1
Physical Properties of Water (SI Units)[a]

Temperature, °C	Specific weight γ, kN/m³	Density[b] ρ, kg/m³	Modulus of elasticity[b] $E/10^6$, kN/m²	Dyamic viscosity, $\mu \times 10^3$, N·s/m²	Kinematic viscosity, $\nu \times 10^6$, m²/s	Surface tension[c] σ_s, N/m	Vapor pressure p_v, kN/m²
0	9.805	999.8	1.98	1.781	1.785	0.0765	0.61
5	9.807	1000.0	2.05	1.518	1.519	0.0749	0.87
10	9.804	999.7	2.10	1.307	1.306	0.0742	1.23
15	9.798	999.1	2.15	1.139	1.139	0.0735	1.70
20	9.789	998.2	2.17	1.002	1.003	0.0728	2.34
25	9.777	997.0	2.22	0.890	0.893	0.0720	3.17
30	9.764	995.7	2.25	0.798	0.800	0.0712	4.24
40	9.730	992.2	2.28	0.653	0.658	0.0696	7.38
50	9.689	988.0	2.29	0.547	0.553	0.0679	12.33
60	9.642	983.2	2.28	0.466	0.474	0.0662	19.92
70	9.589	977.8	2.25	0.404	0.413	0.0644	31.16
80	9.530	971.8	2.20	0.354	0.364	0.0626	47.34
90	9.466	965.3	2.14	0.315	0.326	0.0608	70.10
100	9.399	958.4	2.07	0.282	0.294	0.0589	101.33

[a] Adapted from Vennard and Street (1975).
[b] At atmospheric pressure.
[c] In contact with air.