ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก 1 ค่าการดูดกลืนแสงของ $FeSCN^{2+}$ เมื่อใช้สารตั้งต้นที่ความเข้มข้น 0.0010-0.0040 M

ปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (มิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	0.0010 M	0.0020 M	0.0030 M	0.0040 M
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.180	0.512	0.980	1.497
1.00	0.244	0.783	1.462	2.200
1.50	0.265	0.865	1.622	2.441
2.00	0.268	0.872	1.629	2.490
2.50	0.262	0.870	1.615	2.500

ตารางที่ ก 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มสี RGB ใน Sumsung A5

ชนิดความเข้มสี	Fe^{3+} 0.0020 M + SCN^- 0.0020 M					
	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย
R	0.00	171	169	170	113.3	170.0
	0.50	173	169	172	114.2	171.3
	1.00	171	170	170	114.0	170.3
	1.50	170	169	171	113.5	170.0
	2.00	161	161	164	108.0	162.0
	2.50	160	158	163	106.8	160.3
G	0.00	182	181	181	121.0	181.3
	0.50	142	139	141	93.8	140.7
	1.00	124	121	122	82.0	122.3
	1.50	118	116	116	78.5	116.7
	2.00	109	108	111	73.0	109.3
	2.50	108	106	110	72.2	108.0
B	0.00	192	192	191	128.0	191.7
	0.50	88	85	85	57.8	86.0
	1.00	57	55	56	37.7	56.0
	1.50	47	46	46	31.5	46.3
	2.00	44	43	46	29.7	44.3
	2.50	40	41	43	27.8	41.3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามภัทรราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ ก 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มสี B ใน Sumsung A5 ระยะต่าง ๆ

ระยะห่าง	Fe^{3+} 0.0020 M + SCN^- 0.0020 M				
	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
10 เซนติเมตร	0.00	173	173	172	115.3
	0.20	53	54	53	35.7
	0.50	33	33	34	22.2
	1.00	27	28	28	18.7
	1.50	28	29	29	19.5
	2.00	28	28	29	19.3
20 เซนติเมตร	0.00	180	180	181	120.0
	0.20	57	58	58	38.4
	0.50	38	39	38	25.8
	1.00	33	34	33	22.7
	1.50	34	34	33	23.2
	2.00	33	34	34	23.0
30 เซนติเมตร	0.00	181	182	182	121.0
	0.20	70	70	70	46.7
	0.50	47	47	46	31.5
	1.00	41	41	42	27.7
	1.50	41	41	42	27.8
	2.00	43	43	44	29.3
40 เซนติเมตร	0.00	192	193	192	128.3
	0.20	79	78	78	52.4
	0.50	55	54	54	36.5
	1.00	48	47	48	32.0
	1.50	48	49	49	32.8
	2.00	50	51	51	34.3
50 เซนติเมตร	0.00	171	170	171	113.7
	0.20	59	58	58	39.1
	0.50	35	34	34	23.2
	1.00	29	29	28	19.7
	1.50	30	31	30	20.8
	2.00	34	34	35	23.3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ข ใบกิจกรรมการทดสอบประสิทธิภาพชุดทดลองครั้งที่ 1

การทดลองเรื่อง การศึกษาปริมาณสารสัมพันธ์โดยใช้สมาร์ทโฟน

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของสารกำหนดปริมาณโดยใช้ชุดการทดลอง

สารเคมี :

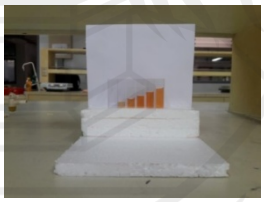
1. เหล็ก (III) ไนเตรต(Iron (III) nitrate, $Fe(NO_3)_3$)
2. โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (Potassium thiocyanate, KSCN)

วัสดุ อุปกรณ์ :

1. โทรศัพท์มือถือ
2. บีกเกอร์(Beaker)
3. คิวเวทท์พลาสติก (Cuvette)
4. ปิเปต (Graduated Pipette)
5. หลอดฉีดยา

วิธีการทดลอง

1. ใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายเหล็กมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.002 M ลงในคิวเวทท์ ปริมาตร 1 ml จำนวน 5 คิวเวทท์
2. ใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตที่มีความเข้มข้น 0.002 M ปริมาตร 0, 0.2, 0.5, 1, 1.5 ml ลงในคิวเวทท์ข้อ 1 ตามลำดับ
3. นำสารละลายที่เตรียมได้ไปวางบนแท่นสำหรับวางคิวเวทท์ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 วางคิวเวทท์บนแท่นคิวเวทท์

4. ถ่ายรูปสารละลายที่วางในชุดการทดลองข้อที่8 โดยถ่ายที่ความห่างระยะช่วง 30-40 cm
5. ดาวน์โหลดโปรแกรมวัดค่าสี R G B ลงในเครื่องสมาร์ทโฟน
   5.1 สำหรับระบบปฏิบัติการAndroid สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Color Grab
   5.2 สำหรับระบบปฏิบัติการ iOS สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Color Picker
6. นำรูปที่ถ่ายไปวิเคราะห์ค่าสี (B) ด้วยโปรแกรมที่ดาวน์โหลดบันทึกค่าความเข้มสี Blue (B)
7. สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีน้ำเงินและปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต
8. บันทึกปริมาตรของไทโอไซยาเนตที่เริ่มคงที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

รายงานผลการทดลอง

ชื่อ – นามสกุล .....รหัสนักศึกษา.....เอก.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สมาร์ทโฟนที่ใช้.....โปรแกรมวัดค่าความเข้มสีที่ใช้.....

ตารางที่บันทึกข้อมูล

คิวเวทที่	ปริมาตรของ $Fe(NO_3)_3$ 0.002 M (ml)	ปริมาตรของ KSCN 0.002 M (ml)	ค่าความเข้มสี Blue (B)		
			1	2	3
1	1.0	0.0			
2	1.0	0.2			
3	1.0	0.5			
4	1.0	1.0			
5	1.0	1.5			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

.....

.....

ภาคผนวก ค ใบกิจกรรมการทดสอบประสิทธิภาพชุดทดลองครั้งที่ 2

ใบความรู้ เรื่องการศึกษาสารกำหนดปริมาณโดยใช้สมาร์ทโฟน

หลักการและเหตุผล

ความสัมพันธ์เชิงมวลระหว่างสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีเป็นสิ่งที่บอกถึงปริมาณสัมพันธ์(stoichiometry)ของปฏิกิริยานั้นเพื่อให้มีความเข้าใจปฏิกิริยาในเชิงปริมาณ เราจำเป็นจะต้องนำความรู้เกี่ยวกับแนวคิดเรื่องโมลและมวลต่อโมลมาประยุกต์ใช้ ในการคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสัมพันธ์ ปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งคือ “ถ้าทราบปริมาณของสารตั้งต้น จะหาได้อย่าไรว่าเกิดสารผลิตภัณฑ์ขึ้นเท่าใด” ในทางปฏิบัติ หน่วยที่ใช้บอกปริมาณของสารตั้งต้น (หรือสารผลิตภัณฑ์) ได้แก่ หน่วยโมล และกรัม ไม่ว่าจะใช้หน่วยใด วิธีที่ใช้หาปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาจะเรียกว่า วิธีโมล(mole method) เสมอ วิธีนี้อาศัยหลักการว่าสัมประสิทธิ์ปริมาณสัมพันธ์ในสมการเคมีคือจำนวนโมลของสารแต่ละชนิดนั่นเอง ตัวอย่างเช่น ในปฏิกิริยาการเผาไหม้ของคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศ เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการ

$$2CO\,(g) + O_2\,(g) \longrightarrow 2CO_2\,(g)$$

ซึ่งหมายความว่า “แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ 2โมลรวมตัวกับแก๊สออกซิเจน 1โมล ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 2 โมล”

ในปฏิกิริยาเคมีกรณีที่มีสารตั้งต้นเข้าทำปฏิกิริยากันไม่พอดี ทำให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะสิ้นสุดเมื่อสารใดสารหนึ่งหมด สารที่หมดก่อนจะเป็นตัวกำหนดปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นสารตัวนั้นเรียกว่า สารกำหนดปริมาณ (Limiting reagent) สำหรับการทดลองนี้เป็นการศึกษาเรื่องสารกำหนดปริมาณโดยใช้สมาร์ทโฟน ซึ่งใช้หลักการเกิดสีของสารละลายระหว่างเหลก (III) (Fe^{3+})และไทโอไซยาเนต(SCN^-) โดยสารละลายเหลก (III) จะใส่ไม่มีสี เมื่อทำปฏิกิริยากับไทโอไซยาเนตซึ่งเป็นสารละลายใสไม่มีสี เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นสารละลายสีแดงของเหลก (II) ไทโอไซยาเนต $[FeSCN]^{2+}$ดังสมการ

$$Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \longrightarrow [FeSCN]^{2+}(aq)$$

ใสไม่มีสี ใสไม่มีสี สีแดง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

โดยการทดลองนี้จะใช้สมาร์ทโฟนในการวิเคราะห์ค่าความเข้มสีเพื่อศึกษาเรื่องสารกำหนดปริมาณในปฏิกิริยาข้างต้นว่าเพื่อจะทราบว่าสารตั้งต้นตัวใดเป็นกำหนดปริมาณโดยการทดลองเพื่อให้นักเรียน นักศึกษาเห็นภาพจริงแทนการคำนวณเพื่อหาสารกำหนดปริมาณ

วิธีการทดลอง

สารละลาย : 1. เหล็ก (III) ไนเตรต (Iron (III) nitrate, $Fe(NO_3)_3$)0.002 M
2. โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (Potassium thiocyanate, KSCN) 0.002 M

วัสดุ อุปกรณ์ :

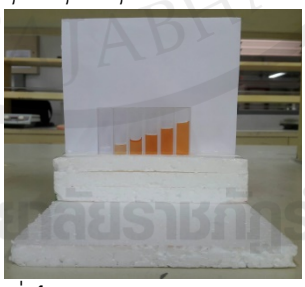
1. โทรศัพท์มือถือ
2. บีกเกอร์ (Beaker)
3. คิวเวทท์พลาสติก(Cuvette)
4. หลอดฉีดยา

วิธีการทดลอง :

1. ใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายเหล็กมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.002 M ลงในคิวเวทท์โดยวิธีการดูดคือใช้ปลายของหลอดฉีดยาจุ่มลงสารละลายในบีกเกอร์แล้วดูดขึ้นดูดลง 2-3 รอบ เพื่อไม่ให้มีฟองอากาศในหลอดฉีดยาหลังจากนั้นดูดสารละลายขึ้นมาแล้วปรับปริมาตรให้ได้ดังตารางเมื่อดูดสารชนิดแรกเสร็จแล้วให้ใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตที่ความเข้มข้น 0.002 โมลาร์ โดยใช้หลอดฉีดยาอันใหม่ดูดสารตามปริมาตร ดังตาราง

คิวเวทท์ที่	ปริมาตรของ $Fe(NO_3)_3$ 0.002 โมลาร์ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรของ KSCN 0.002 โมลาร์ (มิลลิลิตร)
1	1.0	0.0
2	1.0	0.2
3	1.0	0.5
4	1.0	1.0
5	1.0	1.5

2. นำสารละลายที่เตรียมได้ไปวางบนแท่นสำหรับวางคิวเวทท์(รูปที่ 1)โดยเรียงจากปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตจาก 0, 0.2, 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ



รูปที่ 1 คิวเวทบนแท่นวางคิวเวท

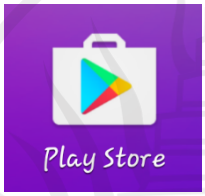
3. ถ่ายรูปสารละลายที่วางในชุดการทดลองข้อที่ 2 โดยถ่ายที่ระยะห่าง 30-40 เซนติเมตร จากสารละลายตามจุดที่กำหนดไว้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

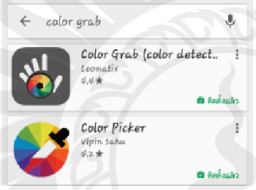
4. การวิเคราะห์ค่าR G B โดยใช้เครื่องสมาร์ทโฟน

4.1 สำหรับระบบปฏิบัติการAndroid สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม color grabดังนี้

4.1.1 เข้าไปที่ Play Store



4.1.2 ค้นหาชื่อโปรแกรม color grab



โดยกรณี โปรแกรม color grabเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะเป็นภาพดังนี้

จากนั้นกดที่สัญลักษณ์ถังสีด้านล่างขวา

4.2 สำหรับระบบปฏิบัติการiOSสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมcolor picker

4.2.1 เข้าไปที่ App store

4.2.2 ค้นหาชื่อโปรแกรม color picker

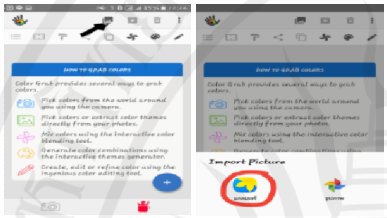
โดยกรณี โปรแกรม color picker ในระบบiOSเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะเป็นภาพดังนี้

จากนั้นกดที่ไฟล์ภาพตรงกลางดังรูป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

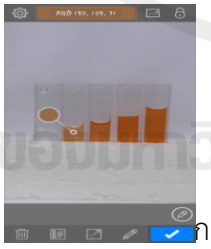
4.1 สำหรับระบบปฏิบัติการ Android(ต่อ)

จะปรากฏหน้านี่ดังนี้ขึ้นมา กดที่รูปไฟล์งานด้านบนขวาตามรูปแล้วกดแกลเลอรี่เพื่อเลือกรูปภาพที่ถ่ายได้นำไปวิเคราะห์



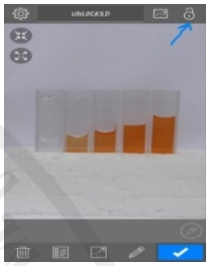
เมื่อเลือกรูปที่จะนำมาวิเคราะห์เรียบร้อยแล้วให้ไปตั้งค่าที่รูปเกียร์มุมบนซ้าย เลือกตั้งค่าเพื่อวิเคราะห์ RGB ดังรูป

กดรูปกุญแจข้างบนขวาเพื่อล็อครูปให้อ่านค่าความเข้มสี ดังรูปโดยค่าความเข้มสีที่ขึ้นมาจะอยู่ด้านบนตำแหน่งแรกค่า Red ตำแหน่งที่สองค่า Green ตำแหน่งที่สามค่า Blue เลือกบันทึกค่าตำแหน่งที่สามที่เป็นค่าความเข้มสี Blue



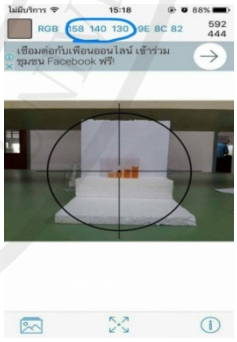
กดวิเคราะห์ค่าความเข้มสีแต่คิวเวทท์ คิวเวทท์ละ 3 ครั้ง โดยเป็นบริเวณใกล้เคียงกันทั้ง 3 ครั้ง

4.2 สำหรับระบบปฏิบัติการiOS (ต่อ)



เลือกรูปที่จะนำมาวิเคราะห์ขึ้นมา จะได้ดังนี้

ค่าความเข้มสีที่วิเคราะห์ได้จากแถบด้านบนตำแหน่งแรกค่า Red ตำแหน่งที่สองค่า Green ตำแหน่งที่สามค่า Blue เลือกบันทึกค่าตำแหน่งที่สามที่เป็นค่าความเข้มสี Blue



กดวิเคราะห์ค่าความเข้มสีแต่คิวเวทท์ คิวเวทท์ละ 3 ครั้ง โดยเป็นบริเวณใกล้เคียงกันทั้ง 3 ครั้ง

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

5. บันทึกค่าความเข้มสี Blue (B) ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง
6. สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีน้ำเงินในแกนXและปริมาตรของ KSCNในแกนY
7. พิจารณากราฟความสัมพันธ์และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการทดลองท้ายการทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบบันทึกผลการทดลอง

ชื่อ – นามสกุล .....รหัสนักศึกษา.....เอก.....

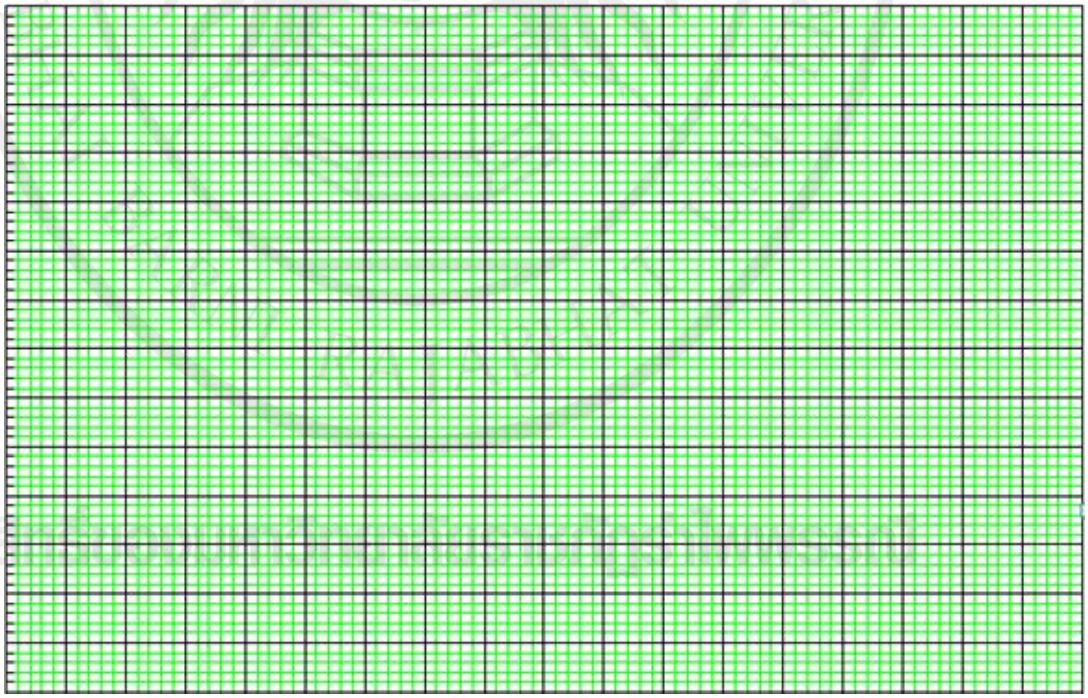
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สมาร์ทโฟนที่ใช้ยี่ห้อ.....รุ่น .....โปรแกรมวัดค่าความเข้มสีที่ใช้ .....

ตารางที่บันทึกข้อมูล

คิวเวทที่	ปริมาตรของ $Fe(NO_3)_3$ 0.002 M (ml)	ปริมาตรของ KSCN 0.002 M (ml)	ค่าความเข้มสี Blue (B)			
			1	2	3	เฉลี่ย
1	1.0	0.0				
2	1.0	0.2				
3	1.0	0.5				
4	1.0	1.0				
5	1.0	1.5				

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีน้ำเงินกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตที่เกิดจากปฏิกิริยา



คำถามท้ายการทดลอง

ใช้ผลการทดลอง และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีน้ำเงิน (B) กับปริมาณของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (KSCN) ในการตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารตั้งต้นคือสารใดบ้าง และมีสีอะไร

   .....

2. สารตั้งต้นที่ใช้มีความเข้มข้นเท่ากันหรือไม่ และสารใดมีปริมาตรคงที่ ตลอดการทดลอง

   .....

3. สารผลิตภัณฑ์คือสารใดและมีสีอะไร

   .....

4. เมื่อเพิ่มปริมาตรของสารตั้งต้น ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่สังเกตเห็นด้วยตาเปล่ากับความเข้มสีน้ำเงิน (B) ที่วิเคราะห์จากรูปถ่ายเป็นไปในทางทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

   .....

5. จากกราฟ แกน X และ แกน Y แสดงค่าอะไร

   .....

6. ในช่วงต้นของกราฟ การเพิ่มปริมาตรของ KSCN มีผลต่อความเข้มสีของผลิตภัณฑ์หรือไม่ หากมีผลมีอย่าไร

   .....

7. จากกราฟ เมื่อถึงปริมาตรหนึ่งพบว่าความเข้มสีของผลิตภัณฑ์จะเริ่มคงที่ ทำให้สังเกตเห็นกราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งปริมาตรนี้เป็นปริมาตรที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันพอดี ปริมาตรดังกล่าวมีค่าเท่ากับกี่มิลลิลิตร

   .....

8. ในช่วงหลัง ที่กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรง แสดงว่าการเพิ่มปริมาตรของ KSCN มีผลต่อความเข้มสีของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหรือไม่ หากไม่มีผลเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

   .....

9. การทดลองนี้ สารกำหนดปริมาณคือสารใด ระหว่าง $Fe(NO_3)_3$และ KSCN เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

   .....

10. จงอธิบายความหมายของสารกำหนดปริมาณ

    .....

    .....

    .....

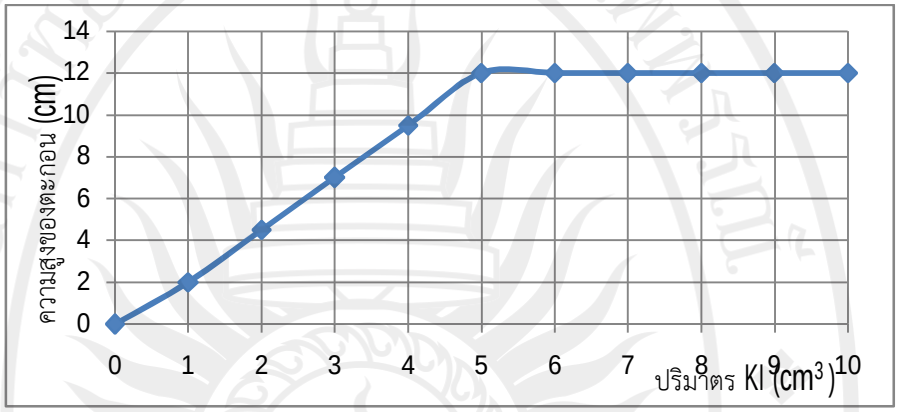
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบทดสอบเรื่อง สารกำหนดปริมาณ

สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ KI เข้มข้น 1.00 M ทำปฏิกิริยากับสารละลายเลด (II) ไนเตรต $Pb(NO_3)_2$ 0.5 M ได้ตะกอนสีเหลืองเลด (II) ไอโอไดด์ PbI_2 ดังสมการ

$$2KI\,(aq) + Pb(NO_3)_2\,(aq) \rightarrow 2KNO_3\,(aq) + PbI_2\,(s)$$

และเมื่อนำความสูงของตะกอน PbI_2 มาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับปริมาตรของ KI ที่ใช้ได้ลักษณะกราฟดังนี้



หลอดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ปริมาตร $Pb(NO_3)_2$ (cm^3)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ปริมาตร น้ำกลั่น (cm^3)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

จากข้อมูลข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ความสูงของตะกอนในการทดลองนี้ขึ้นอยู่กับสารใด
   ก. $Pb(NO_3)_2$ ข.น้ำกลั่น ค. KI ง.PbI_2
2. จากกราฟ หลอดใดบ้างที่เมื่อเพิ่มปริมาตร KI แล้วความสูงของตะกอนเพิ่มขึ้น
   ก. 1, 2, 3, 4 ข. 1, 2, 3, 4, 5 ค. 4, 5, 6, 7 ง. 5, 6, 7, 8, 9, 10
3. จากกราฟหลอดใดบ้างที่เมื่อเพิ่มปริมาตร KI แล้วความสูงของตะกอนคงที่
   ก. 1, 2, 3, 4 ข. 1, 2, 3, 4, 5 ค. 4, 5, 6, 7 ง. 6, 7, 8, 9, 10
4. จากกราฟ ปริมาตรของ KI ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ $Pb(NO_3)_2$มีค่าเท่ากับกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
   ก. 4 ข. 5 ค. 6 ง. 7
5. ในการทดลองครั้งนี้มีกี่หลอดที่ยังมีสารละลาย$Pb(NO_3)_2$เหลืออยู่
   ก. 3 หลอด ข.4 หลอด ค.5 หลอด ง.6 หลอด
6. ในการทดลองครั้งนี้มีกี่หลอดที่ยังมีสารละลายKI เหลืออยู่
   ข. 3 หลอด ข.4 หลอด ค.5 หลอด ง.6 หลอด
7. จากการทดลองสารที่ทำปฏิกิริยาสารใดเป็นสารที่มีมากเกินพอ
   ก. $Pb(NO_3)_2$ ข. น้ำกลั่น ค. KI ง. PbI_2

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

8. จากการทดลองสารใดเป็นสารที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน

ก. $Pb(NO_3)_2$ ข. น้ำกลั่น ค. KI ง. PbI_2

9. จากการทดลองสารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

ก. $Pb(NO_3)_2$ ข. น้ำกลั่น ค. KI ง. PbI_2

10. ถ้านำหลอดทดลองทั้งหมด 10 หลอด มาเติมสารละลาย$Pb(NO_3)_2$ ลงไปในหลอดทดลองเพิ่มอีกครั้ง ทั้ง 10 หลอด จะมีหลอดทดลองที่มีตะกอนสูงเพิ่มขึ้นกี่หลอด

ก. 4 หลอด ข. 5 หลอด ค. 6 หลอด ง. 7 หลอด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบประเมินความเหมาะสมของชุดการทดลอง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

1. เพศ

☐ชาย ☐หญิง

2. สถานภาพผู้ตอบแบบประเมิน

☐นักเรียน ☐นิสิต/นักศึกษา

3.ระดับการศึกษาปัจจุบัน/หรือกำลังศึกษาในระดับ

☐ มัธยมศึกษาชั้นปีที่..... ☐ ปริญญาตรี ชั้นปีที่.....

4.อายุ

☐ 13 - 15 ปี ☐ 16 - 18 ปี ☐ 19 - 21ปี ☐ 22 ปีขึ้นไป

5. สาขาวิชา

☐ เคมี ☐ อื่นๆ.....(โปรดระบุ)

6. ระดับเกรดเฉลี่ย

☐1.00-1.50 ☐ 1.51-2.00 ☐ 2.01-2.50 ☐ 2.51-3.00 ☐ 3.01-3.50 ☐ 3.51-4.00

7. ระดับความรู้เคมีเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง สารกำหนดปริมาณ

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ ปานกลาง ☐ น้อย ☐น้อยมาก

ตอนที่ 2 แบบประเมินระดับคุณภาพของชุดการทดลอง

กรุณาทำเครื่องหมาย “✓” ในช่องระดับการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

โดยระดับคะแนนมีดังนี้ มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 5 คะแนน มาก มีค่าเท่ากับ 4 คะแนน

ปานกลาง มีค่าเท่ากับ 3 คะแนน น้อย มีค่าเท่ากับ 2 คะแนน

น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
เนื้อหาในส่วนของหลักการและเหตุผล					
1. ความถูกต้องของเนื้อหา					
2. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับการศึกษาของผู้เรียน					
3. ความเข้าใจในเนื้อหา					
4. เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของชุดการทดลอง					
วิธีการทดลองและใบบันทึกผลการทดลอง					
5. ความชัดเจนในการกำหนด วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง					
6. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนในวิธีการทดลอง					
7. วิธีการทดลอง มีข้อมูลที่ครบถ้วน อ่านเข้าใจง่ายสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย					
8. ใบบันทึกผลการทดลองเหมาะสมกับการจดบันทึก					

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
คำถามท้ายการทดลองและแบบทดสอบ					
9. คำถามท้ายการทดลองสามารถกระตุ้นความคิดเพื่อให้เข้าใจความหมายของสารกำหนดปริมาณได้เป็นอย่างดี					
10. แบบทดสอบวัดได้ตรงและเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้					
11. จำนวนข้อของคำถามในแบบทดสอบมีความเหมาะสม					
12. คำถามท้ายการทดลองมีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย ไม่กำกวม และมีคำตอบที่ชัดเจน					
13. คำถามในแบบทดสอบมีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย ไม่กำกวม และมีคำตอบที่ชัดเจน					
การออกแบบและการใช้ชุดการทดลอง					
14. ชุดการทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
15. ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชุดการทดลอง					
16. ชุดการทดลอง สะดวก และง่ายต่อการใช้งาน					
17. ชุดทดลองใช้ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ที่มีความปลอดภัย สามารถหาซื้อได้ง่าย และราคาถูก					
18. วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ที่ใช้ในชุดทดลองมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
19. การมีส่วนร่วมของนักเรียน/นักศึกษา เมื่อใช้ชุดการทดลอง					
20. ขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสมกับจำนวนนักเรียน/นักศึกษา					
21. ความน่าสนใจของการใช้ชุดทดลอง					
22. ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานชุดทดลอง					
23. ชุดการทดลองนี้ทำให้มีความเข้าใจในเรื่องสารกำหนดปริมาณเพิ่มมากขึ้น					
24. ชุดการทดลองนี้เหมาะกับการใช้ในการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย					
25. ชุดการทดลองนี้เหมาะกับการใช้ในการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีที่เรียนวิชาเคมีในระดับพื้นฐาน					

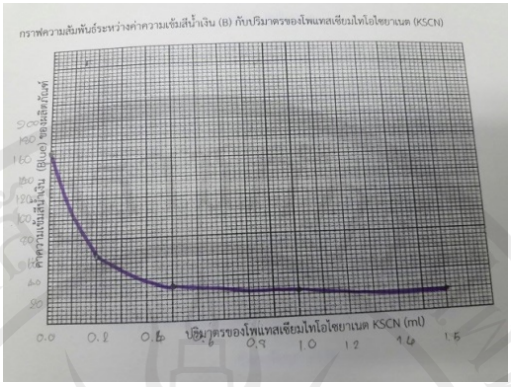
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

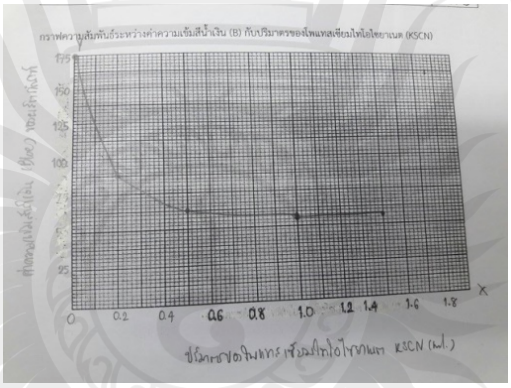
.....

.....

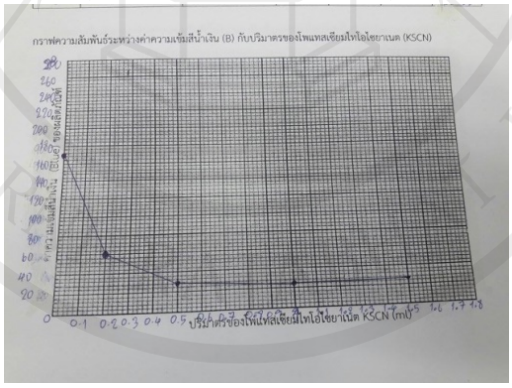
.....



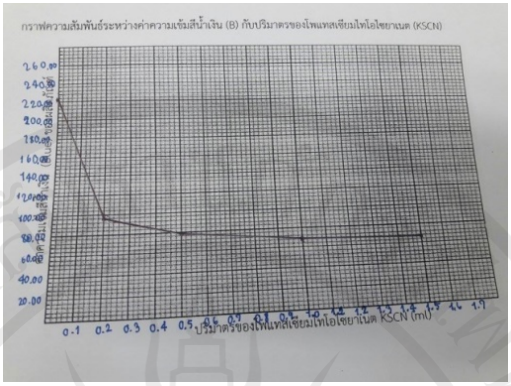
ภาพที่ ค 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 1



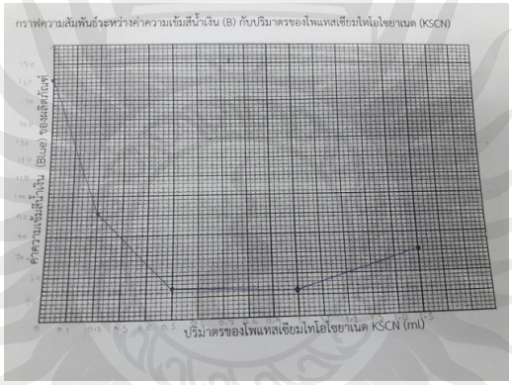
ภาพที่ ค 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 2



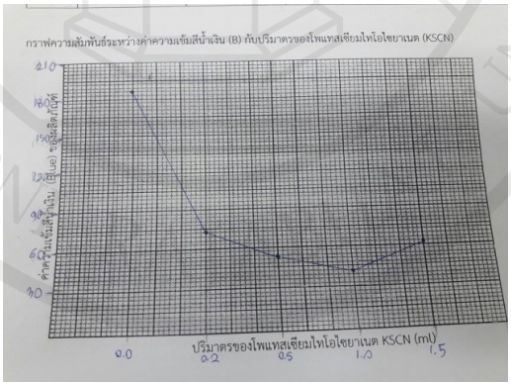
ภาพที่ ค 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 3



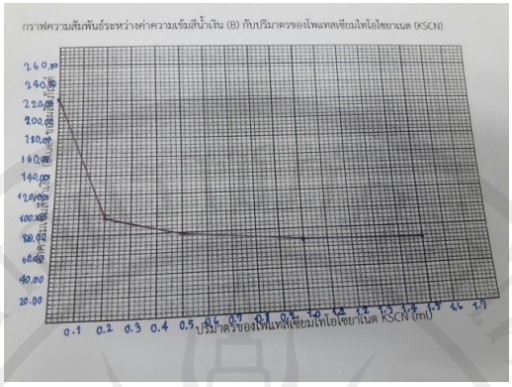
ภาพที่ ค 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 4



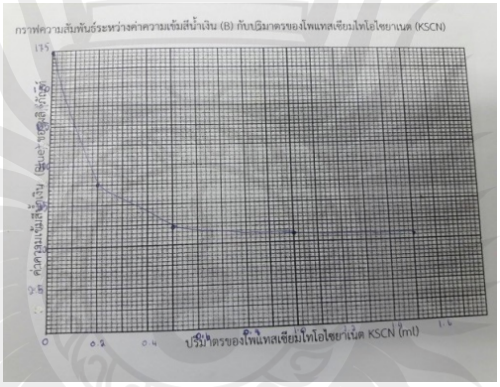
ภาพที่ ค 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 5



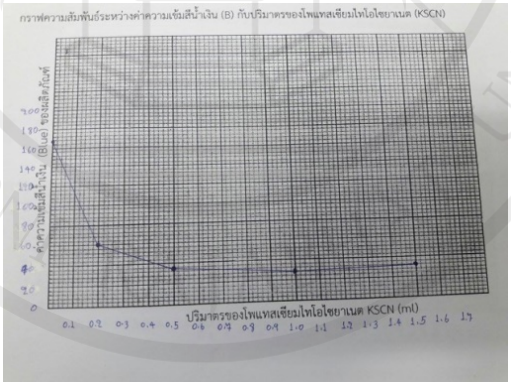
ภาพที่ ค 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 6



ภาพที่ ค 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 7

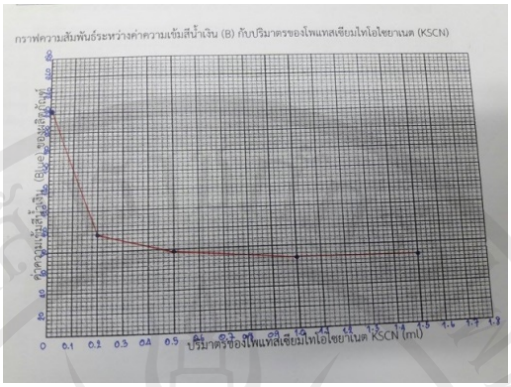


ภาพที่ ค 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 8



ภาพที่ ค 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 9

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ ค 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีกับปริมาตรของโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จากอาสาสมัครครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 10

ตารางที่ ค 1 ผลคะแนนการทดสอบของอาสาสมัครในการทดสอบประสิทธิภาพชุดการทดลองครั้งที่ 2

ชื่อ-นามสกุล	ก่อนอ่านใบความรู้	หลังอ่านใบความรู้	หลังใช้ชุดการทดลอง
กมลวรรณ หาญพล	6	5	6
กิตติพัฒน์รัตนวิจิตร	7	8	7
จุฑาพร บาดาล	6	5	5
จุฑามาศ กลิ่นเกลา	5	6	5
จุฬาลักษณ์ กรเศษ	5	7	7
ณิชกานต์ เอกวงษา	6	7	6
ทวีศักดิ์ แต้มงาม	6	8	7
ธัญญดา ปัดธุลี	7	5	6
นุชธิดา พวงจันตา	6	7	5
พนารัตน์ ไชยศรี	6	7	6
พรียาภรณ์ มามีชัย	5	9	3
พิษณุ สุตานัย	4	4	6
ภิญญดา มณีวรรณ์	4	5	6
ภิวัฒน์ควาอักษร	5	4	7
รัตนาภรณ์ โพธิ์ทอง	7	8	8
วราภรณ์ กัลยา	6	2	6
วารุณี บุญเลิศ	4	3	6
วิชญพล เอกวงษา	6	8	5
วิมลวรรณ เหลืองสีทอง	6	6	6
ศศิธร แก้วอ่อน	7	5	6
สุกัญญา สัตย์ซื่อ	9	8	8

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชื่อ-นามสกุล	ก่อนอ่านใบความรู้	หลังอ่านใบความรู้	หลังใช้ชุดการทดลอง
สุพัตรา โชติรักษา	7	5	4
สุภัชญารสเกษา	4	4	5
อภิรดี บุตรจินดา	7	7	8
อัจจิมา ช่อลัดดา	2	5	6
อุบลวรรณ อุระ	7	6	7
เฉลี่ย	5.77	5.92	6.04
SD	1.42	1.76	1.18
ไม่ผ่าน	5.00	5.00	2.00
ผ่าน	21.00	21.00	24.00
ผ่านร้อยละ	80.77	80.77	92.31

ตารางที่ ค 2 ผลการทดสอบทางสถิติแบบT-Test ก่อนอ่านใบความรู้และหลังใช้ชุดการทดลอง

ค่า	ก่อน	หลังใช้ชุดการทดลอง
Mean	5.769230769	6.038461538
Variance	2.024615385	1.398461538
Observations	26	26
Pearson Correlation	0.338292086	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	25	
t Stat	-0.908248768	
P(T<=t) one-tail	0.186209738	
t Critical one-tail	1.708140745	
P(T<=t) two-tail		
t Critical two-tail	2.059538536	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ ค 3 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-Test ก่อนอ่านใบความรู้และหลังอ่านใบความรู้

ค่า	ก่อน	หลังอ่าน
Mean	5.769230769	5.923076923
Variance	2.024615385	3.113846154
Observations	26	26
Pearson Correlation	0.406850525	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	25	
t Stat	-0.445877962	
P(T<=t) one-tail	0.329761554	
t Critical one-tail	1.708140745	
P(T<=t) two-tail	0.659523107	
t Critical two-tail	2.059538536	

ตารางที่ ค 4 ผลการทดสอบทางสถิติแบบT-Test หลังอ่านใบความรู้หลังใช้ชุดการทดลอง

ค่า	หลังอ่าน	หลังใช้ชุดการทดลอง
Mean	5.923076923	6.038461538
Variance	3.113846154	1.398461538
Observations	26	26
Pearson Correlation	0.11648497	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	25	
t Stat	-0.29321717	
P(T<=t) one-tail	0.385888189	
t Critical one-tail	1.708140745	
P(T<=t) two-tail	0.771776377	
t Critical two-tail	2.059538536	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ ค 5 ผลการทดสอบทางสถิติแบบ T-Test ก่อนอ่านใบความรู้หลังใช้ชุดการทดลอง

ค่า	ก่อน	หลังใช้ชุดการทดลอง
Mean	5.769230769	6.038461538
Variance	2.024615385	1.398461538
Observations	26	26
Pearson Correlation	0.338292086	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	25	
t Stat	-0.908248768	
P(T<=t) one-tail	0.186209738	
t Critical one-tail	1.708140745	
P(T<=t) two-tail	0.372419476	
t Critical two-tail	2.059538536	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี