มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาคประจำภาคการศึกษาที่ 2 : **ปีการศึกษา 2551**

สอบวันที่ : 26 กุมภาพันธ์ 2552 **เวลา: 9.00 – 12.00 น.**

วิชา : Unit Operation for Environmental Engineering (223-221) **ห้อง: R300**

คำชี้แจง

- ข้อสอบทั้งหมดมี 12 ข้อ 16 หน้า รวมคะแนน 100 คะแนน ให้นักศึกษาทำทุกข้อของข้อสอบลงในที่ว่างที่เว้นให้ถ้าไม่พอให้ใช้หน้าที่ว่างด้านซ้ายมือ
- ให้นักศึกษาเขียนชื่อและรหัส**ลงทุกหน้าของข้อสอบ** และ ***ห้ามแยกข้อสอบออกจากกันยกเว้นตารางแปลงหน่วยหรือส่วนที่ไม่ใช้ตอบคำถามส่วนท้ายข้อสอบ***
- ***อนุญาต***ให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
- ***ไม่อนุญาต***ให้หยิบหรือยืมสิ่งของใดๆของผู้อื่นในห้องสอบโดยเด็ดขาด
- ***อนุญาต*****ให้นำเอกสารเขียนด้วยลายมือขนาด A4 เข้าห้องสอบ โดยอาจารย์ผู้สอนจะนำไปแจกในห้องสอบเองเท่านั้น**
- **ตารางและค่าต่างๆที่จำเป็น**ให้มาในเอกสารท้ายข้อสอบหากจำเป็นสามารถสมมุติได้ตามความเหมาะสม
- ***ทุจริตหรือส่อทุจริตโทษขั้นต่ำได้ E และพักการศึกษา 1 ภาคการศึกษา***

นักศึกษาชื่อ.....รหัส.....

ข้อ	คะแนนสุทธิ	คะแนนที่ได้	ข้อ	คะแนนสุทธิ	คะแนนที่ได้
1	8		7	6	
2	8		8	6	
3	8		9	6	
4	10		10	6	
5	11		11	8	
6	15		12	8	
รวม	60			40	

อ.ชัยศรี สุขสาโรจน์ ผู้ออกข้อสอบ

1. หากน้ำมีค่าความกระด้างอยู่ในระดับที่ต้องทำการปรับปรุงคุณภาพก่อนการใช้งาน ขอให้นักศึกษาใช้ความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วทำการคัดเลือกเพื่อนำเอา Units ทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่ท่านคิดว่าสามารถนำมาใช้กำจัดความกระด้างได้ มาอธิบายให้เข้าใจโดยสังเขปพร้อมทั้งระบุข้อได้เปรียบหรือเสียเปรียบของแต่ละ Unit ที่ท่านเลือกมาอธิบาย (8 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนสมการแสดงขั้นตอนการกำจัดความกระด้างทั้ง Carbonate และ Non-carbonate โดยกระบวนการ Lime-Soda Softening (8 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

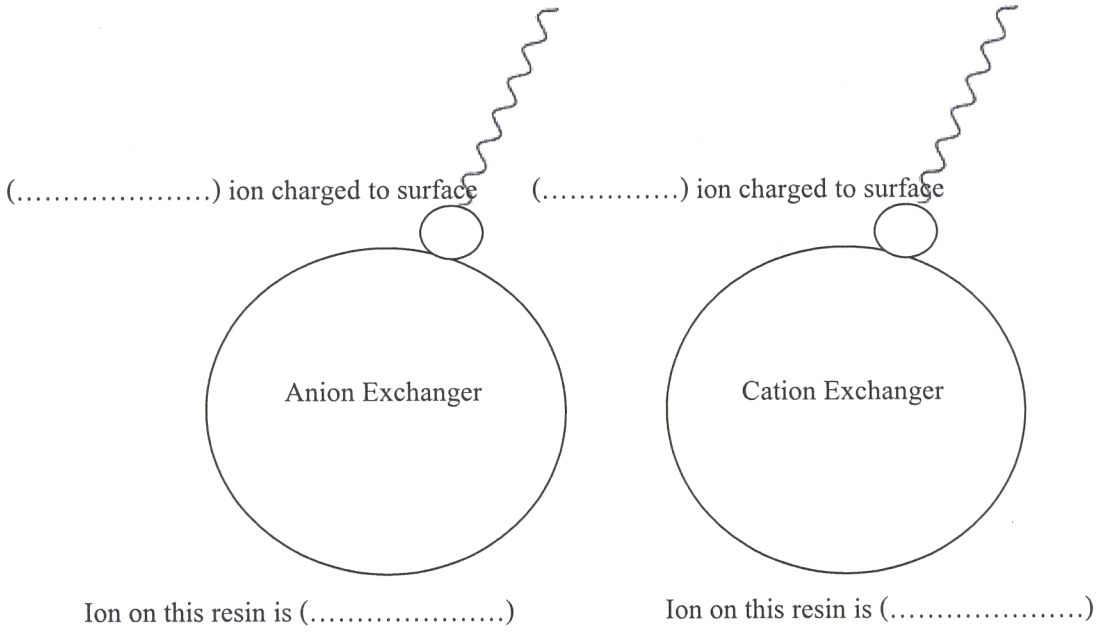
.....

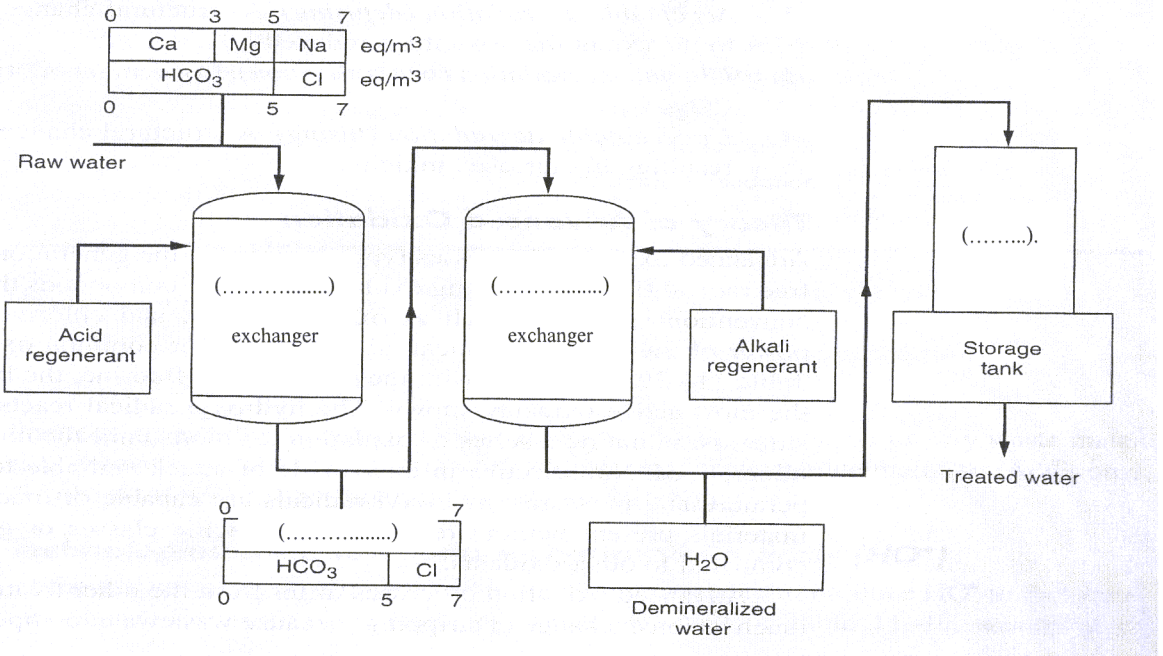
.....

.....

.....

3. จากกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนที่ท่านได้ศึกษาไปแล้ว จงเติมคำลงในช่องว่างที่กำหนดให้ในรูปด้านล่างให้ถูกต้อง (8 คะแนน)





4. น้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะถูกนำมาบำบัดด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินประจุบวก 2 ชุด คอลัมน์ต่ออนุกรมกัน หากอัตราน้ำเสียเข้าระบบ 82,000 gal/day และตรวจพบว่ามีปริมาณไอออนที่ถูกกำจัดได้ดังนี้ Zn^{2+} 15 mg/L, Cd^{2+} 20 mg/L, Cu^{2+} 25 mg/L และ Ni^{2+} 20 mg/L โดยเรซินที่ใช้มีค่า EC 375 meq/100g resin และเรซินมีความชื้น 42% หากระยะเวลาที่ใช้เดินระบบจนถึง breakthrough คือ 7 วัน จงคำนวณหาน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งของเรซินที่ต้องการในหน่วย SI (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. การใช้กระบวนการดูดติดผิวด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) เพื่อกำจัดกลิ่นสำหรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อนำมาใช้รดสนามหญ้า โดยกำหนดให้กลิ่นในน้ำเสียตั้งต้นมีค่า 10 หน่วย (Odor unit) ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการแสดงในตารางด้านล่างนี้

Carbon (mg/L)	0	0.4	1.0	6.0
Odor number	10	6.9	4.5	1.5

5.1 จงหาสมการ Freundlich Isotherm ของการทดลองดังกล่าว (6 คะแนน)

5.2 ใช้สมการที่ได้ทำการประมาณปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ต้องการใช้ในการกำจัดกลิ่นจนกระทั่งมีค่าเหลือ 0.2 หน่วย (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. การออกแบบ Ammonia stripping tower เพื่อใช้ในการกำจัดแอมโมเนียจากน้ำเสียปริมาณ 3 MGD

กำหนดให้

1. **ตัว tower ตั้งอยู่ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง ขณะเดินระบบความดันภายในลดต่ำลง 50 mmHg**
2. **อุณหภูมิของน้ำและอากาศเท่ากันคือ 25 °C**
3. **อัตราภาระบรรทุกการปล่อยน้ำเสียเข้าระบบ 2 gpm/ft^2**
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_2O)
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)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

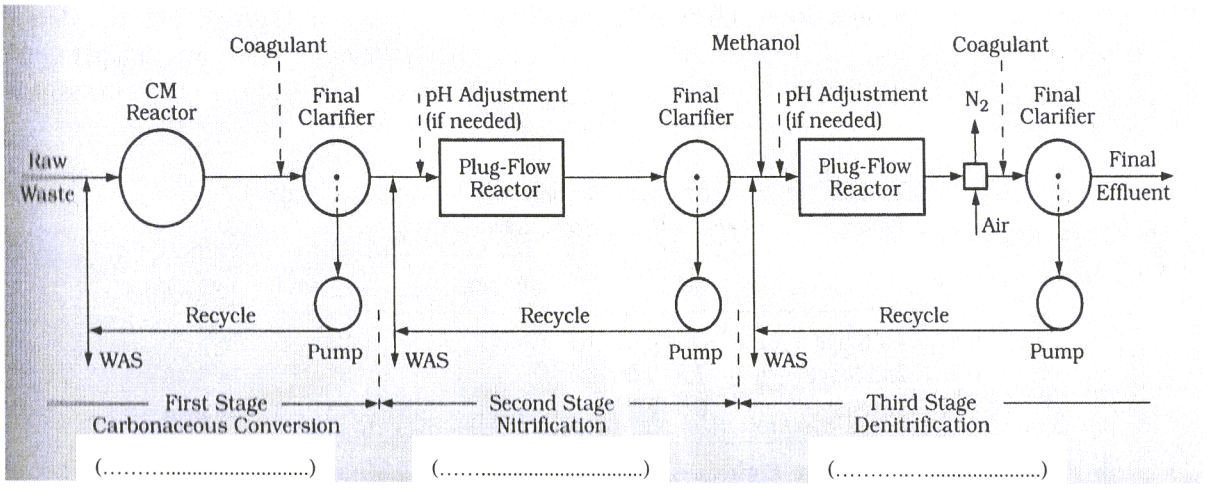
.....

.....

.....

.....

7. จงเติมสภาวะการเดินระบบในถังปฏิกิริยาของระบบ Three-Stage Biological Nitrification-Denitrification ให้ถูกต้อง (6 คะแนน)



8. กระบวนการเมมเบรนในระดับ ultrafiltration นิยมนำมาใช้ในงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมด้านใดบ้างและใช้ทำอะไร จงอธิบายพอสังเขปให้เข้าใจและถูกต้อง (6 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. จุลชีพที่ก่อให้เกิดโรคตายได้อย่างไรเมื่อท่านฉายรังสี Ultraviolet ที่ 254 nm (6 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. จงเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับปริมาณคลอรีนในรูปต่างๆในช่วงค่า pH 0-10 (6 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

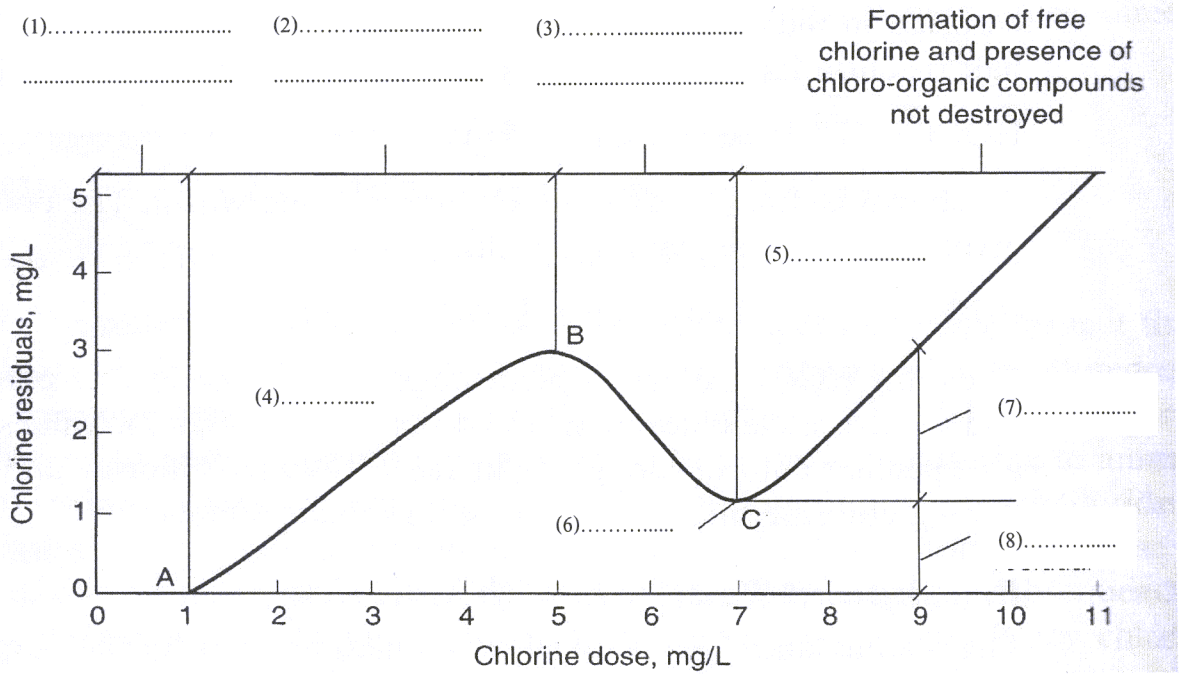
.....

.....

.....

.....

11. จงเติมคำลงในช่องว่างของกราฟด้านล่างซึ่งเป็นการทำ chlorination และตอบคำถามต่อไปว่าหากมีปริมาณสารแอมโมเนียหรือสารอินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำจะมีผลอย่างไรต่อการทำ chlorination (8 คะแนน)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12. โรงงานพิมพ์กล่องกระดาษแห่งหนึ่ง มีน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีสี สารอินทรีย์ประเภทกาวติดกล่องและสารแขวนลอยจากเศษกระดาษและสารช่วยในการพิมพ์ ท่านมีความเห็นว่าจะใช้ปฏิบัติการหน่วยใดได้บ้างที่ได้ศึกษาไปแล้วมาทำการแก้ปัญหาหรือบำบัดน้ำเสียเหล่านี้อย่างไรจนคิดว่าผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งได้ โดยอธิบายการทำงานของ Unit ที่ท่านเลือกมาให้เข้าใจซึ่งอาจเลือกมาได้มากกว่า 1 Unit เพื่อทำงานร่วมกัน (8 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Atomic Weights of Elements

($^{12}C = 12.0000$ amu)

	Symbol	*Atomic Number*	*Atomic Weight*		*Symbol*	*Atomic Number*	*Atomic Weight*
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_f/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