

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กราฟมาตรฐาน และ กราฟการแผ่รังสีของหลอดไฟชนิดต่างๆ

การเตรียมสีข้อม และ กราฟมาตรฐาน

1. การเตรียมสีความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชั่งสี 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์คนให้ละลายก่อนจากนั้นเทใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิตร เขย่าจนกระทั่งเห็นสารละลายผสมเข้ากันหมด

2. กราฟมาตรฐานของสีริมาโซลเฮลโลจีอาร์ สีริมาโซลบิลเลี่ยนบลู และสีชิบาร์คอนเรด

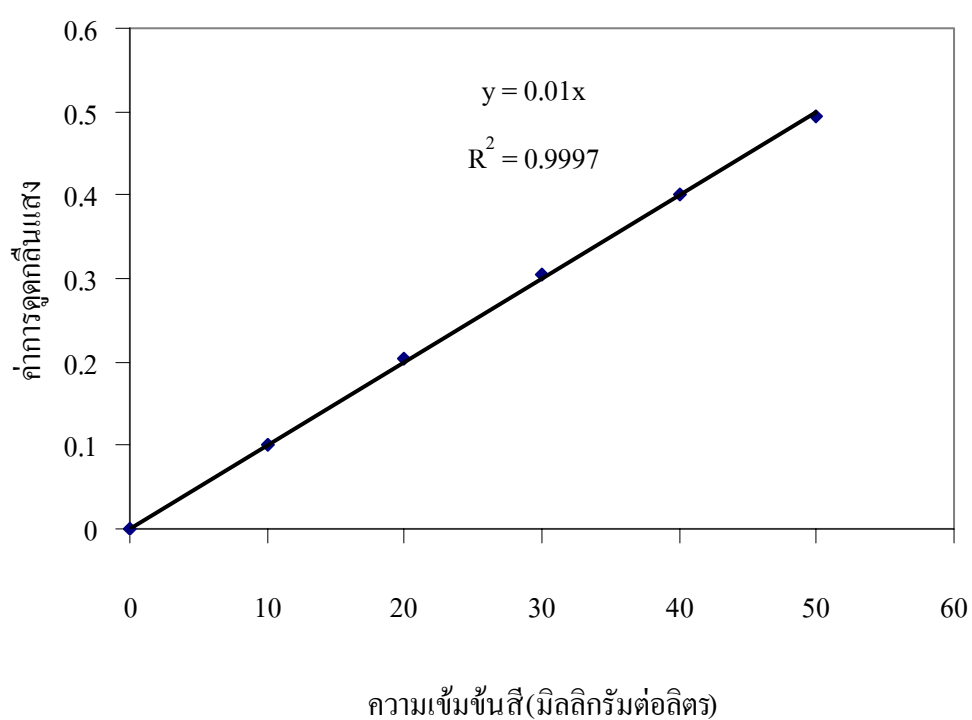
แบ่งสารละลายสีมาตรฐาน 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มาทำให้ความเข้มข้นเป็น 10 20 30 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยการปิเปตสารละลายมาตรฐานจำนวน 1 2 3 4 และ 5 มิลลิตร ตามลำดับดังแสดงในตารางผนวกที่ ก1 เจือจางด้วยน้ำกลั่น และปรับด้วยขวดปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิตร จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และบันทึกผลค่าการดูดซับแสง โดยสีริมาโซลบิลเลี่ยนบลู วัดที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร สีริมาโซลเฮลโลจีอาร์ RY 15 วัดที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร และ สีชิบาร์คอนเรดวัดที่ความยาวคลื่น 504 นาโนเมตร แล้วนำไปเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นสีข้อมกับค่าการดูดซับแสงดังแสดงในภาพที่ 29 30 และ 31 ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ ก1 การเตรียมกราฟมาตรฐานสีข้อมที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นสี(มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาตรสีที่เติม(มิลลิลิตร)
10	1
20	2
30	3
40	4
50	5

ตารางผนวกที่ ก2 ค่าการดูดแสงของกราฟมาตรฐานสีน้ำเงิน

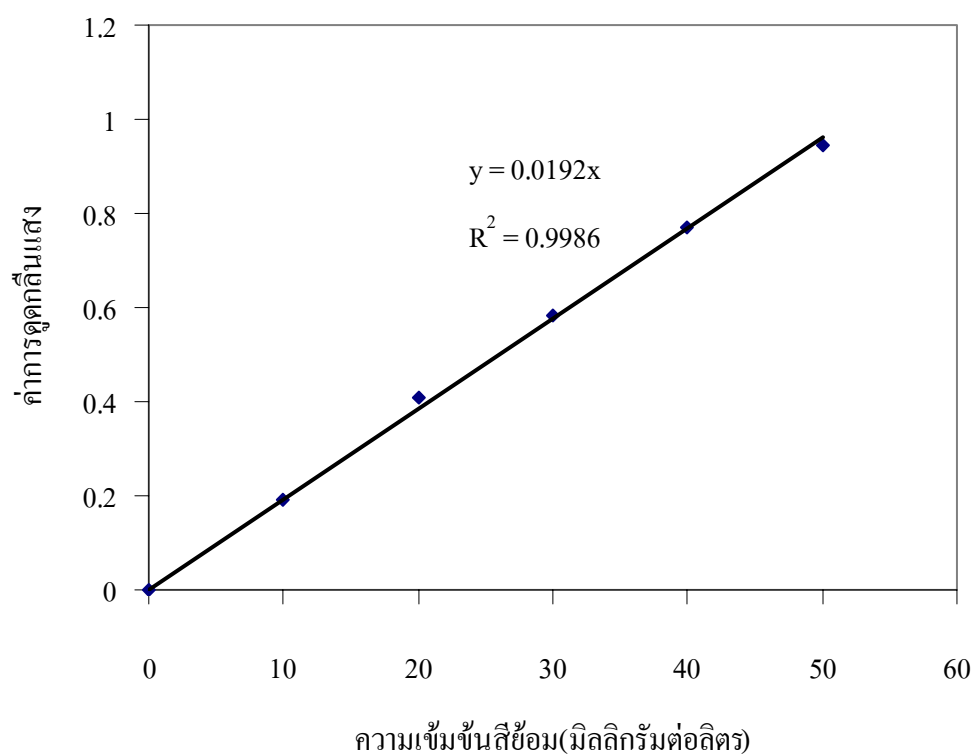
ความเข้มข้นสี(มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
0	0.000
10	0.102
20	0.203
30	0.304
40	0.400
50	0.495



ภาพผนวกที่ ก1 กราฟมาตรฐานสีน้ำเงิน วัดความยาวคลื่นแสงที่ 590 นาโนเมตร

ตารางผนวกที่ ก3 ค่าการดูดแสงของกราฟมาตรฐานสีเหลือง

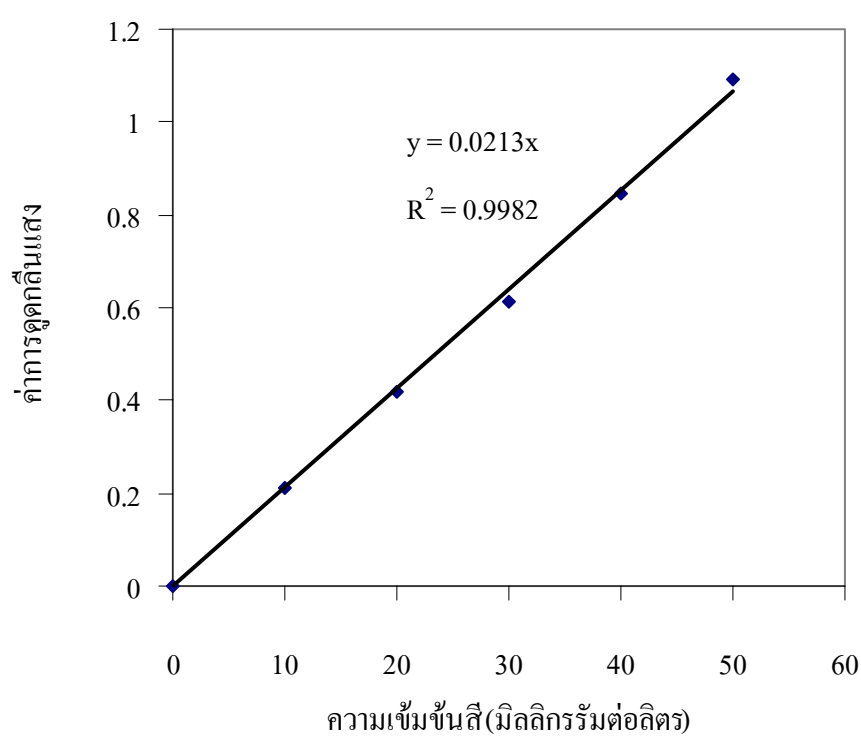
ความเข้มข้นสี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
0	0
10	0.19
20	0.408
30	0.583
40	0.77
50	0.945



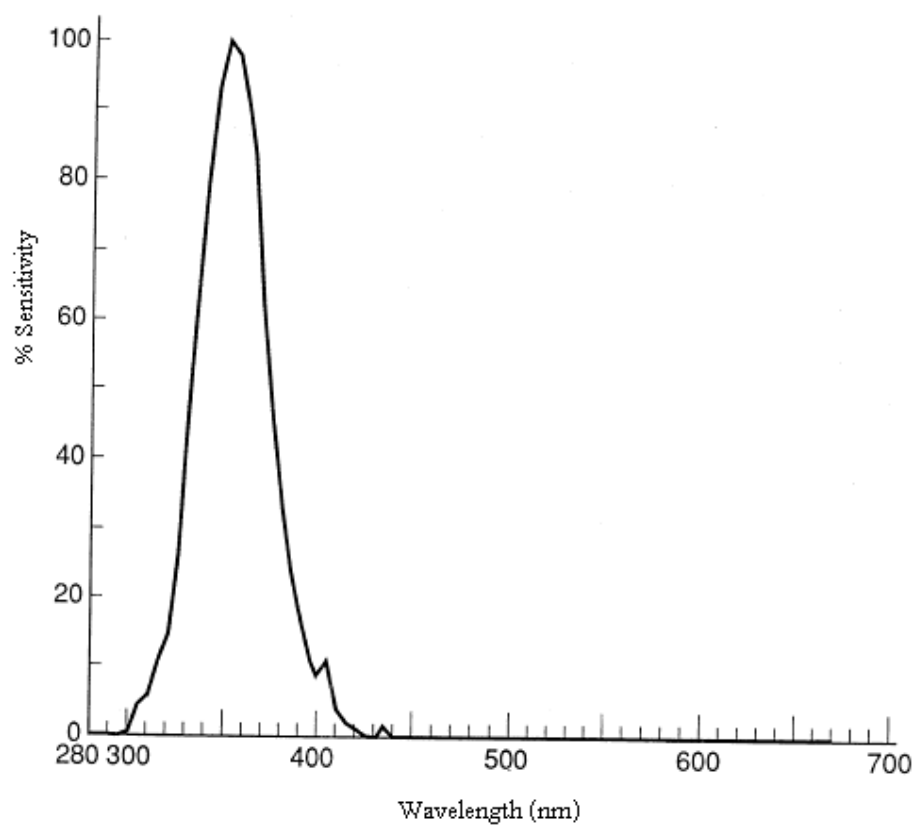
ภาพผนวกที่ ก2 กราฟมาตรฐานสีข้อมสีเหลือง วัดความยาวคลื่นแสงที่ 415 นาโนเมตร

ตารางผนวกที่ ก4 ค่าการดูดแสงของกราฟมาตรฐานสีแดง

ความเข้มข้นสี(มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง
0	0
10	0.213
20	0.419
30	0.631
40	0.846
50	1.092

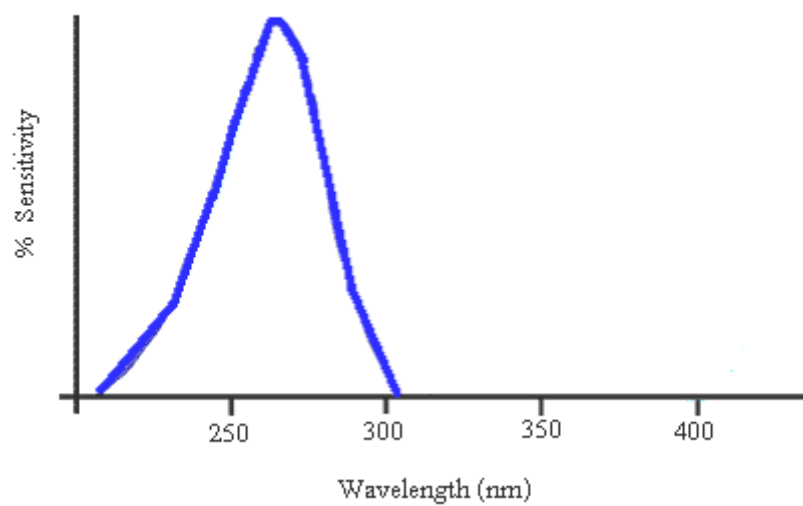


ภาพผนวกที่ ก3 กราฟมาตรฐานสีแดง วัดที่ความยาวคลื่นที่ 504 นาโนเมตร



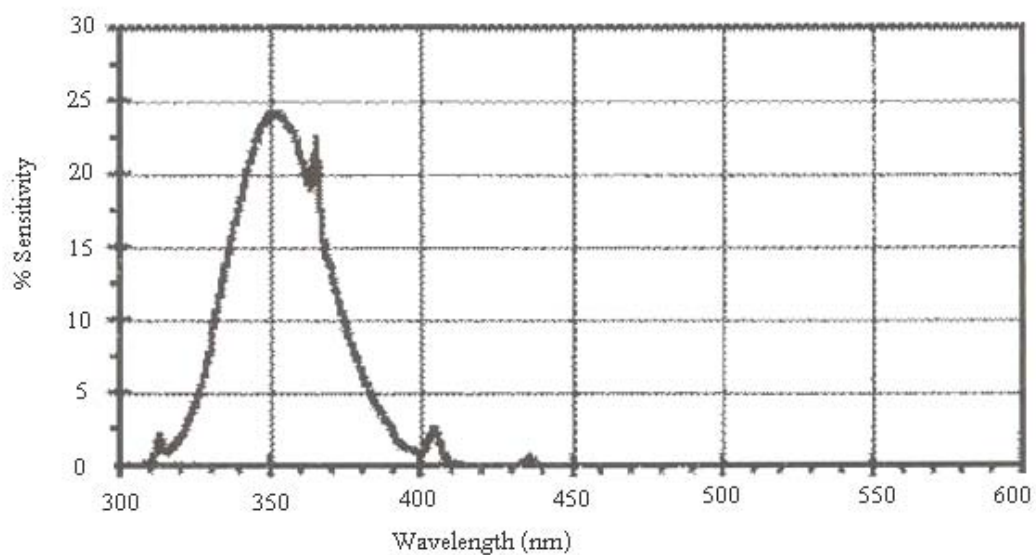
ภาพผนวกที่ ก4 กราฟการแผ่รังสีของหลอดไฟโตชิบาแบล็คไลท์

ที่มา: Toshiba lighting & Technology Corporation (2549)



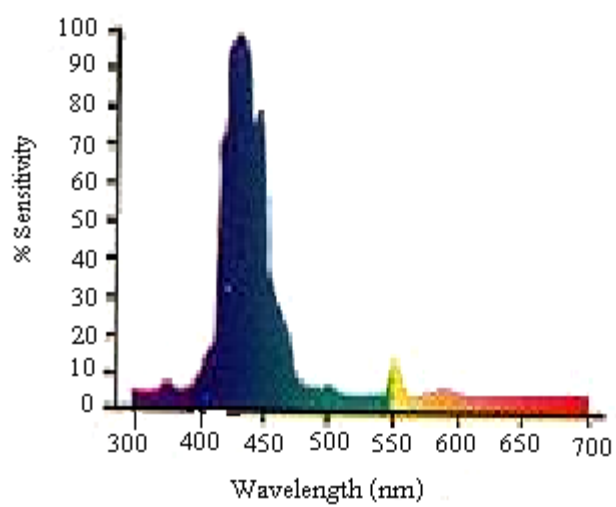
ภาพผนวกที่ ก5 กราฟการแผ่รังสีของหลอดไฟยูวี

ที่มา: Emperor Aquatics (2549)



ภาพผนวกที่ ก6 กราฟการแผ่รังสีของหลอดไฟซิลวาเนียแบล็คไลท์

ที่มา: Sylvania B.L.B. (2549)



ภาพผนวกที่ ก7 กราฟการแผ่รังสีของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ควาเรียม
ที่มา: Aquarium Lighting (2549)

ภาคผนวก ข
ข้อมูลดิบการทดลอง

ตารางผนวกที่ ข1 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสีย้อม

(มูลค่า: หน่วยเป็นล้านบาท)

(ปริมาณ หน่วยเป็น: ตัน)

	2540		2541		2542		2543		2544	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
สีดิสเพอร์ส	2,888.9	869.3	3,443.7	960.0	4,707.2	1,039.6	5,200.6	997.8	4,109.1	949.0
สีแอซิกและ มอร์แดนท์	1,335.7	404.4	1,306.6	412.0	1,487.1	435.2	1,748.6	491.2	2,692.5	644.0
สีเบสลิค	619.1	146.6	544.5	155.3	836.0	207.4	796.4	194.7	812.0	195.0
สีไคเรค	1,115.1	164.2	938.8	179.2	1,155.2	187.5	1,238.2	184.6	1,645.2	245.3
สีแวด	572.2	204.8	407.0	168.1	419.3	182.5	940.5	238.6	1,062.7	282.1
สีรีแอคทีฟ	2,595.3	839.8	2,403.9	860.1	3,336.3	897.7	3,548.3	1,000.4	3,439.0	995.2
สารเคมี อื่นๆ	5,667.4	1,469.5	3,967.8	1,247.8	5,632.6	1,621.2	6,501.5	1,759.5	7,233.0	1,943.5
รวม	14,793.7	4,098.6	13,012.3	3,982.5	17,573.7	4,571.1	19,974.1	4,866.8	20,993.5	5,254.1

ตารางผนวกที่ ข2 การย่อยสลายสีเหลืองและสีน้ำเงิน ที่ทดสอบกับแหล่งกำเนิดแสงต่างกันและใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ชนิดหลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง			
	สีเหลือง		สีน้ำเงิน	
	Before	After	Before	After
หลอดยูวี	0.553	0.319	0.319	0.226
ปริมาณTiO ₂ (g)	0.0414		0.0421	
หลอดฟลูออเรสเซนต์ อควาเรียม	0.616	0.506	0.316	0.276
ปริมาณTiO ₂ (g)	0.0411		0.0416	
หลอดโซเดียมแบบสีกัลไลต์	0.588	0.093	0.311	0.187
ปริมาณTiO ₂ (g)	0.0412		0.0426	
หลอดซิลวาเนียแบบสีกัลไลต์	0.604	0.313	0.313	0.202
ปริมาณTiO ₂ (g)	0.0411		0.0407	

ตารางผนวกที่ ข3 การทดสอบผลของการเติมอากาศต่อการย่อยสลายสีเหลือง และสีน้ำเงิน โดยทดสอบกับหลอดไฟ 3 ชนิด

ชนิดหลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง			
	สีเหลือง		สีน้ำเงิน	
	before	after	before	after
หลอดยูวี	0.624	0.499	0.322	0.264
หลอดโตชิบาแบล็คไลท์	0.623	0.466	0.318	0.256
หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	0.638	0.523	0.324	0.306

ตารางผนวกที่ ข4 การทดสอบผลการไม่ครอบไฟเร็กต่อการย่อยสลายสีเหลือง โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) และทดสอบกับหลอดไฟ 3 ชนิด ที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง

ชนิดหลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง		
	ก่อนเปิดไฟ	หลังเติมตัวเร่ง	ปิดไฟ
หลอดยูวี	0.608	0.512	0.020
TiO ₂ (g)	0.0241		
หลอดโตชิบาแบล็คไลท์	0.617	0.542	0.037
TiO ₂ (g)	0.0245		
หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	0.614	0.551	0.294
TiO ₂ (g)	0.0245		

ตารางผนวกที่ ข5 การทดสอบผลการไม่ครอบไฟเร็ก ต่อการย่อยสลายสีน้ำเงินโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) และทดสอบกับหลอดไฟ 3 ชนิด ที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง

ชนิดหลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง		
	ก่อนเปิดไฟ	หลังเติมตัวเร่ง	ปิดไฟ
หลอดยูวี	0.306	0.287	0.158
TiO ₂ (g)	0.024		
หลอดโตชิบาแบล็คไลท์	0.316	0.296	0.125
TiO ₂ (g)	0.0247		
หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	0.316	0.296	0.177
TiO ₂ (g)	0.0243		

ตารางผนวกที่ ข6 การทดสอบผลการครอบไฟเร็ก ต่อการย่อยสลายสีเหลืองโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) และทดสอบกับหลอดไฟ 3 ชนิด ที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง

ชนิด หลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง		
	ก่อนเปิดไฟ	หลังเติมตัวเร่ง	ปิดไฟ
หลอดยูวี	0.651	0.512	0.34
TiO ₂ (g)	0.0240		
หลอดโตชิบาแบล็คไลท์	0.668	0.551	0.056
TiO ₂ (g)	0.0241		
หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	0.647	0.556	0.227
TiO ₂ (g)	0.0245		

ตารางผนวกที่ ข7 การทดสอบผลการครอบไฟเร็กต่อการย่อยสลายสีน้ำเงิน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) และทดสอบกับหลอดไฟ 3 ชนิด ที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง

ชนิดหลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง		
	ก่อนเปิดไฟ	หลังเติมตัวเร่ง	ปิดไฟ
หลอดยูวี	0.332	0.299	0.260
TiO ₂ (g)	0.0249		
หลอดโตะชิบาแบล็คไลท์	0.336	0.311	0.142
TiO ₂ (g)	0.024		
หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	0.334	0.307	0.187
TiO ₂ (g)	0.0246		

ตารางผนวกที่ ข 8 การทดสอบผลการครอบไฟเร็กต่อการย่อยสลายที่มีต่อการย่อยสลายสีเหลืองที่มีการฟั่นอากาศและเติมตัวเร่งปฏิกิริยา เปรียบเทียบการฟั่นอากาศอย่างเดียวกและ ทดสอบกับหลอดไฟ 3 ชนิดที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง

ชนิดหลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง	
	ก่อนเปิดไฟ	หลังปิดไฟ
หลอดยูวี	0.610	0.378
หลอดโตะชิบาแบล็คไลท์	0.608	0.458
หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	0.611	0.440

ตารางผนวกที่ ข9 การทดสอบผลการไม่ครอบไฟเร็กต่อการย่อยสลายสีเหลือง ทดสอบโดยการพ่นอากาศอย่างเดียว และทดสอบกับหลอดไฟ 3 ชนิดที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง

ชนิดหลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง	
	ก่อนเปิดไฟ	หลังปิดไฟ
หลอดยูวี	0.617	0.420
หลอดโตชิบาแบล็คไลท์	0.614	0.457
หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	0.614	0.484

ตารางผนวกที่ ข10 การทดสอบผลการใช้ไฟเร็กต่อการย่อยสลายสีน้ำเงิน ทดสอบโดยใช้การพ่นอากาศอย่างเดียวและ ทดสอบกับหลอดไฟ 3 ชนิดที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง

ชนิดหลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง	
	ก่อนเปิดไฟ	หลังปิดไฟ
หลอดยูวี	0.306	0.235
หลอดโตชิบาแบล็คไลท์	0.314	0.249
หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	0.299	0.236

ตารางผนวกที่ ข11 การทดสอบผลการไม่ครอบไฟเร็กต่อการย่อยสลายสีน้ำเงิน ทดสอบโดยพ่นอากาศอย่างเดียวแต่ไม่เติมตัวเร่งปฏิกิริยาและ ทดสอบกับหลอดไฟ 3 ชนิดที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง

ชนิดหลอดไฟ	ค่าการดูดกลืนแสง	
	ก่อนเปิดไฟ	หลังปิดไฟ
หลอดยูวี	0.314	0.263
หลอดโตชิบาแบล็คไลท์	0.308	0.268
หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	0.307	0.268

ตารางผนวกที่ ข12 การทดสอบผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสีเหลืองโดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) ฟ่นอากาศ ไม่ครอบไฟเร็ก และใช้หลอดไฟโซดิลวาแบบลึคไลท์เป็นแหล่งกำเนิดแสง

เวลา (นาทึ)	ค่าการดูดกลืนแสง				
	15 mg/l	30 mg/l	50 mg/l	75 mg/l	100 mg/l
ก่อนเติมตัวเร่ง	0.299	0.608	0.968	1.480	1.957
0	0.257	0.549	0.853	1.330	1.842
30	0.130	0.329	0.775	1.201	1.732
60	0.063	0.224	0.524	1.047	1.621
90	0.032	0.145	0.404	0.877	1.445
120	0.013	0.100	0.327	0.754	1.298
150	0.007	0.069	0.254	0.612	1.173
180	0.001	0.048	0.197	0.513	1.081

ตารางผนวกที่ ข13 การทดสอบผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสีเหลือง โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) ฟ่นอากาศ เมื่อไม่ครอบไฟเร็ก และใช้หลอดไฟโซดิลวาแบบลึคไลท์เป็นแหล่งกำเนิดแสง

เวลา(นาทึ)	ค่าการดูดกลืนแสง				
	15 mg/l	30 mg/l	50 mg/l	75 mg/l	100 mg/l
ก่อนเติมตัวเร่ง	0.299	0.606	0.985	1.480	1.953
0	0.300	0.562	0.881	1.337	1.806
30	0.254	0.518	0.824	1.269	1.764
60	0.213	0.449	0.773	1.238	1.712
90	0.176	0.391	0.714	1.177	1.665
120	0.145	0.348	0.673	1.118	1.609
150	0.118	0.321	0.630	1.061	1.535
180	0.103	0.279	0.580	1.017	1.472

ตารางผนวกที่ ข14 การทดสอบของผลความเข้มข้นเริ่มต้นของสีน้ำเงินโดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ฟ่นอากาศ เมื่อไม่ครอบไฟเร็ก และใช้หลอดไฟโตชิบาเป็นแหล่งกำเนิดแสง

เวลา(นาทื)	ค่าการดูดกลืนแสง				
	15 mg/l	30 mg/l	50 mg/l	75 mg/l	100 mg/l
ก่อนเติมตัวเร่ง	0.299	0.608	0.968	1.480	1.957
0	0.257	0.549	0.853	1.330	1.842
30	0.130	0.329	0.775	1.201	1.732
60	0.063	0.224	0.524	1.047	1.621
90	0.032	0.145	0.404	0.877	1.445
120	0.013	0.100	0.327	0.754	1.298
150	0.007	0.069	0.254	0.612	1.173
180	0.001	0.048	0.197	0.513	1.081

ตารางผนวกที่ ข15 การทดสอบผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสีน้ำเงินโดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ฟ่นอากาศ เมื่อไม่ครอบไฟเร็ก และใช้หลอดซิลวาเนียเป็นแหล่งกำเนิดแสง

เวลา(นาทื)	ค่าการดูดกลืนแสง(ค่าการดูดกลืนแสง)				
	15 mg/l	30 mg/l	50 mg/l	75 mg/l	100 mg/l
ก่อนเติมตัวเร่ง	0.299	0.606	0.985	1.480	1.953
0	0.300	0.562	0.881	1.337	1.806
30	0.254	0.518	0.824	1.269	1.764
60	0.213	0.449	0.773	1.238	1.712
90	0.176	0.391	0.714	1.177	1.665
120	0.145	0.348	0.673	1.118	1.609
150	0.118	0.321	0.630	1.061	1.535
180	0.103	0.279	0.580	1.017	1.472

ตารางผนวกที่ ข16 การทดสอบผลของชนิดของหลอดไฟต่อการย่อยสลายสีเหลือง โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (พี 25) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ฟ่นอากาศ และไม่ครอบไฟเร็ก เมื่อใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นของสีเหลือง 30 มิลลิกรัมต่อลิตร พีเอช3

ชนิดหลอดไฟ		ค่าการดูดกลืนแสง	
เวลา(นาที)	หลอดโตชิบาแบล็คไลท์	หลอดซิลวาเนียแบล็คไลท์	
0	0.608	0.606	
30	0.525	0.548	
50	0.418	0.506	
70	0.301	0.476	
90	0.229	0.435	
110	0.187	0.398	
130	0.149	0.357	
150	0.095	0.310	
170	0.072	0.237	
190	0.069	0.216	
210	0.041	0.167	
TiO ₂ (g)	0.0244	0.0244	

ตารางผนวกที่ ข18 การดูดซับที่ความเข้มข้นสีย้อมต่างกัน โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Carrlo Erba) เป็นตัวดูดซับ ที่พีเอช 3

C_A (mg/l)	ค่าการดูดกลืนแสง		Vol (ml)	TiO_2 (g)
	Blank	TiO_2		
10	0.230	0.203	100	0.1016
30	0.637	0.593	100	0.1034
40	0.856	0.810	100	0.1008
50	1.095	1.047	100	0.1009
80	0.745	0.711	100	0.1002
300	0.599	0.592	100	0.1015
400	0.811	0.805	100	0.1044

ตารางผนวกที่ ข19 การดูดซับที่ความเข้มข้นสีย้อมต่างกัน โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Carrlo Erba) เป็นตัวดูดซับ ที่พีเอช 5

C_A (mg/l)	ค่าการดูดกลืนแสง		Vol (ml)	TiO_2 (g)
	Blank	TiO_2		
20	0.442	0.436	100	0.1025
30	0.650	0.641	100	0.1010
40	0.860	0.849	100	0.1010
50	1.077	1.062	100	0.1021
100	0.980	0.972	100	0.1004
200	0.801	0.794	100	0.1013
300	0.617	0.613	100	0.1011

ตารางผนวกที่ ข20 การดูดซับที่ความเข้มข้นสีย้อมต่างๆกัน โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Carrlo Erba) เป็นตัวดูดซับ ที่พีเอช 7

C_A (mg/l)	ค่าการดูดกลืนแสง		Vol (ml)	TiO_2 (g)
	Blank	TiO_2		
20	0.432	0.424	100	0.1012
30	0.628	0.617	100	0.1005
50	1.047	1.032	100	0.1017
200	0.775	0.770	100	0.1051
300	0.618	0.615	100	0.1006
400	0.821	0.817	100	0.1013

ตารางผนวกที่ ข21 การดูดซับที่ความเข้มข้นสีย้อมต่างๆกัน โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Carrlo Erba) เป็นตัวดูดซับ ที่พีเอช 10

C_A (mg/l)	Ab		Vol (ml)	TiO_2 (g)
	Blank	TiO_2		
10	0.208	0.204	100	0.1009
20	0.435	0.428	100	0.1006
40	0.837	0.826	100	0.1006
100	0.955	0.939	100	0.1012
400	0.804	0.796	100	0.1008

ตารางผนวกที่ ข22 ผลของพีเอชที่ใช้ในการย่อยสลายลีสซิบาร์คอนเรด

เวลา(นาทึ่)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	pH3	pH5	pH7	pH10
0	0.112	1.154	1.163	1.143
30	0.091	1.063	1.142	1.135
40	0.842	1.019	1.112	1.099
50	0.582	0.915	1.098	1.063
60	0.372	0.911	1.094	0.986
70	0.289	0.874	1.006	0.965
80	0.242	0.832	0.962	0.902
90	0.196	0.782	0.888	0.827
110	0.130	0.731	0.802	0.761
130	0.092	0.664	0.696	0.73
150	0.044	0.531	0.609	0.614
180	0.000	0.503	0.521	0.508
210	0.000	0.418	0.381	0.407
TiO ₂ (g)	4.0059	4.0098	4.016	4.001

ตารางผนวกที่ ข23 ผลของความเข้มข้นของลีสซิบาร์คอนเรด

เวลา(นาทึ่)	ค่าการดูดกลืนแสง						
	25 mg/l	50 mg/l	75 mg/l	100 mg/l	150 mg/l	200 mg/l	250 mg/l
0	0.586	0.112	0.361	0.474	0.711	0.941	0.972
30	0.538	0.091	0.341	0.461	0.64	0.89	0.927
40	0.306	0.849	0.248	0.377	0.611	0.779	0.889
50	0.161	0.582	0.945	0.297	0.526	0.72	0.758
60	0.101	0.372	0.729	0.228	0.447	0.624	0.695

ตารางผนวกที่ 23 (ต่อ)

เวลา(นาทีก)	ค่าการดูดกลืนแสง						
	25 mg/l	50 mg/l	75 mg/l	100 mg/l	150 mg/l	200 mg/l	250 mg/l
70	0.069	0.289	0.585	0.97	0.385	0.578	0.641
80	0.044	0.242	0.493	0.822	0.324	0.542	0.564
90	0.026	0.196	0.431	0.7	0.289	0.461	0.542
110	0.007	0.13	0.353	0.564	0.234	0.39	0.442
130	0.003	0.092	0.285	0.473	0.991	0.344	0.388
150	0	0.044	0.237	0.409	0.869	0.291	0.358
180	0	0	0.154	0.331	0.744	0.255	0.316
210	0	0	0.089	0.259	0.703	0.222	0.277
240	0	0	0.045	0.183	0.582	0.213	0.254
270	0	0	0.02	0.143	0.531	0.185	0.232
300	0	0	0.009	0.094	0.436	0.178	0.218
330	0	0	0	0.051	0.355	0.152	0.214
360	0	0	0	0.038	0.28	0.745	0.204
390	0	0	0	0.026	0.229	0.725	0.177
420					0.188	0.615	0.172
450					0.16	0.541	0.168
480							
510							
TiO ₂ (g)	4.0046	4.0059	4.0075	4.0035	4.0064	4.0004	4.0057

ตารางผนวกที่ ข24 ผลของปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์แตกต่างกัน

เวลา(นาทึ)	ค่าการดูดกลืนแสง					
	0 g/l	0.5 g/l	1.0 g/l	1.5g/l	2.0 g/l	5 g/l
0	1.059	1.11	0.112	1.114	1.099	1.043
30	1.05	1.048	0.091	1.08	1.055	1.024
40	1.027	0.897	0.842	0.812	0.803	0.968
50	0.999	0.773	0.582	0.594	0.73	0.851
60	0.976	0.659	0.372	0.489	0.442	0.706
70	0.955	0.569	0.289	0.374	0.354	0.565
80	0.934	0.516	0.242	0.311	0.293	0.419
90	0.919	0.454	0.196	0.271	0.236	0.288
110	0.873	0.372	0.13	0.215	0.184	0.162
130	0.851	0.336	0.092	0.174	0.144	0.009
150	0.811	0.282	0.044	0.138	0.137	0.05
180	0.725	0.228	0	0.097	0.071	0.004
210	0.606	0.198	0	0.062	0.048	0
240	0.668	0.169		0.054	0.029	
270	0.602	0.138		0.028	0.017	
300	0.615	0.115			0.006	
330	0.6	0.086			0.003	
360		0.066				
390		0.053				
420		0.04				
450		0.02				
TiO ₂ (g)	0	2.0026	4.0047	6.001	8.0058	20.0016

ตารางผนวกที่ ข25 การทดสอบการย่อยสลายสีโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาต่างชนิดกัน

เวลา(นาทึ)	ค่าการดูดกลืนแสง	
	พี 25	Carlo Erba
0	1.077	0.112
30	0.815	0.091
40	0.559	0.842
50	0.364	0.582
60	0.248	0.372
70	0.189	0.289
80	0.132	0.242
90	0.092	0.196
110	0.045	0.13
130	0.018	0.092
150	0.013	0.044
180	0	0
210	0	0
TiO ₂ (g)	4.0002	4.0047

ตารางผนวกที่ ข26 ผลของอุณหภูมิต่อการย่อยสลายสีย้อมซันบาร์คอนเรด

เวลา(นาทึ่)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	35 °ซ	40 °ซ	45 °ซ	50 °ซ
0	1.072	1.060	1.081	1.060
30	1.007	1.030	1.047	1.004
40	0.946	0.973	0.973	0.913
50	0.876	0.906	0.896	0.793
60	0.806	0.834	0.779	0.684
70	0.749	0.748	0.697	0.591
80	0.629	0.666	0.632	0.506
90	0.642	0.587	0.552	0.431
110	0.544	0.475	0.441	0.316
130	0.446	0.363	0.356	0.225
150	0.333	0.284	0.276	0.151
180	0.190	0.177	0.193	0.061
210	0.095	0.094	0.107	0.002
TiO ₂ (g)	4.0008	4.0007	4.0003	4.0003

ตารางผนวกที่ ข27 ผลของความเข้มข้นที่ทดสอบการย่อยสลายสีซีบาร์คอนเรตแบบต่อเนื่อง ที่ อัตราการไหล 36 มิลลิลิตรต่อนาที พีเอช 3

เวลา(นาที่)	ค่าการดูดกลืนแสง					
	25 mg/l	50 mg/l	75 mg/l	100 mg/l	150 mg/l	250 mg/l
0	0.515	1.033	0.87	1.034	0.665	1.117
30	0.483	1.033	0.871	1.009	0.659	1.087
40	0.07	0.414	0.44	0.691	0.621	0.794
50	0.051	0.334	0.382	0.604	0.549	0.846
60	0.053	0.305	0.357	0.589	0.539	0.82
70	0.043	0.255	0.363	0.583	0.548	0.816
80	0.047	0.224	0.357	0.557	0.539	0.825
90	0.042	0.206	0.362	0.559	0.549	0.806
100	0.04	0.196	0.362	0.569	0.539	0.805
110	0.044	0.194	0.356	0.559	0.547	0.802
120	0.044		0.363	0.599	0.536	0.809
130	0.044		0.36	0.565	0.52	0.79
140	0.047		0.341	0.583	0.541	0.796
150	0.049		0.341	0.613	0.526	0.784
160	0.045		0.369	0.573	0.538	0.805
170	0.044		0.359	0.551	0.539	0.784
180	0.041		0.392	0.544	0.536	0.784
TiO ₂ (g)	6.0009	4.0015	6.0006	6.0014	6.0003	6.0002

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณความเข้มข้นสารละลาย

การเตรียมสีเหลืองความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร 500 มิลลิลิตร จากสารละลายสีความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร 1000 มิลลิลิตร คำนวณดังนี้

$$M_1V_1 = M_2V_2 \quad (41)$$

แทนค่า $M_1 = 1000$ มิลลิกรัมต่อลิตร

$$V_2 = 500 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$M_2 = 30 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ต้องการหา $V_1 = ?$

$$V_1 = \frac{(30 \times 500)}{1000} = 15 \text{ มิลลิลิตร}$$

ต้องตวงสีเหลืองความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร 15 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำอีก 485 มิลลิลิตร

2. การคำนวณผลต่างความเข้มข้น

ผลต่างความเข้มข้น = ความเข้มข้นก่อน - ความเข้มข้นหลัง

เช่น สีเหลืองความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ทดสอบกับหลอดยูวี และฟ่นอากาศและเดิมตัวเร่ง จะได้ความเข้มข้นก่อนเปิดไฟ = 27.92 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ความเข้มข้นหลังให้แสง = 11.26 มิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{ผลต่างความเข้มข้น} = 27.92 - 11.26 = 16.66 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

3. การคำนวณปริมาณการดูดซับ

การคำนวณปริมาณการดูดซับคำนวณจากความเข้มข้นสีก่อนดูดซับ และ ความเข้มข้นสีหลังจากดูดซับ โดยใช้สมการที่ (42)

$$q_e = \frac{(C_0 - C)}{W_{cat}} \times V_{sol} \quad (42)$$

โดยที่

q_e คือ ปริมาณของสีย้อมที่ถูกดูดซับต่อน้ำหนักตัวดูดซับที่จุดสมดุล (มิลลิกรัมของสีต่อกรัมตัวเร่งปฏิกิริยา)

C_0 คือ ความเข้มข้นก่อนดูดซับสี (มิลลิกรัมต่อลิตร)

C คือ ความเข้มข้นหลังดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

W_{cat} คือ น้ำหนักของสารที่ใช้ดูดซับ (กรัม)

V คือ ปริมาตรของสารละลาย (ลิตร)

เช่น สีเหลือง มีความเข้มข้นก่อนเติมตัวเร่ง 14.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นหลังจากเติมตัวเร่ง 12.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตรสารละลายที่ใช้ 500 มิลลิลิตร น้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา 0.0405 กรัม

แทนค่า $C_0 = 14.24$ มิลลิกรัมต่อลิตร

$C_1 = 12.24$ มิลลิกรัมต่อลิตร

$V_{sol} = 0.5$ ลิตร

$W_{cat} = 0.0405$ กรัม

$$q_e = \frac{(14.24 - 12.24)}{0.0405} \times 0.5$$

$q = 24.69$ มิลลิกรัมสี ต่อกรัมของตัวเร่งปฏิกิริยา

4. การคำนวณหาค่าคงที่ของปฏิกิริยา และ คอนเวอร์ชัน

ที่ความเข้มข้นสีบิอาร์คอนเรด 25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเข้มข้นขาเข้า 23.91 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นขาออก 2.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อัตราการไหล 36 มิลลิลิตรต่อนาที ปริมาตรของเครื่องปฏิกรณ์มีค่าเท่ากับ 1.048 ลิตร

$$\text{จาก} \quad k\tau = \ln \frac{C_{A0}}{C_A} \quad (43)$$

$$\text{แทนค่า (44) ใน (43)} \quad \tau = \frac{V}{v_0} \quad (44)$$

$$V = 1.048 \text{ ลิตร}$$

$$V_0 = 0.036 \text{ ลิตรต่อนาที}$$

$$C_{A0} = 23.91 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

$$C_A = 2.03 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

$$k = \frac{0.036 \times \ln(23.91/2.03)}{1.048}$$

$$k = 0.0847 \text{ นาที}^{-1} \quad (45)$$

$$X_A = 1 - \exp(-k\tau) \quad (46)$$

$$\text{แทนค่า } k = 0.0847 \text{ นาที}^{-1}$$

$$\tau = 1.048/0.036$$

$$X_A = 1 - \exp\left(-\frac{0.0847 \times 1.048}{0.036}\right)$$

$$X_A = 0.92$$

5. การคำนวณหาค่าคงที่ของแลงเมียร์และฟรุนคิส

คำนวณความเข้มข้นเริ่มต้น(C_0) โดยใช้ค่าการดูดซับเริ่มต้นหารด้วยความเข้มข้น คำนวณความเข้มข้นที่สมดุล(C_e) เช่นเดียวกับการคำนวณความเข้มข้นเริ่มต้นจากนั้นคำนวณปริมาณการดูดซับที่สมดุล โดยใช้สมการที่ 4 โดยใช้ค่าความเข้มข้นเริ่มต้น(C_0) ความเข้มข้นที่สมดุล(C_e) ปริมาตรสารละลาย และน้ำหนักของไทเทเนียมไดออกไซด์ จะได้ค่าดังตารางผนวกที่ ค1

ตารางผนวกที่ ค1 การคำนวณค่าคงที่ใช้กับโมเดลของแลงเมียร์และโมเดลของฟรุนดลิช

ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ก่อนดูดซับ		หลังดูดซับ		Vol (ml)	TiO ₂ (g)	q _e
	Ab	C ₀	Ab	C _e			
0	0.000		0.000		0	0	
10	0.230	11.386	0.203	10.050	100	0.1016	1.32
30	0.637	31.535	0.593	29.356	100	0.1034	2.11
40	0.856	42.376	0.810	40.099	100	0.1008	2.26
50	1.095	54.208	1.047	51.832	100	0.1009	2.36
80	0.745	73.762	0.711	70.396	100	0.1002	3.36
300	0.599	296.535	0.592	293.069	100	0.1015	3.41
400	0.811	401.485	0.805	398.515	100	0.1044	3.75

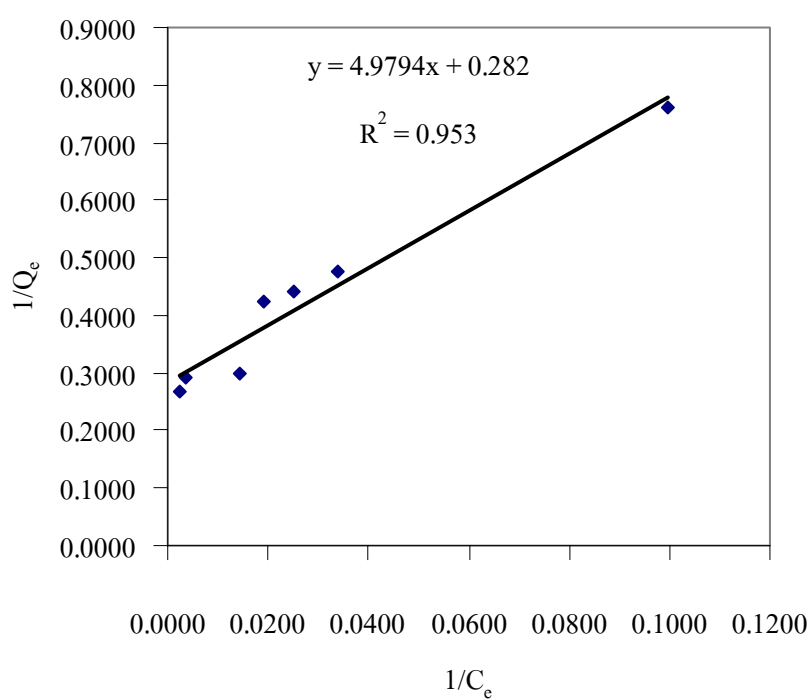
5.1 การคำนวณค่าคงที่แลงเมียร์ ที่พีเอช 3

นำค่า q_e และ C_e จากตารางผนวกที่ ค1 ไปหาค่าคงที่ของแลงเมียร์ โดยใช้สมการที่ (5) โดยทำการคำนวณหาค่า (1/C_e) และ (1/q_e) ได้ค่าดังตารางผนวกที่ ค2 นำค่าที่ได้จากตารางไปพล็อตระหว่าง (1/C_e) และ (1/q_e) ดังภาพที่ 36

จากการการคำนวณสมการที่ (5) ทำการพล็อตกราฟดังภาพผนวกที่ ค1 พบว่าได้ จุดตัดแกน $\frac{1}{Q}$ มีค่าเท่ากับ 0.282 และความชัน $\frac{1}{K_a Q}$ มีค่าเท่ากับ 4.9794 จะได้ค่า K_a เท่ากับ 0.0566 และ Q เท่ากับ 3.546

ตารางผนวกที่ ค2 การคำนวณหาค่าคงที่ของแลงเมียร์

C_e	$1/C_e$	q_e	$1/q_e$
0		0	
10.0495	0.099507	1.315584	0.760119
29.35644	0.034064	2.106594	0.4747
40.09901	0.024938	2.259154	0.442643
51.83168	0.019293	2.355042	0.424621
70.39604	0.014205	3.359617	0.297653
293.0693	0.003412	3.414135	0.2929
398.5149	0.002509	3.75	0.266667



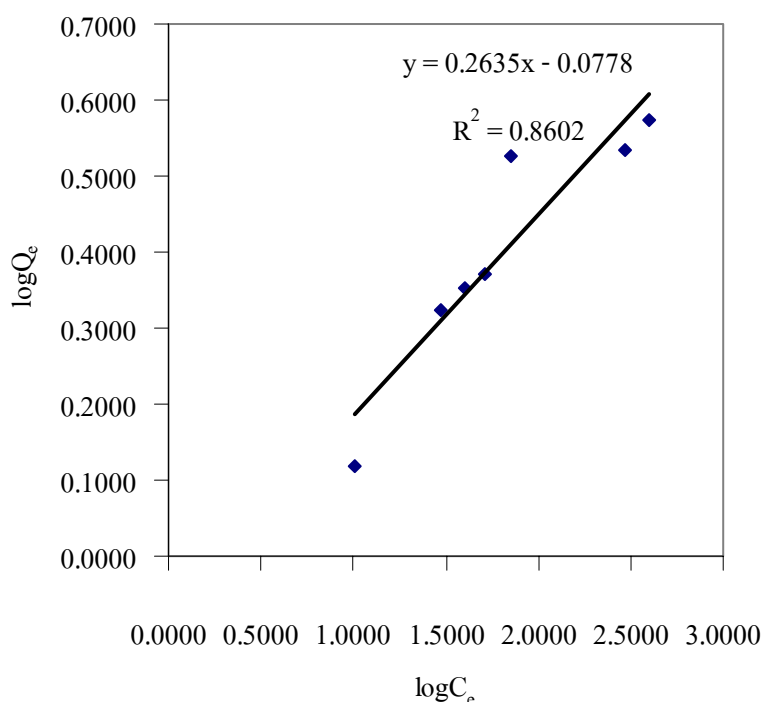
ภาพผนวกที่ ค1 การคำนวณหาค่าคงที่ของแลงเมียร์ (K_d)

5.2 การคำนวณหาค่าคงที่ของฟรอนดิส ที่พีเอช 3

นำค่า q_e และ C_e ที่ได้จากตารางผนวกที่ ค1 มาคำนวณต่อเพื่อหาค่าคงที่ของฟรอนดิสโดยใช้สมการที่ (7) ต้องนำค่าพล็อตระหว่าง $\log C_e$ กับ $\log q_e$ ค่าที่ได้แสดงดังตารางผนวกที่ ค3 นำค่า $\log C_e$ กับ $\log q_e$ ไปพล็อตกราฟดังภาพผนวกที่ ค2 จะได้มีค่าจุดตัดแกนคือ $\log K_F$ และความชันคือ $1/n$ จะได้ K_F เท่ากับ 0.836 และได้ค่า n มีค่าเท่ากับ 3.79

ตารางผนวกที่ ค3 การคำนวณหาค่าคงที่ของฟรอนดิส

q_e	$\log q_e$	$\log C_e$	C_e
0.00	0.00	0.00	0.00
1.32	0.12	1.00	10.05
2.11	0.32	1.47	29.36
2.26	0.35	1.60	40.10
2.36	0.37	1.71	51.83
3.36	0.53	1.85	70.40
3.41	0.53	2.47	293.07
3.75	0.57	2.60	398.51



ภาพผนวกที่ ค2 การคำนวณค่าคงที่ของฟรอนดิส (K_F)

6. การคำนวณค่าคงที่ของปฏิกิริยา และค่าคงที่ของการดูดซับจากสมการแลงเมียร์

6.1 การย่อยสลายแบบไม่ต่อเนื่องที่ความเข้มข้นสีต่างกัน

หาค่าคงที่ปรากฏของปฏิกิริยาอันดับหนึ่งจากสมการที่ (23) โดยพล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นสี ณ เวลาต่างๆ (C) กับ เวลาการทำปฏิกิริยา (t) นำค่าคงที่ปรากฏของปฏิกิริยาอันดับหนึ่งได้ค่าดังตารางผนวกที่ ค4 จากนั้นมาคำนวณหาอัตราการย่อยสลายสี (r) ซึ่ง อัตราการย่อยสลายมีค่าเท่ากับ ค่าคงที่ปรากฏของปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (k_{app}) คูณกับความเข้มข้นสีเริ่มต้น (C_0) จากนั้นคำนวณโดยใช้สมการแลงเมียร์ (สมการที่ 24) เพื่อหาค่าคงที่การดูดซับ (K) และ ค่าคงที่ของปฏิกิริยา (k) ทำการพล็อตกราฟระหว่าง $1/r$ กับ $1/C_0$ ดังภาพที่ 19

จากภาพที่ 19 จุดตัดแกน ($1/k$) มีค่าเท่ากับ 0.38 และความชัน ($1/Kk$) เท่ากับ 24.00 เมื่อคำนวณจะได้ค่าคงที่ของปฏิกิริยาและค่าคงที่ของการดูดซับ 2.631 นาที⁻¹ และ 0.0158 ลิตรต่อมิลลิกรัมตามลำดับ

ตารางผนวกที่ ค4 การคำนวณค่าคงที่การดูดซับและค่าคงที่ของปฏิกิริยาจากสมการแลงเมียร์ที่ทดสอบการย่อยสลายแบบไม่ต่อเนื่อง

ความเข้มข้น					
(mg/l)	$k_{app}(\text{min}^{-1})$	C_0	$1/C_0$	r	1/r
25.15	0.0493	23.0901		1.1383	
48.07	0.0246	39.0558	0.0256	0.9608	1.0408
77.47	0.0228	73.1760	0.0137	1.6684	0.5994
101.72	0.0167	98.9270	0.0101	1.6521	0.6053
152.58	0.0118	137.3391	0.0073	1.6206	0.6171
201.93	0.0098	190.9871	0.0052	1.8717	0.5343
250.30	0.0087	238.7124	0.0042	2.0768	0.4815

6.2 การย่อยสลายแบบต่อเนื่อง ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ในการคำนวณจะใช้ความเข้มข้นของสีย้อมที่ทางเข้าของเครื่องปฏิกรณ์ (C_F) กับความเข้มข้นของสีย้อมที่ทางออกของเครื่องปฏิกรณ์ที่เวลา 40 นาที (C_S) จากนั้นนำไปคำนวณโดยใช้สมการที่ (36) ได้ค่าดังตารางผนวกที่ ค5 นำค่าที่ได้ไปพล็อตระหว่าง $\ln\left(\frac{C_F - C_S}{C_F - C_S}\right)$ กับ $\frac{1}{C_F - C_S}$ แสดงดังภาพที่ 28

จากภาพที่ 28 จุดตัดแกนมี (-K) ค่าเท่ากับ -0.0204 และความชันกราฟ (kKT)มีค่าเท่ากับ 2.7299 เมื่อนำไปหาค่าคงที่ของปฏิกิริยา (k) และค่าคงที่ของการดูดซับ (K) มีค่าเท่ากับ 3.3454 นาที⁻¹ และ 0.0204 ลิตรต่อมิลลิกรัม ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ ๕ การคำนวณหาค่าคงที่ของปฏิกิริยาและค่าคงที่ของการดูดซับจากสมการที่ (36)

C_A (mg/l)	C_F	C_S	C_F/C_S	C_F-C_S	$\ln(C_F/C_S)$	$\ln(C_F/C_S)/(C_F-C_S)$	$1/(C_F-C_S)$
25	23.91	2.13	11.23	21.78	2.42	0.1110	0.0459
50	51.14	12.62	4.05	38.51	1.40	0.0363	0.0260
75	86.24	17.97	4.80	68.27	1.57	0.0230	0.0146
100	99.90	28.86	3.46	71.04	1.24	0.0175	0.0141
150	163.12	54.26	3.01	108.86	1.10	0.0101	0.0092
250	269.06	201.98	1.33	67.08	0.29	0.0043	0.0149