



PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination : Semester 2

Academic Year : 2009

Date : Feb, 25, 2010

Time : 9h00-12h00

Subject : Unit Operation for Environmental Engineering (223-221) Room : Robot

ชื่อ-นามสกุล รหัสนักศึกษา ตอนเรียนที่

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ในกระดาษคำถาม 15 หน้า
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์

มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

7. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้
 - ดัรรา
 - เครื่องคิดเลข
 - พจนานุกรม
 - อื่น ๆ
 - หนังสือ
 - กระดาษ A4 ...1... แผ่น
8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้
 - ดินสอ
 - ปากกา

ผู้ออกข้อสอบ ชัยศรี สุขสาโรจน์

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ

ข้อ	คะแนนสุทธิ	คะแนนที่ได้	ข้อ	คะแนนสุทธิ	คะแนนที่ได้
1	5		6	15	
2	10		7	16	
3	8		8	12	
4	10		9	6	
5	10		10	8	
รวม	43			57	

1. นำบาดาลตรวจพบว่ามีค่าความกระด้างอยู่ในระดับสูงมาก หากโรงงานอุตสาหกรรมต้องการนำน้ำไปใช้ แต่ต้องลดความกระด้างลงในระดับที่ต้องทำการ ท่านคิดว่าจะเลือกระบบใดในกระบวนการหน่วยที่ได้เรียนไปแล้วมาปรับปรุงคุณภาพก่อนการใช้งานโดยให้เหตุผลที่เลือกพร้อมทั้งอธิบายการทำงานของระบบที่ท่านเลือกมาโดยสังเขป ทั้งนี้โรงงานมักไม่ใช้วิธี lime-Soda เนื่องจากข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพและการดำเนินการ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนสมการแสดงขั้นตอนการกำจัดความกระด้างทั้ง Carbonate และ Non-carbonate โดยกระบวนการ Lime-Soda Softening (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

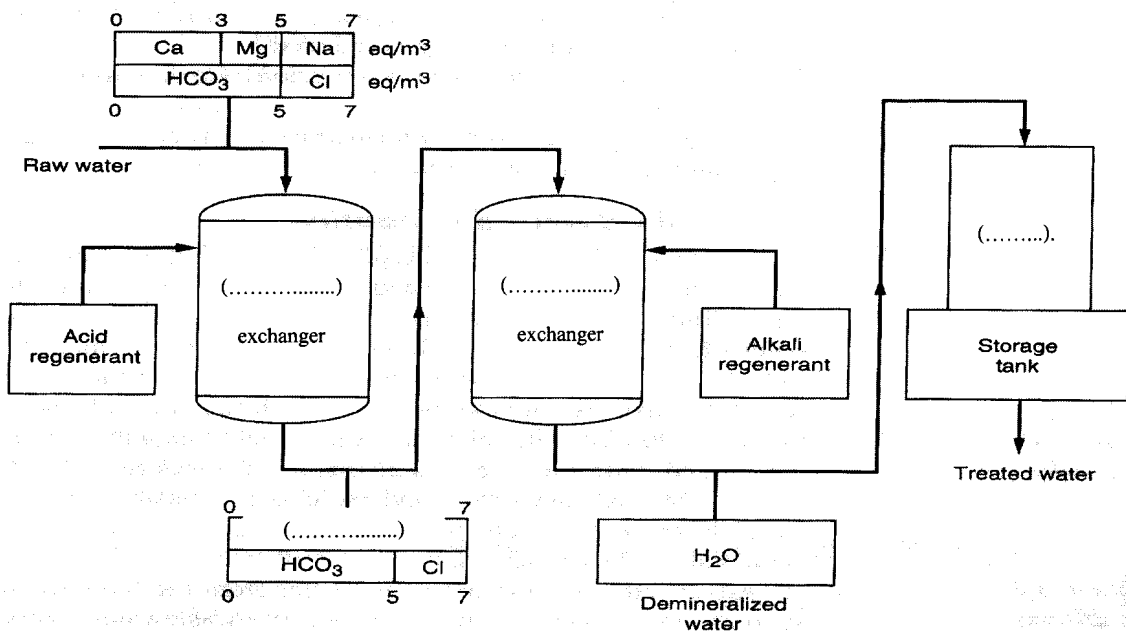
.....

.....

.....

.....

3. จากกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนที่ท่านได้ศึกษาไปแล้ว จงเติมคำลงในช่องว่างที่กำหนดให้ในรูปแบบด้านล่างให้ถูกต้อง (8 คะแนน)



4. น้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะถูกนำมาบำบัดด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินประจุบวก 2 ชุด คอลัมน์ต่ออนุกรมกัน หากอัตราน้ำเสียเข้าระบบ 90,000 gal/day และตรวจพบว่ามีความเข้มข้นไอออนที่ถูกกำจัดได้ดังนี้ Zn^{2+} 20 mg/L, Cd^{2+} 25 mg/L, Cu^{2+} 30 mg/L และ Ni^{2+} 25 mg/L โดยเรซินที่ใช้มีค่า EC 400 meq/100g resin และเรซินมีความชื้น 45% หากระยะเวลาที่ใช้เดินระบบจนถึง breakthrough คือ 7 วัน จงคำนวณหาปริมาณน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งของเรซินที่ต้องการในหน่วย SI (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. การใช้กระบวนการดูดติดผิวด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) เพื่อกำจัดสีสำหรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อนำกลับมาใช้ในโรงงาน โดยกำหนดให้สีในน้ำเสียตั้งต้นมีค่า 10 หน่วย (color unit) ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการแสดงในตารางด้านล่างนี้

Carbon (mg/L)	0	0.4	1.0	6.0
Color unit	10	6.9	4.5	1.5

5.1 จงหาสมการ Freundlich Isotherm ของการทดลองดังกล่าว (5 คะแนน)

5.2 ใช้สมการที่ได้ทำการประเมินปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ต้องการใช้ในการกำจัดสีจนกระทั่งมีค่าเหลือ 0.2 หน่วยสี (5 คะแนน)

.....

.....

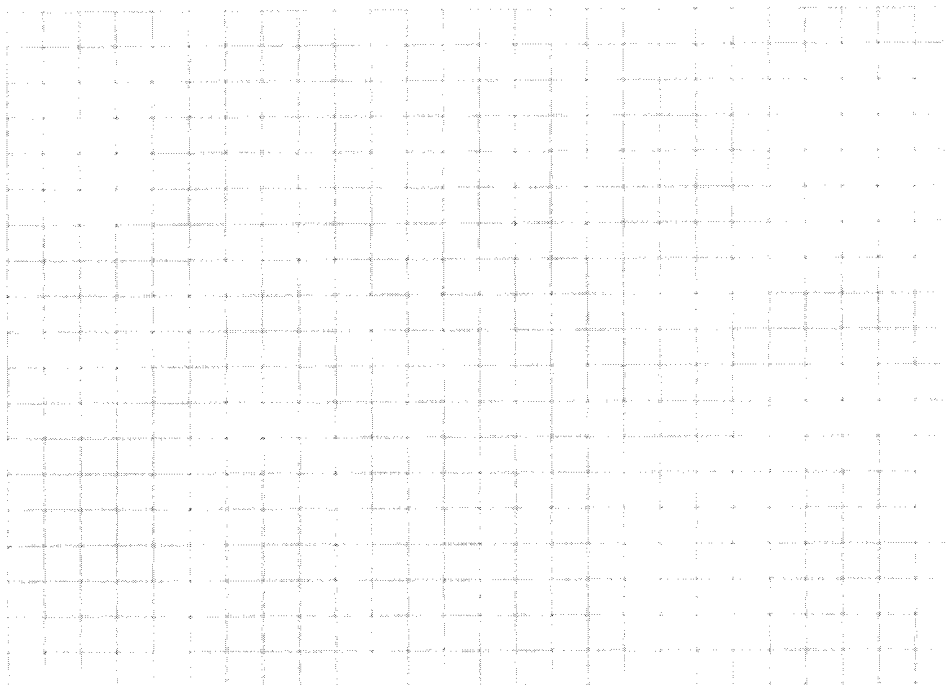
.....

.....

.....

.....

.....



6. การออกแบบ Ammonia stripping tower เพื่อใช้ในการกำจัดแอมโมเนียจากน้ำเสียปริมาณ 3 MGD

กำหนดให้

1. ตัว tower ตั้งอยู่ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง ขณะเดินระบบความดันภายในลดต่ำลง 50 mmHg
2. อุณหภูมิของน้ำและอากาศเท่ากันคือ 30 °C
3. อัตราการระบรทุกการปล่อยน้ำเสียเข้าระบบ 2 gpm/ft²
4. ปริมาณอากาศที่ต้องการเพื่อออกแบบ = 1.7 เท่าของปริมาณอากาศทางทฤษฎี
5. น้ำเสียมีค่า pH 10.9
6. ตารางแสดงค่า Ammonia partial pressure versus temperature แสดงดังตารางด้านล่าง

Ammonia Partial Pressure versus Temperature

TEMPERATURE (°C)	p_A (mm Hg)	X (gm NH ₃ /10 ⁶ gm H ₂ O)
0	0.0112	50
10	0.0189	50
20	0.0300	50
25	0.0370	50
30	0.0479	50
40	0.0770	50
50	0.1110	50

Taken from J.H. Perry, *Chemical Engineers Handbook*, 4th ed. (New York: McGraw-Hill, 1969).

จงคำนวณหา (แปลงเป็นหน่วย SI)

1. ปริมาณความต้องการอากาศทางทฤษฎีในหน่วย $\frac{kg\ air}{m^2 h}$ (5 คะแนน)
2. ปริมาณอากาศที่ใช้ออกแบบในหน่วย $\frac{kg\ air}{m^2 h}$ และ $\frac{m^3\ air}{m^2 h}$ (5 คะแนน)
3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ tower (m) (5 คะแนน)

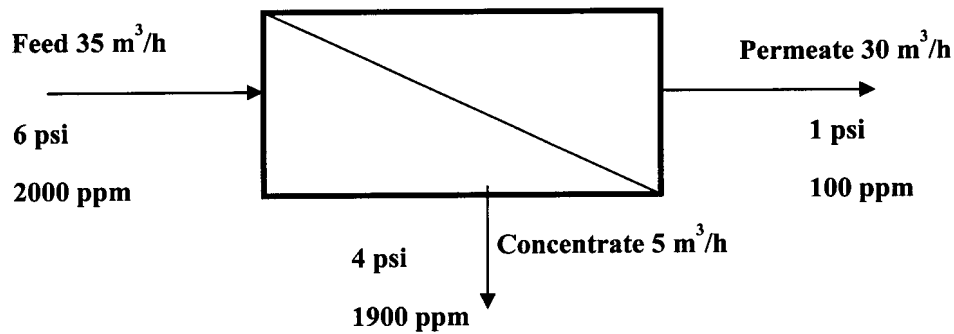
.....

.....

.....

.....

7. กระบวนการเมมเบรนโดยพื้นฐานของ Nanofiltration และ Reverse osmosis พร้อมข้อมูลที่ได้จากการเดินระบบแสดงดังรูปด้านล่างนี้



กำหนดให้พื้นที่เมมเบรนที่ใช้งานรวม 200 ตารางเมตร น้ำมีอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

จงคำนวณหา (ข้อละ 2 คะแนน รวม 16 คะแนน)

7.1 Recovery

.....

7.2 Flux

.....

7.3 Solute passage.....

.....

7.4 Solute rejection.....

.....

7.5 Concentration factor

.....

7.6 Transmembrane pressure.....

.....

7.7 Permeability

.....

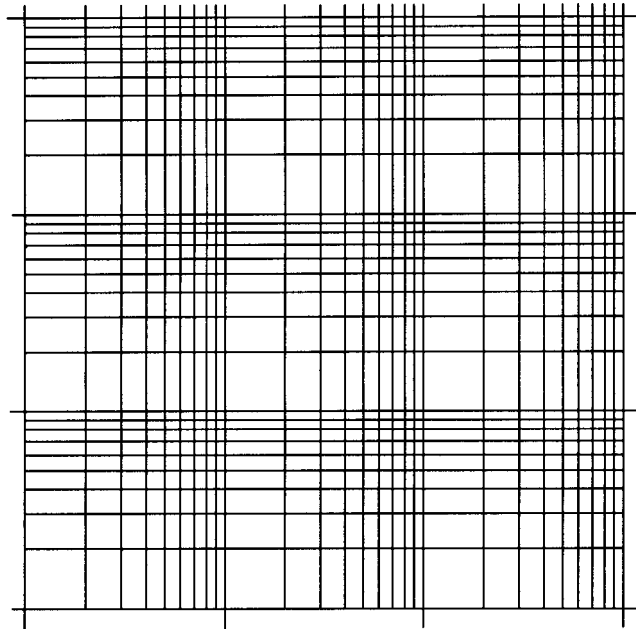
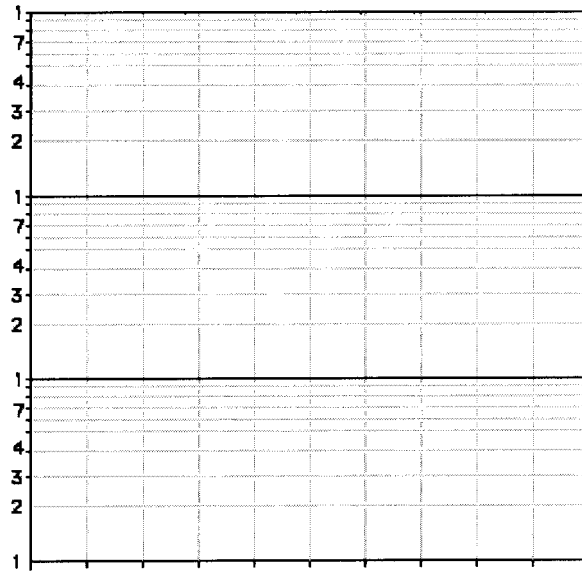
7.8 Permeability ที่ 20 องศาเซลเซียส.....

.....

8. กำหนดให้ข้อมูลผลการทดสอบการฆ่าเชื้อ Fecal coliform ด้วยการฆ่าคลอรีน(chlorination) สำหรับน้ำ
ทิ้งที่ผ่านการบำบัดแสดงดังตาราง

Chlorine dosage, mg/L	Residual fecal coliform count, no./100 ml		
	Contact time, min		
	15	30	60
1	10,000	2,000	500
2	3,000	350	90
4	400	65	20
6	110	30	12
8	54	19	6
10	30	10	1

ให้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณ Fecal ที่เหลืออยู่กับปริมาณคลอรีนที่ใช้ไป (Chlorine dosage) และนำไปหาค่าคงที่ n และ ค่าคงที่ของสมการความสัมพันธ์ของความเข้มข้นและสารฆ่าเชื้อที่ใช้ คือ $C^n t_p = constant$ ของเงื่อนไขที่มีปริมาณ Fecal เหลืออยู่ 100 / 100 ml และ 1000 / 100 ml โดยใช้กราฟที่กำหนดให้ (12 คะแนน)



MCi. ©'01 www.mathnstuff.com log-log paper

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

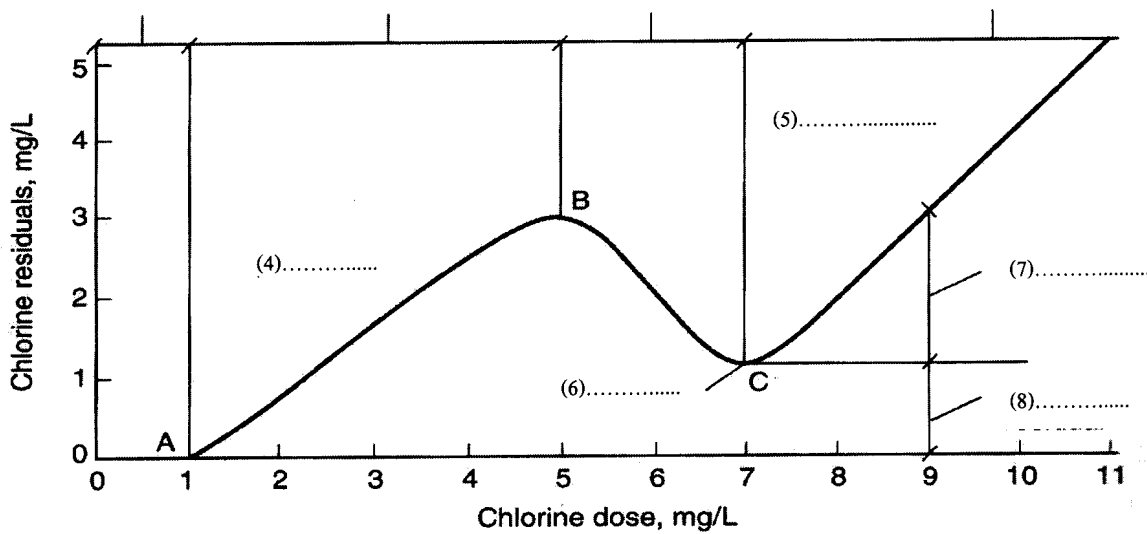
9. จงเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับปริมาณคลอรีนในรูปต่างๆที่สัมพันธ์ค่า pH ในช่วงค่า pH เท่ากับ 0-10 และช่วงค่า pH ใดที่ให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีกว่า (6 คะแนน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

10. จงเติมคำลงในช่องว่างของกราฟด้านล่างซึ่งเป็นการทำ chlorination และตอบคำถามต่อไปว่าหากมีปริมาณสารแอมโมเนียหรือสารอินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำมากขึ้นจะมีผลอย่างไรต่อการทำ chlorination (8 คะแนน)

(1)..... (2)..... (3).....

Formation of free chlorine and presence of chloro-organic compounds not destroyed



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Atomic Weights of Elements

(¹²C = 12.0000 amu)

	<i>Symbol</i>	<i>Atomic Number</i>	<i>Atomic Weight</i>		<i>Symbol</i>	<i>Atomic Number</i>	<i>Atomic Weight</i>
Actinium	Ac	89	[227]	Neodymium	Nd	60	144.24
Aluminum	Al	13	26.9815	Neon	Ne	10	20.180
Americium	Am	95	[243]	Neptunium	Np	93	[237]
Antimony	Sb	51	121.75	Nickel	Ni	28	58.69
Argon	Ar	18	39.948	Niobium	Nb	41	92.906
Arsenic	As	33	74.9216	Nitrogen	N	7	14.0067
Astatine	At	85	[210]	Nobelium	No	102	[259]
Barium	Ba	56	137.33	Osmium	Os	76	190.2
Berkelium	Bk	97	[247]	Oxygen	O	8	15.9994
Beryllium	Be	4	9.0122	Palladium	Pd	46	106.4
Bismuth	Bi	83	208.980	Phosphorus	P	15	30.9738
Boron	B	5	10.811	Platinum	Pt	78	195.08
Bromine	Br	35	79.904	Plutonium	Pu	94	[244]
Cadmium	Cd	48	112.41	Polonium	Po	84	[209]
Calcium	Ca	20	40.078	Potassium	K	19	39.098
Californium	Cf	98	[251]	Praseodymium	Pr	59	140.9077
Carbon	C	6	12.011	Promethium	Pm	61	[145]
Cerium	Ce	58	140.12	Protactinium	Pa	91	[231]
Cesium	Cs	55	132.905	Radium	Ra	88	[226]
Chlorine	Cl	17	35.453	Radon	Rn	86	[222]
Chromium	Cr	24	51.996	Rhenium	Re	75	186.2
Cobalt	Co	27	58.9332	Rhodium	Rh	45	102.905
Copper	Cu	29	63.546	Rubidium	Rb	37	85.4678
Curium	Cm	96	[247]	Ruthenium	Ru	44	101.07
Dysprosium	Dy	66	162.50	Samarium	Sm	62	150.4
Einsteinium	Es	99	[252]	Scandium	Sc	21	44.956
Erbium	Er	68	167.26	Selenium	Se	34	78.96
Europium	Eu	63	151.96	Silicon	Si	14	28.086
Fermium	Fm	100	[257]	Silver	Ag	47	107.868
Fluorine	F	9	18.9984	Sodium	Na	11	22.9898
Francium	Fr	87	[223]	Strontium	Sr	38	87.62
Gadolinium	Gd	64	157.25	Sulfur	S	16	32.066
Gallium	Ga	31	69.72	Tantalum	Ta	73	180.948
Germanium	Ge	32	72.61	Technetium	Tc	43	[98]
Gold	Au	79	196.967	Tellurium	Te	52	127.60
Hafnium	Hf	72	178.49	Terbium	Tb	65	158.925
Helium	He	2	4.0026	Thallium	Tl	81	204.38
Holmium	Ho	67	164.930	Thorium	Th	90	232.038
Hydrogen	H	1	1.0079	Thulium	Tm	69	168.934
Indium	In	49	114.82	Tin	Sn	50	118.71
Iodine	I	53	126.9045	Titanium	Ti	22	47.88
Iridium	Ir	77	192.22	Tungsten	W	74	183.85
Iron	Fe	26	55.847	Unnilhexium	Unh	106	[263]
Krypton	Kr	36	83.80	Unnilpentium	Unp	105	[262]
Lanthanum	La	57	138.91	Unnilquadium	Unq	104	[261]
Lawrencium	Lr	103	[260]	Unnilseptium	Uns	107	[262]
Lead	Pb	82	207.2	Uranium	U	92	238.03
Lithium	Li	3	6.941	Vanadium	V	23	50.94
Lutetium	Lu	71	174.97	Xenon	Xe	54	131.29
Magnesium	Mg	12	24.305	Ytterbium	Yb	70	173.04
Manganese	Mn	25	54.9380	Yttrium	Y	39	88.9059
Mendelevium	Md	101	[258]	Zinc	Zn	30	65.39
Mercury	Hg	80	200.59	Zirconium	Zr	40	91.22
Molybdenum	Mo	42	95.94				

A value given in brackets denotes the mass number of the longest-lived or best-known isotope.

TABLE A-3
Conversion factors for commonly used wastewater
treatment plant design parameters

To convert, multiply in direction shown by arrows			
U.S. units	→	←	SI units
acre/(Mgal/d)	0.1069	9.3536	ha/(10 ³ m ³ /d)
Btu	1.0551	0.9478	kJ
Btu/lb	2.3241	0.4303	kJ/kg
Btu/ft ² · °F · h	5.6735	0.1763	W/m ² · °C
bu/acre · yr	2.4711	0.4047	bu/ha · yr
ft/h	0.3048	3.2808	m/h
ft/min	18.2880	0.0547	m/h
ft ² /capita	0.0929	10.7639	m ² /capita
ft ³ /capita	0.0283	35.3147	m ³ /capita
ft ³ /gal	7.4805	0.1337	m ³ /m ³
ft ³ /ft · min	0.0929	10.7639	m ³ /m · min
ft ³ /lb	0.0624	16.0185	m ³ /kg
ft ³ /Mgal	7.04805 × 10 ⁻³	133.6805	m ³ /10 ³ m ³
ft ² /Mgal · d	407.4611	0.0025	m ² /10 ³ m ³ · d
ft ³ /ft ² · h	0.3048	3.2808	m ³ /m ² · h
ft ³ /10 ³ gal · min	7.04805 × 10 ⁻³	133.6805	m ³ /m ³ · min
ft ³ /min	1.6990	0.5886	m ³ /h
ft ³ /s	2.8317 × 10 ⁻²	35.3145	m ³ /s
ft ³ /10 ³ ft ³ · min	0.001	1,000.0	m ³ /m ³ · min
gal	3.7854	0.2642	L
gal/acre · d	0.0094	106.9064	m ³ /ha · d
gal/ft · d	0.0124	80.5196	m ³ /m · d
gal/ft ² · d	0.0407	24.5424	m ³ /m ² · d
gal/ft ² · d	0.0017	589.0173	m ³ /m ² · h
gal/ft ² · d	0.0283	35.3420	L/m ² · min
gal/ft ² · d	40.7458	2.4542 × 10 ⁻²	L/m ² · d
gal/ft ² · min	2.4448	0.4090	m/h
gal/ft ² · min	40.7458	0.0245	L/m ² · min
gal/ft ² · min	58.6740	0.0170	m ³ /m ² · d
gal/min · ft	12.4193	8.052 × 10 ⁻²	L/min · m
hp/10 ³ gal	0.1970	5.0763	kW/m ³
hp/10 ³ ft ³	26.3342	0.0380	kW/10 ³ m ³
in	25.4	3.9370 × 10 ⁻²	mm
in Hg (60°F)	3.3768	0.2961	kPa Hg (60°F)
lb	0.4536	2.2046	kg
lb/acre	1.1209	0.8922	kg/ha
lb/10 ³ gal	0.1198	8.3452	kg/m ³
lb/hp · h	0.6083	1.6440	kg/kW · h
lb/Mgal	0.1198	8.3454	g/m ³
lb/Mgal	1.1983 × 10 ⁻⁴	8345.4	kg/m ³
lb/ft ²	4.8824	0.2048	kg/m ²
lb/in ² (gage)	6.8948	0.1450	kPa (gage)
lb/ft ³ · h	16.0185	0.0624	kg/m ³ · h
lb/10 ³ ft ³ · d	0.0160	62.4280	kg/m ³ · d
lb/ton	0.5000	2.0000	kg/tonne
Mgal/acre · d	0.9354	1.0691	m ³ /m ² · d
Mgal/d	3.7854 × 10 ³	0.264 × 10 ⁻³	m ³ /d
Mgal/d	4.3813 × 10 ⁻²	22.8245	m ³ /s
min/in	3.9370	0.2540	min/10 ² mm
tons/acre	2.2417	0.4461	Mg/ha
yd ³	0.7646	1.3079	m ³