

การออกแบบบทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แสงสีที่มองเห็นกับแสงสี
ที่ถูกดูดกลืนของสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง
 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ และ $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$

สุดา มัชฌมาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กุมภาพันธ์ 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ สุดา มัชฌมน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... จอมใจ สุกใสอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จอมใจ สุกใส)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ถัดดา สุขปรีดี)

..... จอมใจ สุกใสกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จอมใจ สุกใส)

..... จเร จรัสจรรณพงศ์กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จเร จรัสจรรณพงศ์)

..... อนันต์ อธิพรชัยกรรมการ
(ดร. อนันต์ อธิพรชัย)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกธวัช ศรีสุข)

วันที่ 26 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จอมใจ สุกใส อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ รองศาสตราจารย์ ลัดดา สุขปรีดี ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางในการค้นคว้าข้อมูล ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนางานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการ เพื่อนครูอาจารย์ทุกท่านในโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จະเซิงเทรา และนักเรียนห้องเรียนพิเศษระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2556 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นกตัญญูทดแทนแด่ บพภาริ บุรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในวันนี้

สุดา มัชแมน

53990124: สาขาวิชา: เคมีศึกษา; วท.ม. (เคมีศึกษา)

คำสำคัญ: บทปฏิบัติการทดลอง

สุดา มัชฌิม: การออกแบบบทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แสงสีที่มองเห็นกับแสงสีที่ถูกดูดกลืนของสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ และ $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$ (THE EXPERIMENTAL DESIGN OF THE VISIBLE LIGHT AND ABSORBED LIGHT OF COPPER COMPLEXS OF $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ AND $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: จอมใจ สุกใส, วท.ค. 213 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แสงสีที่มองเห็นกับแสงสีที่ถูกดูดกลืนของสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ และ $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนและเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลอง กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนพิเศษ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 28 คน โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการวิจัยพบว่า สารละลายทั้งสามมีการดูดกลืนแสงสีเป็นไปตามทฤษฎี คือ สารละลาย hexaaquocopper (II) ion $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ สีของสารประกอบเชิงซ้อนเป็นสีฟ้าอ่อนดูดกลืนสีแดง สารละลาย tetraamminecopper (II) ion $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ สีของสารประกอบเชิงซ้อนเป็นสีน้ำเงินดูดกลืนสีส้ม สารละลาย tris-ethylenediaminecopper (II) ion $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$ สีของสารประกอบเชิงซ้อนเป็นสีม่วง ดูดกลืนสีเขียว-เหลือง

ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการทดลองมีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เท่ากับ 88.21/86.79 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

53990124: MAJOR: CHEMISTRY EDUCATION; M.Sc. (CHEMISTRY EDUCATION)

KEYWORDS: EXPERIMENTAL

SUDA MUCHAMAN: THE EXPERIMENTAL DESIGN OF THE VISIBLE LIGHT AND ABSORBED LIGHT OF COPPER COMPLEXS OF $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ AND $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$. ADVISORY COMMITTEE : CHOMCHAI SUKSAI, D.Sc. 213 P. 2015.

The purpose of this research was experimental design of the visible light and absorbed light of copper complexes of $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ and $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$ that the efficiency was 80/80 by compared the outcome between the pre-study and post-study and study the satisfaction of students with learning process of the experimental. The sample group was 28 gifted students grade 12 of science-mathematic program at Benchama Rat Rangsarit School Muang Chachoengsao. The results showed that the absorption of all solution of hexaaquocopper (II) ion $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ colors are light blue absorbs red tetraamminecopper (II) ion $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ colors are blue absorbs orange and tris-ethylenediaminecopper (II) ion $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$ colors are purple absorbs yellowish green. They are agreed with the theory. The efficiency of the the experimental E_1 / E_2 was 88.21/86.79 according the criteria set determined and post-test result of learning is higher than pre-test at .05 level of significantly. The satisfaction of students with the experimental are most.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
เนื้อหาเกี่ยวกับการมองเห็นแสงสีกับสีที่ถูกดูดกลืนของวัตถุ.....	9
เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการทดลอง.....	26
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลประสิทธิภาพบทปฏิบัติการทดลอง.....	30
เอกสารที่เกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์.....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	40
ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	40
ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการทดลอง.....	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการทดลองที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน..... 45
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 46
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูล..... 46
	การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 49
	การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 51
4	ผลการวิจัย..... 56
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 56
	ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 56
	ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 57
	ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการทดลอง..... 58
	ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการทดลองที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน..... 60
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 61
5	สรุปผลและอภิปราย..... 64
	ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 64
	ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการทดลอง..... 64
	ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการทดลองที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน..... 65
	อภิปรายผลการวิจัย..... 65
	ข้อเสนอแนะ..... 69
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก.....	75
ภาคผนวก ก	76
ภาคผนวก ข	83
ภาคผนวก ค	90

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ง.....	98
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	213

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 แสดงความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นระหว่างแสงสีที่มองเห็นกับแสงสีที่ถูกดูดกลืน....	12
2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง กับ % transmittance.....	26
3-1 แบบแผนการวิจัย ผลการเรียนรู้.....	50
3-2 แบบแผนการศึกษาด้านความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลอง.....	50
4-1 แสดงผลการทดลองวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง hexaaquocopper (II) ion $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ tetraamminecopper (II) ion $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ และ tris-ethylenediaminecopper (II) ion $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$	58
4-2 แสดงผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แสงสีที่มองเห็นกับแสงสีที่ ถูกดูดกลืนของสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ และ $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$	59
4-3 ค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนเฉลี่ยแบบฝึกหัดและใบงานการทดลอง และ คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ (N= 28).....	61
4-4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย บทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แสงสีที่มองเห็นกับแสงสีที่ถูกดูดกลืนของสารประกอบ เชิงซ้อนของ ทองแดง $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ และ $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$	61
4-5 แสดงคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แสงสีที่ มองเห็นกับ แสงสีที่ถูกดูดกลืนของสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ และ $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$	62

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 สเปกตรัมของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึม.....	10
2-2 วงล้อสี (color wheel) แสดงสีเต็มเต็ม เมื่อแสงขาวถูกดูดกลืนคลื่นแสงไปบางส่วน สีที่ปรากฏจะเป็นสีที่อยู่ตรงข้ามของวงล้อสี.....	11
2-3 รูปร่างและทิศทางของ d_{xy} d_{yz} d_{xz} $d_{x^2-y^2}$ และ d_{z^2} ออร์บิทัล.....	13
2-4 ลิแกนด์เข้าประชิดไอออนโลหะในแนวแกน (x, y, z) ของโครงสร้างทรงแปดหน้า.....	14
2-5 การแยกระดับพลังงานของ d ออร์บิทัลในสนามลิแกนด์แบบทรงแปดหน้า.....	15
2-6 ผลกระทบชนิดของลิแกนด์ต่อค่าพลังงานการแยก d ออร์บิทัล ของไอออนโลหะ ในสนามลิแกนด์แบบทรงแปดหน้า.....	16
2-7 การแยกระดับพลังงานของ d-ออร์บิทัลในสถานะพื้นและสถานะกระตุ้นของ สารประกอบเชิงซ้อน $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	17
2-8 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารประกอบเชิงซ้อน $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	18
2-9 เปรียบเทียบผลต่างระหว่างระดับพลังงานชั้น t_{2g} กับ $e_g (\Delta)$ ใน $[\text{Ti}(\text{CN})_6]^{3-}$ $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ และ $[\text{Ti}(\text{Cl})_6]^{3-}$	19
2-10 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll).....	20
2-11 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของแคโรทีน (carotene).....	21
2-12 แผนภาพเครื่อง Visible Spectrophotometer อย่างง่าย.....	22
2-13 ตัวอย่างเซลล์ที่ใช้บรรจุสารละลายตัวอย่าง (cell หรือ cuvette)	23
2-14 แสดงแสงที่ผ่านสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ.....	24
2-15 ลำแสงที่ผ่านเข้าออกสารละลายความเข้มข้น C เป็นระยะทาง l.....	25
4-16 ภาพแสดงสีของสารละลาย $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ และ $[\text{Cu}(\text{en})_3]^{2+}$	57