มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค: ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ปีการศึกษา : 2548**
วันที่: 24 กุมภาพันธ์ 2549 **เวลา :** 13.30-16.30 **น.**
วิชา: 223-484 Water Pollution and Water Quality Management **ห้องสอบ** R300

คำอธิบาย

1. ข้อสอบแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้
   1.1 **ข้อสอบตอนที่ 1** มี 3 หน้า (รวมหน้านี้ด้วย) จำนวน 7 ข้อ รวม 65 คะแนน
   ข้อที่ 1 เต็ม 6 คะแนน
   ข้อที่ 2 เต็ม 5 คะแนน
   ข้อที่ 3 เต็ม 12 คะแนน
   ข้อที่ 4 เต็ม 16 คะแนน
   ข้อที่ 5 เต็ม 6 คะแนน
   ข้อที่ 6 เต็ม 10 คะแนน
   ข้อที่ 7 เต็ม 10 คะแนน
   1.2 **ข้อสอบตอนที่ 2** มี 4 หน้า จำนวน 3 ข้อ รวม 35 คะแนน
2. ให้ทำตามคำสั่งในข้อสอบ และทำทุกข้อ
3. ในการทำข้อสอบ**ตอนที่ 1 ให้เขียนคำตอบลงในสมุดคำตอบ** ส่วน**ตอนที่ 2 ให้เขียนคำตอบลงในข้อสอบ**
4. อนุญาต**ให้ใช้เครื่องคิดเลข** และ **ไม่**อนุญาตนำ**เอกสารหรือหนังสือใด** ๆเข้าห้องสอบ
5. แจกตาราง Conversion Factors และ Dissolved-Oxygen Concentration in water as a function of Temperature มาพร้อมกับข้อสอบฉบับนี้

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ผู้ออกข้อสอบตอนที่ 1 **อ.เอริกา พฤฒิกิตติ**
ผู้ออกข้อสอบตอนที่ 2 **อ.อุดมผล พืชน์ไพบูลย์**

ตอนที่ 1

ข้อที่ 1 จงวาดกราฟสองกราฟ แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับ BOD ในเวลาต่าง ๆ ของสองตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำที่มีค่า Ultimate BOD เท่ากัน แต่ค่า Deoxygenation rate constant (k) แตกต่างกัน โดยสมมุติค่า k ให้สอดคล้องกับความเป็นจริง **และอธิบาย**ให้ชัดเจนว่า ค่า k ที่ต่างกันจะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ DO ของน้ำในระหว่างการตรวจวัด BOD_5 ในห้องปฏิบัติการและในแม่น้ำอย่างไร (6 คะแนน)

ข้อที่ 2 หลังจากปล่อยน้ำทิ้งสู่แม่น้ำที่มีอุณหภูมิเป็น 20°C และมีระดับความเค็มเป็น 8,000 mg/l **จงวาด** DO-Sag Curve และ **แสดงระดับ** ออกซิเจนละลายอิ่มตัว (DO_{sat}), DO deficit ที่เวลาเริ่มต้น ($DO_{def,t=0}$), และออกซิเจนละลายที่จุดวิกฤติ (DO_c) ลงในกราฟดังกล่าวให้สอดคล้องกับความเป็นจริง และ**อธิบาย**กลไกที่สนับสนุนการเกิด DO-sag curve (5 คะแนน)

ข้อที่ 3 น้ำเสียชุมชนแห่งหนึ่งถูกปล่อยสู่แม่น้ำโดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยอัตราการไหล 0.5 MGD แม่น้ำรองรับน้ำเสียมีพื้นที่หน้าตัด 800 ft^2 อัตราการไหล 40 MGD โดยไม่ตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำก่อนหน้าการปล่อยน้ำเสีย ผลการสำรวจระดับโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแต่ละช่วงแม่น้ำจากจุดปล่อยน้ำเสียเป็นดังนี้

ระยะทาง, mile	8	16	24	32
MPN/100ml	46,500	16,700	9,000	2,800

หากปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทิ้งเป็น 3×10^6 MPN/100ml จงหา

3.1 ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคต่ำสุดที่ต้องการของระบบบำบัดน้ำเสียในชุมชนแห่งนี้ เพื่อให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำสอดคล้องกับมาตรฐานคุณภาพแม่น้ำชั้นที่ 2 คือมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่เกิน 5,000 MPN/100ml (4 คะแนน)

3.2 ค่า Deoxygenation rate constant (k)**ณ.อุณหภูมิจริงของ**แม่น้ำนั้น (8 คะแนน)

ข้อที่ 4 โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งปล่อยน้ำทิ้งสู่แม่น้ำอย่างต่อเนื่อง คุณภาพน้ำและลักษณะน้ำในแม่น้ำภายหลังผสมกับน้ำทิ้งเป็นดังนี้

DO = 6 mg/l, ความเร็วน้ำ 1 ft/s, ลึก 6.5 ft, กว้าง 33 ft, ความเข้มข้นคลอไรด์ =45,000 mg/l, อุณหภูมิ 20°C , Reaeration rate constant (k_2) = 0.7 $วัน^{-1}$

หากน้ำทิ้งมี BOD_5 เป็น 12,000 lb/d, k=0.25 $วัน^{-1}$ ที่ 20°C และให้ BOD_5 ในแม่น้ำก่อนปล่อยน้ำเสียเป็นศูนย์ จงหา

4.1 DO deficit ที่ 35 mile จากจุดปล่อยน้ำทิ้ง (10 คะแนน)

4.2 BOD_5 ที่ 12 mile จากจุดปล่อยน้ำทิ้ง(6 คะแนน)

ข้อที่ 5 **อธิบายพร้อมวาดกราฟ**การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงระดับ DO ที่ระดับความลึกต่าง ๆ ของทะเลสาบเขตร้อนชื้นในแต่ละฤดู และจง**แสดงผลกระทบ**ที่เป็นไปได้ต่อคุณภาพน้ำในทะเลสาบดังกล่าวโดยพิจารณาผลกระทบจากปัจจัยฤดูกาลเพียงอย่างเดียว (หมายเหตุ เขตร้อนชื้นมี 2 ฤดูหลัก ได้แก่ ฤดูร้อน และ ฤดูหนาว) (6 คะแนน)

ข้อที่ 6 น้ำทิ้งมี BOD_5 เป็น 20 mg/l ระบายสู่ทะเลสาบด้วยอัตราการไหล 1.5 ft^3/s ทะเลสาบมีพื้นที่ผิว 2.18×10^6 ft^2 ลึก 10 ft พื้นที่ลุ่มน้ำของทะเลสาบเป็น 2.78×10^8 ft^2 อุณหภูมิน้ำเป็น 25°C มีน้ำท่าไหลสู่ทะเลสาบเฉลี่ยตลอดปี 14 inches และน้ำท่ามี BOD_5 1 mg/l ค่า k = 0.3 d^{-1} ที่ 25 °C **จงหา** BOD_5 ของน้ำที่ออกจากทะเลสาบในหน่วย mg/l (10 คะแนน)

ข้อที่ 7 ยาฆ่าแมลงซึ่งย่อยสลายยากจากโรงงานรั่วสู่ทะเลสาบในปริมาณ 100 g/d เป็นเวลานาน 1 ปี ทะเลสาบมีปริมาตร 10^6 m^3 และมีอัตราน้ำเข้า 100 m^3/d จงหาระยะเวลาที่ใช้เพื่อให้ระดับความเข้มข้นของยาฆ่าแมลงลดลงเป็น 15 μg/l (10 คะแนน)

$$DO_{deficit} = \left(\frac{k_1 L_i}{k_2 - k}\right)\left[e^{-k_1\theta} - e^{-k_2\theta}\right] + DO_{deficit,x=0}e^{-k_2\theta}$$

$$D_c = \frac{k_1}{k_2} L_i e^{-k_1\theta_C}$$

$$\theta_C = \frac{1}{k_2 - k_1}\ln\left[\frac{k_2}{k_1}\left(1 - \frac{DO_{deficit,X=0}(k_2 - k_1)}{k_1 L_i}\right)\right]$$

$$k_{t,2} = k_{t,1}\theta^{(T_2 - T_1)}$$

θ ~ 1.056 (20-30°C) Water Quality Management

~ 1.024, Reaeration rate constant determination

$$S = S_o e^{\left[-\left(\frac{1}{t_d}+K\right)t\right]}$$

$$S = \frac{\overline{w}}{(Q + k\forall)}\left[1 - \exp(-\left[k + \frac{1}{t_d}\right]t\right]$$

APPENDIX A

CONVERSION FACTORS

TABLE A-1
Metric conversion factors (U.S. customary units to SI units)

Multiply the U.S. customary unit			To obtain the SI unit	
Name	**Symbol**	**By**	**Symbol**	**Name**
Acceleration				
feet per second squared	ft/s^2	0.3048[a]	m/s^2	meters per second squared
inches per second squared	in/s^2	0.0254[a]	m/s^2	meters per second squared
Area				
acre	acre	0.4047	ha	hectare
acre	acre	4.0469×10^{-3}	km^2	square kilometer
square foot	ft^2	9.2903×10^{-2}	m^2	square meter
square inch	in^2	6.4516[a]	cm^2	square centimeter
square mile	mi^2	2.5900	km^2	square kilometer
square yard	yd^2	0.8361	m^2	square meter
Energy				
British thermal unit	Btu	1.0551	kJ	kilojoule
foot-pound (force)	$ft \cdot lb_f$	1.3558	J	joule
horsepower-hour	$hp \cdot h$	2.6845	MJ	megajoule
kilowatt-hour	$kW \cdot h$	3600[a]	kJ	kilojoule
kilowatt-hour	$kW \cdot h$	3.600×10^{6}[a]	J	joule
watt-hour	$W \cdot h$	3.600[a]	kJ	kilojoule
watt-second	$W \cdot s$	1.000[a]	J	joule

(continued)

TABLE A-1
(continued)

Multiply the U.S. customary unit			To obtain the SI unit	
Name	**Symbol**	**By**	**Symbol**	**Name**
Force				
pound force	lb_f	4.4482	N	newton
Flowrate				
cubic feet per second	ft^3/s	2.8317×10^{-2}	m^3/s	cubic meters per second
gallons per day	gal/d	4.3813×10^{-5}	L/s	liters per second
gallons per day	gal/d	3.7854×10^{-3}	m^3/d	cubic meters per day
gallons per minute	gal/min	6.3090×10^{-5}	m^3/s	cubic meters per second
gallons per minute	gal/min	6.3090×10^{-2}	L/s	liters per second
million gallons per day	Mgal/d	43.8126	L/s	liters per second
million gallons per day	Mgal/d	3.7854×10^{3}	m^3/d	cubic meters per day
million gallons per day	Mgal/d	4.3813×10^{-2}	m^3/s	cubic meters per second
Length				
foot	ft	0.3048[a]	m	meter
inch	in	2.54[a]	cm	centimeter
inch	in	0.0254[a]	m	meter
inch	in	25.4[a]	mm	millimeter
mile	mi	1.6093	km	kilometer
yard	yd	0.9144[a]	m	meter
Mass				
ounce	oz	28.3495	g	gram
pound	lb	4.5359×10^{2}	g	gram
pound	lb	0.4536	kg	kilogram
ton (short: 2000 lb)	ton	0.9072	Mg (metric ton)	megagram (10^3 kilogram)
ton (long: 2240 lb)	ton	1.0160	Mg (metric ton)	megagram (10^3 kilogram)
Power				
British thermal units per second	Btu/s	1.0551	kW	kilowatt
foot-pounds (force) per second	$ft \cdot lb_f/s$	1.3558	W	watt
horsepower	hp	0.7457	kW	kilowatt
Pressure (force/area)				
atmosphere (standard)	atm	1.0133×10^{2}	kPa (kN/m^2)	kilopascal (kilonewtons per square meter)
inches of mercury (60°F)	in Hg (60°F)	3.3768×10^{3}	Pa (N/m^2)	pascal (newtons per square meter)
inches of water (60°F)	in H_2O (60°F)	2.4884×10^{2}	Pa (N/m^2)	pascal (newtons per square meter)
pounds (force) per square foot	lb_f/ft^2	47.8803	Pa (N/m^2)	pascal (newtons per square meter)
pounds (force) per square inch	lb_f/in^2	6.8948×10^{3}	Pa (N/m^2)	pascal (newtons per square meter)
pounds (force) per square inch	lb_f/in^2	6.8948	kPa (kN/m^2)	kilopascal (kilonewtons per square meter)
Temperature				
degrees Fahrenheit	°F	0.555(°F − 32)	°C	degrees Celsius (centigrade)
degrees Fahrenheit	°F	0.555(°F + 459.67)	°K	degrees Kelvin
Velocity				
feet per second	ft/s	0.3048[a]	m/s	meters per second
miles per hour	mi/h	4.4704×10^{-1}[a]	m/s	kilometers per second
Volume				
acre-foot	acre-ft	1.2335×10^{3}	m^3	cubic meter
cubic foot	ft^3	28.3168	L	liter
cubic foot	ft^3	2.8317×10^{-2}	m^3	cubic meter
cubic inch	in^3	16.3871	cm^3	cubic centimeter
cubic yard	yd^3	0.7646	m^3	cubic meter
gallon	gal	3.7854×10^{-3}	m^3	cubic meter
gallon	gal	3.7854	L	liter
ounce (U.S. fluid)	oz (U.S. fluid)	2.9573×10^{-2}	L	liter

[a] Indicates exact conversion.

TABLE A-2
Metric conversion factors (SI units to U.S. customary units)

Multiply the SI unit			To obtain the U.S. customary unit	
Name	Symbol	By	Symbol	Name
Acceleration				
meters per second squared	m/s^2	3.2808	ft/s^2	feet per second squared
meters per second squared	m/s^2	39.3701	in/s^2	inches per second squared
Area				
hectare (10,000 m^2)	ha	2.4711	acre	acre
square centimeter	cm^2	0.1550	in^2	square inch
square kilometer	km^2	0.3861	mi^2	square mile
square kilometer	km^2	247.1054	acre	acre
square meter	m^2	10.7639	ft^2	square foot
square meter	m^2	1.1960	yd^2	square yard
Energy				
kilojoule	kJ	0.9478	Btu	British thermal unit
joule	J	2.7778×10^{-7}	kW · h	kilowatt-hour
joule	J	0.7376	$ft \cdot lb_f$	foot-pound (force)
joule	J	1.0000	W · s	watt-second
joule	J	0.2388	cal	calorie
kilojoule	kJ	2.7778×10^{-4}	kW · h	kilowatt-hour
kilojoule	kJ	0.2778	W · h	watt-hour
megajoule	MJ	0.3725	hp · h	horsepower-hour
Force				
newton	N	0.2248	lb_f	pound force
Flowrate				
cubic meters per day	m^3/d	264.1720	gal/d	gallons per day
cubic meters per day	m^3/d	2.6417×10^{-4}	Mgal/d	million gallons per day
cubic meters per second	m^3/s	35.3147	ft^3/s	cubic feet per second
cubic meters per second	m^3/s	22.8245	Mgal/d	million gallons per day
cubic meters per second	m^3/s	15,850.3	gal/min	gallons per minute
liters per second	L/s	22,824.5	gal/d	gallons per day
liters per second	L/s	0.0228	Mgal/d	million gallons per day
liters per second	L/s	15.8508	gal/min	gallons per minute
Length				
centimeter	cm	0.3937	in	inch
kilometer	km	0.6214	mi	mile
meter	m	39.3701	in	inch
meter	m	3.2808	ft	foot
meter	m	1.0936	yd	yard
millimeter	mm	0.03937	in	inch
Mass				
gram	g	0.0353	oz	ounce
gram	g	0.0022	lb	pound
kilogram	kg	2.2046	lb	pound
megagram (10^3 kg)	Mg	1.1023	ton	ton (short: 2000 lb)
megagram (10^3 kg)	Mg	0.9842	ton	ton (long: 2240 lb)
Power				
kilowatt	kW	0.9478	Btu/s	British thermal units per second
kilowatt	kW	1.3410	hp	horsepower
watt	W	0.7376	$ft \cdot lb_f/s$	foot-pounds (force) per second
Pressure (force/area)				
pascal (newtons per square meter)	Pa (N/m^2)	1.4504×10^{-4}	lb_f/in^2	pounds (force) per square inch
pascal (newtons per square meter)	Pa (N/m^2)	2.0885×10^{-2}	lb_f/ft^2	pounds (force) per square foot
pascal (newtons per square meter)	Pa (N/m^2)	2.9613×10^{-4}	in Hg	inches of mercury (60°F)
pascal (newtons per square meter)	Pa (N/m^2)	4.0187×10^{-3}	in H_2O	inches of water (60°F)
kilopascal (kilonewtons per square meter)	kPa (kN/m^2)	0.1450	lb_f/in^2	pounds (force) per square inch
kilopascal (kilonewtons per square meter)	kPa (kN/m^2)	0.0099	atm	atmosphere (standard)
Temperature				
degrees Celsius (centigrade)	°C	1.8(°C) + 32	°F	degrees Fahrenheit
degrees Kelvin	°K	1.8(°K) − 459.67	°F	degrees Fahrenheit

(continued)

TABLE A-2
(continued)

Multiply the SI unit			To obtain the U.S. customary unit	
Name	**Symbol**	**By**	**Symbol**	**Name**
Velocity				
kilometers per second	km/s	2.2369	mi/h	miles per hour
meters per second	m/s	3.2808	ft/s	feet per second
Volume				
cubic centimeter	cm^3	0.0610	in^3	cubic inch
cubic meter	m^3	35.3147	ft^3	cubic foot
cubic meter	m^3	1.3079	yd^3	cubic yard
cubic meter	m^3	264.1720	gal	gallon
cubic meter	m^3	8.1071×10^{-4}	acre · ft	acre · foot
liter	L	0.2642	gal	gallon
liter	L	0.0353	ft^3	cubic foot
liter	L	33.8150	oz	ounce (U.S. fluid)

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/ft² · °F · h	5.6735	0.1763	W/m² · °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
ft²/capita	0.0929	10.7639	m²/capita
ft³/capita	0.0283	35.3147	m³/capita
ft³/gal	7.4805	0.1337	m³/m³
ft³/ft · min	0.0929	10.7639	m³/m · min
ft³/lb	0.0624	16.0185	m³/kg
ft³/Mgal	7.04805×10^{-3}	133.6805	$m^3/10^3 m^3$
ft²/Mgal · d	407.4611	0.0025	$m^2/10^3 m^3 \cdot d$
ft³/ft² · h	0.3048	3.2808	m³/m² · h
$ft^3/10^3$ gal · min	7.04805×10^{-3}	133.6805	$m^3/m^3 \cdot min$
ft³/min	1.6990	0.5886	m³/h
ft³/s	2.8317 × 10^{-2}	35.3145	$m^3/m^3 \cdot min$
$ft^3/10^3$ ft^3 · min	0.001	1,000.0	
gal	3.7854	0.2642	L
gal/acre · d	0.0094	106.9064	m³/ha · d
gal/ft · d	0.0124	80.5196	m³/m · d
gal/ft² · d	0.0407	24.5424	m³/m² · d
gal/ft² · d	0.0017	589.0173	m³/m² · h
gal/ft² · d	0.0283	35.3420	L/m² · min
gal/ft² · d	40.7458	2.4542×10^{-2}	L/m² · d
gal/ft² · min	2.4448	0.4090	m/h
gal/ft² · min	40.7458	0.0245	L/m² · min
gal/ft² · min	58.6740	0.0170	$m^3/m^2 \cdot d$
gal/min · ft	12.4193	8.052×10^{-2}	L/min · m
hp/10^3 gal	0.1970	5.0763	kW/m³
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/m³
lb/hp · h	0.6083	1.6440	kg/kW · h
lb/Mgal	0.1198	8.3454	g/m³
lb/Mgal	1.1983×10^{-4}	8345.4	kg/m³
lb/ft²	4.8824	0.2048	kg/m²
lb/in² (gage)	6.8948	0.1450	kPa (gage)
lb/ft³ · h	16.0185	0.0624	kg/m³ · h
lb/10^3 ft^3 · d	0.0160	62.4280	kg/m³ · d
lb/ton	0.5000	2.0000	kg/tonne
Mgal/acre · d	0.9354	1.0691	$m^3/m^2 \cdot d$
Mgal/d	3.7854×10^3	0.264×10^{-3}	m³/d
Mgal/d	4.3813×10^{-2}	22.8245	m³/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

APPENDIX E

DISSOLVED-OXYGEN CONCENTRATION IN WATER AS A FUNCTION OF TEMPERATURE, SALINITY, AND BAROMETRIC PRESSURE

TABLE E-1
Dissolved-oxygen concentration in water as a function of temperature and salinity (barometric perssure = 760 mm Hg)[a]

Temp, °C	Dissolved-oxygen concentration, mg/L									
	Salinity, parts per thousand									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	14.60	14.11	13.64	13.18	12.74	12.31	11.90	11.50	11.11	10.74
1	14.20	13.73	13.27	12.83	12.40	11.98	11.58	11.20	10.83	10.46
2	13.81	13.36	12.91	12.49	12.07	11.67	11.29	10.91	10.55	10.20
3	13.45	13.00	12.58	12.16	11.76	11.38	11.00	10.64	10.29	9.95
4	13.09	12.67	12.25	11.85	11.47	11.09	10.73	10.38	10.04	9.71
5	12.76	12.34	11.94	11.56	11.18	10.82	10.47	10.13	9.80	9.48
6	12.44	12.04	11.65	11.27	10.91	10.56	10.22	9.89	9.57	9.27
7	12.13	11.74	11.37	11.00	10.65	10.31	9.98	9.66	9.35	9.06
8	11.83	11.46	11.09	10.74	10.40	10.07	9.75	9.44	9.14	8.85
9	11.55	11.19	10.83	10.49	10.16	9.84	9.53	9.23	8.94	8.66
10	11.28	10.92	10.58	10.25	9.93	9.62	9.32	9.03	8.75	8.47
11	11.02	10.67	10.34	10.02	9.71	9.41	9.12	8.83	8.56	8.30
12	10.77	10.43	10.11	9.80	9.50	9.21	8.92	8.65	8.38	8.12
13	10.53	10.20	9.89	9.59	9.30	9.01	8.74	8.47	8.21	7.96
14	10.29	9.98	9.68	9.38	9.10	8.82	8.55	8.30	8.04	7.80
15	10.07	9.77	9.47	9.19	8.91	8.64	8.38	8.13	7.88	7.65
16	9.86	9.56	9.28	9.00	8.73	8.47	8.21	7.97	7.73	7.50
17	9.65	9.36	9.09	8.82	8.55	8.30	8.05	7.81	7.58	7.36
18	9.45	9.17	8.90	8.64	8.39	8.14	7.90	7.66	7.44	7.22
19	9.26	8.99	8.73	8.47	8.22	7.98	7.75	7.52	7.30	7.09
20	9.08	8.81	8.56	8.31	8.07	7.83	7.60	7.38	7.17	6.96
21	8.90	8.64	8.39	8.15	7.91	7.69	7.46	7.25	7.04	6.84
22	8.73	8.48	8.23	8.00	7.77	7.54	7.33	7.12	6.91	6.72
23	8.56	8.32	8.08	7.85	7.63	7.41	7.20	6.99	6.79	6.60
24	8.40	8.16	7.93	7.71	7.49	7.28	7.07	6.87	6.68	6.49
25	8.24	8.01	7.79	7.57	7.36	7.15	6.95	6.75	6.56	6.38
26	8.09	7.87	7.65	7.44	7.23	7.03	6.83	6.64	6.46	6.28
27	7.95	7.73	7.51	7.31	7.10	6.91	6.72	6.53	6.35	6.17
28	7.81	7.59	7.38	7.18	6.98	6.79	6.61	6.42	6.25	6.08
29	7.67	7.46	7.26	7.06	6.87	6.68	6.50	6.32	6.15	5.98
30	7.54	7.33	7.14	6.94	6.75	6.57	6.39	6.22	6.05	5.89
31	7.41	7.21	7.02	6.83	6.65	6.47	6.29	6.12	5.96	5.80
32	7.29	7.09	6.90	6.72	6.54	6.36	6.19	6.03	5.87	5.71
33	7.17	6.98	6.79	6.61	6.44	6.26	6.10	5.94	5.78	5.63
34	7.05	6.86	6.68	6.51	6.33	6.17	6.01	5.85	5.69	5.54
35	6.93	6.75	6.58	6.40	6.24	6.07	5.92	5.76	5.61	5.46
36	6.82	6.65	6.47	6.31	6.14	5.98	5.83	5.68	5.53	5.39
37	6.72	6.54	6.37	6.21	6.05	5.89	5.74	5.59	5.45	5.31
38	6.61	6.44	6.28	6.12	5.96	5.81	5.66	5.51	5.37	5.24
39	6.51	6.34	6.18	6.03	5.87	5.72	5.58	5.44	5.30	5.16
40	6.41	6.25	6.09	5.94	5.79	5.64	5.50	5.36	5.22	5.09

[a] From Colt, J.: "Computation of Dissolved Gas Concentrations in Water as Functions of Temperature, Salinity, and Pressure," *American Fisheries Society Special Publication 14*, Bethesda, MD, 1984.

TABLE E-2
Dissolved-oxygen concentration in water as a function of temperature and barometric pressure (salinity = 0 ppt)[a]

Temp, °C	Dissolved-oxygen concentration, mg/L									
	Barometric pressure, millimeters of mercury									
	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780
0	14.12	14.22	14.31	14.41	14.51	14.60	14.70	14.80	14.89	14.99
1	13.73	13.82	13.92	14.01	14.10	14.20	14.29	14.39	14.48	14.57
2	13.36	13.45	13.54	13.63	13.72	13.81	13.90	14.00	14.09	14.18
3	13.00	13.09	13.18	13.27	13.36	13.45	13.53	13.62	13.71	13.80
4	12.66	12.75	12.83	12.92	13.01	13.09	13.18	13.27	13.35	13.44
5	12.33	12.42	12.50	12.59	12.67	12.76	12.84	12.93	13.01	13.10
6	12.02	12.11	12.19	12.27	12.35	12.44	12.52	12.60	12.68	12.77
7	11.72	11.80	11.89	11.97	12.05	12.13	12.21	12.29	12.37	12.45
8	11.44	11.52	11.60	11.67	11.75	11.83	11.91	11.99	12.07	12.15
9	11.16	11.24	11.32	11.40	11.47	11.55	11.63	11.70	11.78	11.86
10	10.90	10.98	11.05	11.13	11.20	11.28	11.35	11.43	11.50	11.58
11	10.65	10.72	10.80	10.87	10.94	11.02	11.09	11.16	11.24	11.31
12	10.41	10.48	10.55	10.62	10.69	10.77	10.84	10.91	10.98	11.05
13	10.17	10.24	10.31	10.38	10.46	10.53	10.60	10.67	10.74	10.81
14	9.95	10.02	10.09	10.16	10.23	10.29	10.36	10.43	10.50	10.57
15	9.73	9.80	9.87	9.94	10.00	10.07	10.14	10.21	10.27	10.34
16	9.53	9.59	9.66	9.73	9.79	9.86	9.92	9.99	10.06	10.12
17	9.33	9.39	9.46	9.52	9.59	9.65	9.72	9.78	9.85	9.91
18	9.14	9.20	9.26	9.33	9.39	9.45	9.52	9.58	9.64	9.71
19	8.95	9.01	9.07	9.14	9.20	9.26	9.32	9.39	9.45	9.51
20	8.77	8.83	8.89	8.95	9.02	9.08	9.14	9.20	9.26	9.32
21	8.60	8.66	8.72	8.78	8.84	8.90	8.96	9.02	9.08	9.14
22	8.43	8.49	8.55	8.61	8.67	8.73	8.79	8.84	8.90	8.96
23	8.27	8.33	8.39	8.44	8.50	8.56	8.62	8.68	8.73	8.79
24	8.11	8.17	8.23	8.29	8.34	8.40	8.46	8.51	8.57	8.63
25	7.96	8.02	8.08	8.13	8.19	8.24	8.30	8.36	8.41	8.47
26	7.82	7.87	7.93	7.98	8.04	8.09	8.15	8.20	8.26	8.31
27	7.68	7.73	7.79	7.84	7.89	7.95	8.00	8.06	8.11	8.17
28	7.54	7.59	7.65	7.70	7.75	7.81	7.86	7.91	7.97	8.02
29	7.41	7.46	7.51	7.57	7.62	7.67	7.72	7.78	7.83	7.88
30	7.28	7.33	7.38	7.44	7.49	7.54	7.59	7.64	7.69	7.75
31	7.16	7.21	7.26	7.31	7.36	7.41	7.46	7.51	7.46	7.62
32	7.04	7.09	7.14	7.19	7.24	7.29	7.34	7.39	7.44	7.49
33	6.92	6.97	7.02	7.07	7.12	7.17	7.22	7.27	7.31	7.36
34	6.80	6.85	6.90	6.95	7.00	7.05	7.10	7.15	7.20	7.24
35	6.69	6.74	6.79	6.84	6.89	6.93	6.98	7.03	7.08	7.13
36	6.59	6.63	6.68	6.73	6.78	6.82	6.87	6.92	6.97	7.01
37	6.48	6.53	6.57	6.62	6.67	6.72	6.76	6.81	6.86	6.90
38	6.38	6.43	6.47	6.52	6.56	6.61	6.66	6.70	6.75	6.80
39	6.28	6.33	6.37	6.42	6.46	6.51	6.56	6.60	6.65	6.69
40	6.18	6.23	6.27	6.32	6.36	6.41	6.46	6.50	6.55	6.59

[a] From Colt, J.: "Computation of Dissolved Gas Concentrations in Water as Functions of Temperature, Salinity, and Pressure," *American Fisheries Society Special Publication 14*, Bethesda, MD, 1984.

Note: ppt = parts per thousand

<u>ตอนที่ 2</u> (คะแนนรวม 35 คะแนน)

<u>คำสั่ง</u> 1. ข้อสอบตอนที่ 2 มี 3 ข้อใหญ่ 4 หน้า จงแสดงวิธีทำในข้อสอบ

3. ไม่อนุญาตให้นำ เอกสาร ตำรา หรือโน๊ต เข้าห้องสอบ

4. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

5. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใด ๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ

ข้อ	คะแนน	คะแนนเต็ม
1		10
2		15
3		10
รวม		35

อุดมผล พืชน์ไพบูลย์

กุมภาพันธ์ 2549

ตอนที่ 2

1. จากข้อมูลรายละเอียดของพื้นที่ลุ่มน้ำแห่งหนึ่งดังต่อไปนี้

- สวนยาง	250,000	ไร่
- นาข้าว	65,000	ไร่
-เขตตัวเมือง	25,000	ไร่

จงคำนวณหา BOD_5 Loading ที่เกิดต่อวันในลุ่มน้ำนี้ในหน่วย kg BOD_5/วัน (10 คะแนน)

กำหนด	- จำนวนประชากรในเขตตัวเมือง		300,000	คน
	- ในลุ่มน้ำดังกล่าวมีการเลี้ยงสุกร		20,000	ตัว
	- Unit BOD_5 Loading	- คน	30	$gBOD_5$/คน.วัน
		- สุกร	200	$gBOD_5$/ตัว.วัน
		- สวนยาง	1.30	$gBOD_5$/ไร่.วัน
		- นาข้าว	0.50	$gBOD_5$/ไร่.วัน
		- Urban Runoff	20	$gBOD_5$/ไร่.วัน

2) จงอธิบายที่มา และลักษณะมลพิษทางน้ำที่สามารถเกิดขึ้นในแม่น้ำ ลำคลองจาก Non Point Source Pollution ตลอดจนแนวทางในการจัดการที่เหมาะสม (15 คะแนน)

3) การวางแผนการจัดการคุณภาพน้ำเสียจากชุมชนที่เหมาะสมในประเทศไทยควรมีการดำเนินการอย่างไร (10 คะแนน)