การจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริกด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล

อารีรัตน์ สุนีย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
มิถุนายน 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

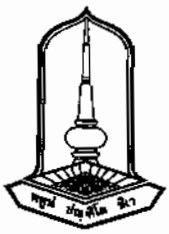
SIMULATION PHOTOELECTRIC LAB WITH MICOSOFT EXCEL PROGRAM

AREERAT SUNEE

PRESENTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF REQUIREMENTS FOR
THE BACHELOR OF SCIENCE IN PHYSICS
JUNE 2014

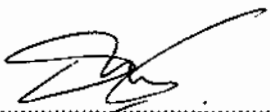
ALL RIGHTS RESERVED BY MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Mahasarakham University

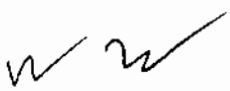


คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ของนางสาวอารีรัตน์ สุนีย์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาฟิสิกส์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

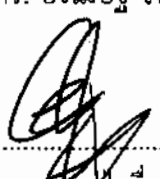
คณะกรรมการสอบ



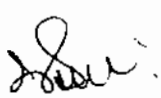
..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ)



..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ปรเมษฐ์ จันทร์เพ็ง)



..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ยุทธนา อุไรชื่น)



.....
(อาจารย์ ดร. นิติศักดิ์ ปาสาจะ)
หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์

วันที่ เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2557

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากท่านอาจารย์ยุทธนา อุไรชื่น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำปรึกษารวมทั้งแนวคิดตลอดจนการแก้ปัญหาข้อบกพร่องต่างๆอันเป็นประโยชน์ต่อการทำโครงงานครั้งนี้ ผู้ทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผศ.ดร.ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ และอาจารย์ ตร.ปรเมษฐ์ จันทร์เพ็ง คณะกรรมการสอบโครงงานที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่สนับสนุนส่งเสริมด้านการศึกษามาโดยตลอด รวมทั้งให้คำปรึกษาและกำลังใจในการดำเนินงานตลอดมา

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆน้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจที่ดีตลอดมา จนประสบความสำเร็จ ผู้ทำโครงงานจึงขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

อารีรัตน์ สุนีย์

Mahasarakham University

ชื่อเรื่อง การจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริกด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล
ผู้ทำโครงงาน นางสาวอารีรัตน์ สุนีย์
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) **สาขาวิชาฟิสิกส์**
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ยุทธนา อุไรชื่น
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2557

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการนำไมโครซอฟท์เอกซ์เซลมาใช้ในการคำนวณเชิงฟิสิกส์ เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจยากให้ง่ายขึ้น โดยจะทำการจำลองโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลร่วมกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก กล่าวคือ จะทำการจำลองบนโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล ซึ่งการจำลองที่ศึกษาจะใช้เงื่อนไขในการจำลองต่างกันคือ ความยาวคลื่น(λ) λ= 366 nm , λ= 436 nm , λ= 546 nm , λ= 578 nm และชนิดของโลหะ ได้แก่ อะลูมิเนียม แคลเซียม ซีเซียม และคาร์บอน พบว่าโลหะชนิดต่างๆที่ความยาวคลื่นต่างกัน จะหากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์หยุดยั้ง จากนั้นก็หาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับความต่างศักย์หยุดยั้งได้ เมื่อได้ความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้วสามารถค่าคงที่ของแพลงค์และค่าเวิร์กฟังก์ชันแล้วเปรียบเทียบค่าที่ได้กับค่าจริง

คำสำคัญ : โฟโตอิลุกตริก; โฟตอน

Mahasarakham University

TITLE Simulation Photoelectric Lab with Microsoft Excel Program
AUTHOR Areerat **Sunee**
DEGREE The Bachelor of Science **MAJOR** Physics
ADVISORS Yuthana Uraichuen
UNIVERSITY Mahasarakham University **DATE** 2014

ABSTRACT

This project aims to bring Microsoft Excel was used to calculate the physical. To be used to describe content that elusive easier. The simulated by application program Microsoft Excel with dielectric photonic phenomena. Namely The program will be modeled on Microsoft Excel. The simulation study will be used to simulate different conditions. Wavelength(λ) λ= 366 nm , λ= 436 nm , λ= 546 nm , λ= 578 nm and what kind of metal including aluminum, calcium, cesium and carbon. Found that various metals at different wavelengths. To find current and potential future. Then the relationship between the frequency and the voltage stopped. When such a relationship can be the Planck constant and the worksheet function compared with the actual value.

Key Word : Photoelectric; Photon

Mahasarakham University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ช
คำสั่งการใช้งานในไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ไมโครซอฟท์ออฟฟิศ (Microsoft office)	3
2.1.1 ไมโครซอฟท์เอกซ์เซล (Microsoft Excel)	3
2.2 เมนูและการใช้งาน	4
2.2.1 มาโคร	6
2.2.2 การสร้าง VBA มาโคร	10
2.3 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก	14
2.4 ค่า Work Functions for Photoelectric Effect	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1 ทำการจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริก	21
3.2 ทำการจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริกในเอ็กเซล	22
3.3 หาค่ากระแสให้เข้าใกล้ 0 หรือเท่ากับ 0 โดยการเขียนโค้ดคำสั่ง	23
3.4 หาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแสงกับความต่างศักย์หยุดยั้ง	27
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย	29
4.1 ผลการทดลองหากระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่นต่างกัน(λ=366 nm , λ=436 nm , λ=546 nm , λ= 578 nm)	29
4.2 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแสงกับความต่างศักย์หยุดยั้ง	38

Mahasarakham University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	45
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้นักพัฒนา	46
ภาคผนวก ข วิธีการเรียกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล	51
ประวัติย่อผู้เขียน	56

Mahasarakham University

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1.1 ตารางแสดงค่า Work Functions for Photoelectric Effect 19

Mahasarakham University

สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 2.1 แสดงช่องตารางที่ตรงกับคอลัมน์ B และแถวที่ 4	4
ภาพประกอบ 2.2 แสดงหน้าจอหลักของไมโครซอฟท์ Excel 2010	5
ภาพประกอบ 2.3 แสดงแถบริบบิ้น	5
ภาพประกอบ 2.4 แสดงขั้นตอนการเพิ่มแถบคาสั่งนักพัฒนาโดยคลิกที่ตัวเลือก	7
ภาพประกอบ 2.5 แสดงขั้นดอนการเพิ่มแถบคาสั่งนักพัฒนาโดยคลิกที่กำหนด Ribbon เอง	8
ภาพประกอบ 2.6 แสดงแถบคาสั่งนักพัฒนา	9
ภาพประกอบ 2.7 แสดงการสร้าง Macro โดยใช้คำสั่ง Record Macro	10
ภาพประกอบ 2.8 แลดงการเรียก Macro มาใช้งาน	11
ภาพประกอบ 2.9 แสดงการสร้าง Macro โดยใช้คำสั่ง Visual Basic Editor	11
ภาพประกอบ 2.10 แสดงการสร้างไดอะล็อก Add Procedure	12
ภาพประกอบ 2.11 แสดงหน้าต่างไดอะล็อก Add Procedure	12
ภาพประกอบ 2.12 แสดงหน้าต่างสำหรับเขียนคำสั่ง	13
ภาพประกอบ 2.13 แสดงการเขียนโค้ดคำสั่ง	13
ภาพประกอบ 2.14 แสดงผลไดอะล็อกแสดงข้อความที่อยู่ในเซลล์ที่เลือก	14
ภาพประกอบ 2.15 แผนภาพการเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก	15
ภาพประกอบ 2.16 เครื่องมือที่ใช้แสดงปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก	17
ภาพประกอบ 2.17 กราฟระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่ของโฟตอน	18
ภาพประกอบ 3.1 แสดงแผนผังขั้นตอนการทำการจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริก	21
ภาพประกอบ 3.2 แสดงการกำหนดตัวแปรเริ่มต้น	22
ภาพประกอบ 3.3 แสดงการกำหนดค่าเริ่มต้น	22
ภาพประกอบ 3.4 แสดงการหาค่ากระแสของความยาวคลื่นที่ 366 nm	23
ภาพประกอบ 3.5 แสดงการหาค่ากระแลของความยาวคลื่นที่ 436 nm	24
ภาพประกอบ 3.6 แสดงการหาค่ากระแสของความยาวคลื่นที่ 546 nm	25
ภาพประกอบ 3.7 แสดงการหาค่ากระแสของความยาวคลื่นที่ 578 nm	26
ภาพประกอบ 3.8 แสดงการหาค่าความถี่	27
ภาพประกอบ 3.9 แสดงการหาค่าคงที่ของแพลงค์และค่าเวิร์กฟังก์ชัน	28
ภาพประกอบ 4.1 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าของความยาวคลื่น 366 nm	29
ภาพประกอบ 4.2 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าของความยาวคลื่น 436 nm	30
ภาพประกอบ 4.3 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าของความยาวคลื่น 546 nm	30
ภาพประกอบ 4.4 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าของความยาวคลื่น 578 nm	31
ภาพประกอบ 4.5 กราฟระหว่างความถี่กับความต่างศักย์หยุดยั้ง	38
ภาพประกอบ ก 1 แสดงขั้นตอนการทำปุ่มคำสั่งควบคุมฟอร์ม	48
ภาพประกอบ ก 2 แสดงการตั้งชื่อปุ่มที่ใช้กับคำสั่งให้ตรงกัน	48
ภาพประกอบ ก 3 แสดงหน้าสำหรับเขียนคำสั่ง	49

Mahasarakham University

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

หน้า

ภาพประกอบ ก 4 แสดงการ Run ข้อมูล 49
ภาพประกอบ ก 5 แสดงปุ่มที่พร้อมใช้งาน 50
ภาพประกอบ ก 6 แสดงการใช้ฟังก์ชันต่างๆในการคำนวณในเอ็กซ์เซล 50
ภาพประกอบ ข 1 แสดงหน้าต่างโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลที่เขียน 52
ภาพประกอบ ข 2 แสดงหน้าต่างการจำลองของอะลูมิเนียม 52
ภาพประกอบ ข 3 แสดงค่าที่จำลองที่ได้เป็น 0 53
ภาพประกอบ ข 4 แสดงค่าที่ทำการรันใหม่ 53
ภาพประกอบ ข 5 แสดงค่าความต่างศักย์หยุดยั้งเท่ากับ 0 54
ภาพประกอบ ข 6 แสดงค่าความต่างศักย์หยุดยั้งที่รันใหม่ 55

Mahasarakham University

คำสั่งการใช้งานในไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล

ฟังก์ชัน	**ความหมาย**
ชุดคำสั่งสำหรับงานที่มีเงื่อนไข	
If...Then...End If	ถ้าเงื่อนไขไม่เป็นจริงโปรแกรมจะทำงานต่อในบรรทัดถัดไป
Select Case	มีวัตถุประสงค์การใช้งานเหมือนชุดคำสั่ง If...Then...End If แต่วิธีการตรวจสอบเงื่อนไขจะต้องเป็นการตรวจสอบเงื่อนไขของตัวแปรเท่านั้น
ชุดคำสั่งสำหรับการทำงานมากกว่า 1 ครั้ง	
For...Next	ทำงานตามชุดคำสั่ง statements เท่ากับจำนวนรอบที่กำหนดตั้งแต่ start จนถึง end
For...Each...Next	ทำงานตามชุดคำสั่ง statements เท่ากับจำนวนองค์ประกอบย่อยใน group โดยไม่จำเป็นต้องรู้ก่อนว่ามีองค์ประกอบย่อยจำนวนเท่าไหร่
Do...While...Loop	สั่งให้โปรแกรมทำงานซ้ำขณะที่เงื่อนไขเป็นจริง และจะหยุดทำงานก็ต่อเมื่อเงื่อนไขไม่เป็นจริงแล้ว
Do...Until...Loop	ทำงานเช่นเดียวกับชุดคำสั่ง Do...While...Loop แตกต่างกันตรงที่เงื่อนไข โดยชุดคำสั่ง Do...While...Loop จะสั่งให้ทำงานขณะที่เงื่อนไขเป็นจริง แต่ชุดคำสั่ง Do...Until...Loop จะทำงานตามคำสั่งเมื่อเงื่อนไขไม่เป็นจริง

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การจำลอง (Simulation) เป็นวิธีการที่ใช้ในกระบวนการการแก้ปัญหาในด้านต่างๆโดยสามารถให้คำจำกัดความได้ว่า “กระบวนการออกแบบจำลองของระบบจริง แล้วดำเนินการใช้แบบจำลองเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ต่างๆในการดำเนินงานภายใต้ระบบข้อกำหนดที่วางไว้”

การจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการศึกษาถึงปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองที่อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นประเภทของการจำลองที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดเพราะสามารถใช้ได้กับปัญหาของระบบงานที่หลากหลายประเภท โดยที่ในการทำงานจะเกี่ยวข้องกับการคำนวณข้อมูลต่างๆ ซึ่งในการจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สำหรับปฏิบัติการทางฟิสิกส์บางปฏิบัติการต้องใช้อุปกรณ์ที่หายากและบางอย่างมีราคาสูงหรืออาจหายาก เพื่อเป็นการเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้และอาจใช้ทำการวิจัยต่อไปได้อีก จึงใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำปฏิบัติการในครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อการนำไมโครซอฟท์เอกซ์เซลมาใช้ในการคำนวณเชิงฟิสิกส์
2. เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจยากให้ง่ายขึ้น
3. เพื่อนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนรวมกับงานวิจัย

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ทำการจำลองปฏิบัติการอย่างง่าย
2. ทำการจำลองปฏิบัติการในเอกซ์เซล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้ไมโครซอฟท์เอกซ์เซลได้มากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปศึกษาต่อยอดในระดับต่อไป
2. สามารถใช้ในการแก้ไขปัญหาคอมพิวเตอร์ในทางฟิสิกส์
3. มีทักษะในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ในการทำงาน
4. สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน

Mahasarakham University

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครซอฟท์ออฟฟิศ (Microsoft Office)

ไมโครซอฟท์ออฟฟิศ (Microsoft Office) เป็นชุดโปรแกรมสำนักงาน พัฒนาโดยไมโครซอฟท์ ซึ่งสามารถใช้งานได้ในระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ และแอปเปิล แม็คอินทอช ไมโครซอฟท์ ออฟฟิศยังมีการส่งเสริมให้ใช้บริการผ่านระบบเครื่องแม่ข่าย (Server) และ บริการผ่านหน้าเว็บ (Web Based) ในรุ่นใหม่ๆ ของไมโครซอฟท์ ออฟฟิศ เราจะเรียกมันว่า ระบบสำนักงาน (Office system) แทนแบบเก่าคือ ชุดโปรแกรมสำนักงาน (Office Suite) ซึ่งการเรียกว่า ระบบสำนักงานจะรวมการทำงานกับเครื่องแม่ข่ายเอาไว้ด้วย ในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2006 ที่ผ่านมา ไมโครซอฟท์ได้ประกาศเรื่อง "ไมโครซอฟท์ ออฟฟิศ 2007" ที่จะเปลี่ยนแปลงหน้าจอการใช้งาน (User Interface) และรูปแบบไฟล์แบบ XML เป็นหลัก และรุ่นเสถียรล่าสุด คือไมโครซอฟท์ ออฟฟิศ 2007 ซึ่งออกจำหน่ายในวันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2550 ในส่วนออฟฟิศรุ่นแรก เกิดขึ้นราวยุค 90 เมื่อออฟฟิศออกสู่ตลาด ทำให้เข้ามาแบ่งส่วนตลาดส่วนหนึ่งได้อย่างง่ายดาย จุดขายหลักของออฟฟิศคือราคาที่ถูกกว่าและสามารถเลือกซื้อเฉพาะที่ต้องการได้อีกด้วย โดยรุ่นแรกของออฟฟิศประกอบไปด้วย เวิร์ด เอกเซล และพาวเวอร์พอยท์ และยังมีรุ่น "โปร (PRO)" ที่จะรวม แอคเซส และ สเคสดูลพลัส เข้าไปด้วย

2.1.1 ไมโครซอฟท์เอกซ์เซล (Microsoft Excel)

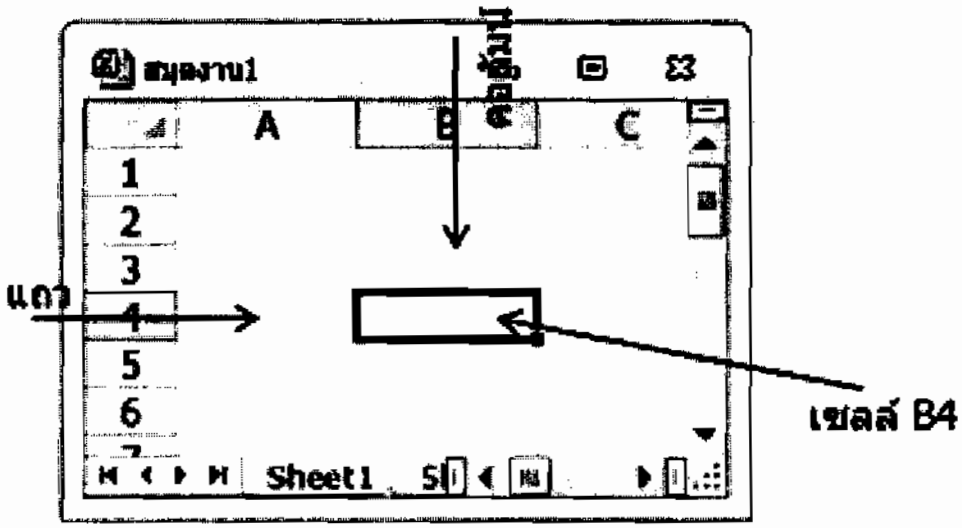
ไมโครซอฟท์เอกซ์เซล (Microsoft Excel) เป็นโปรแกรมประเภทสเปรดชีทหรือตารางคำนวณ (spreadsheet)ที่นิยมใช้ในการจัดการคำนวณ มีความสามารถในการคำนวณสูตรต่างๆ พร้อมทั้งฟังก์ชันที่ช่วยในการคำนวณทางคณิตศาสตร์อีกด้วย หรือจะจัดทำเป็นตารางงานก็ยิ่งสะดวกขึ้นไปอีก ซึ่งถือว่าเป็นโปรแกรมที่มีประโยชน์มากมายจริง ๆ สำหรับ Excel เวอร์ชัน 2010 จะมีความคล้ายกับ Microsoft Excel 2007 อยู่พอสมควร แต่ก็มีการพัฒนาเทคนิคการใช้งานบางประการเพื่อให้เราสามารถทำงานได้อย่างสะดวกมากขึ้น ความสามารถหนึ่งของโปรแกรมเอ็กเซลล์ที่สามารถพัฒนาให้โปรแกรมสามารถทำงานเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้มากกว่าเดิมก็คือ ความสามารถในการพัฒนาโปรแกรมด้วยการบันทึกการทำงาน(มาโคร) หรือการเขียนรหัสคำสั่ง Visual Basic for Application (VBA) เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้มากกว่าความสามารถพื้นฐานของโปรแกรม หรือสามารถทำงานได้ซับซ้อนขึ้น

2.2 เมนูและการใช้งาน

โปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมหนึ่ง ที่จัดอยู่ในชุด Microsoft Office โปรแกรม MS Excel มีชื่อเสียงในด้านการคำนวณเกี่ยวกับตัวเลขและการทำบัญชีต่างๆ การทำงานของโปรแกรมใช้ตารางตามแนวนอน (rows) และแนวตั้ง (columns) เป็นหลัก ซึ่งเราเรียกโปรแกรมในลักษณะนี้ว่าเป็น Spread Sheetไฟล์ของ Excel เปรียบเสมือนหนังสือ 1 เล่ม ที่ประกอบไปด้วยหน้าหลายๆ หน้า

Mahasarakham University

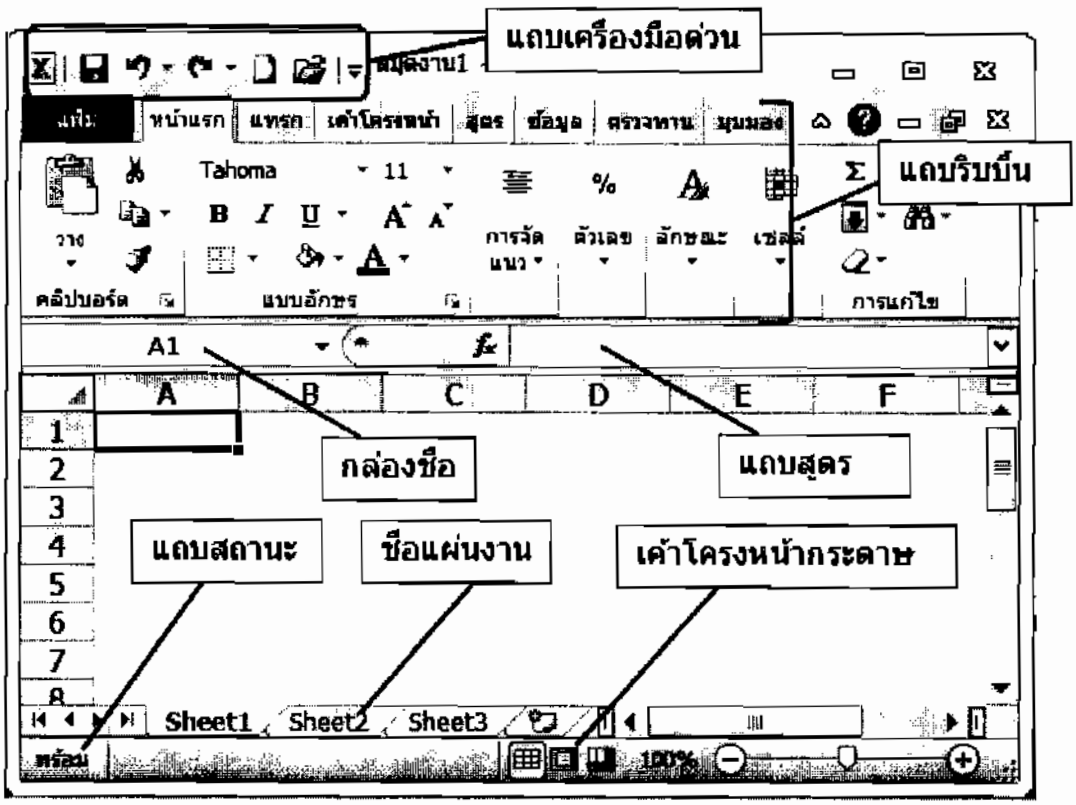
ไฟล์ของ Excel เรียกว่าเป็นสมุดงาน (Workbook) และในแต่ละหน้าเรียกว่าเป็นแผ่นงาน (Worksheet) ในแต่ละแผ่นงานจะแบ่งออกเป็นตาราง ซึ่งประกอบไปด้วยช่องตารางจำนวนมาก ซึ่งเรียกว่า เซลล์ (Cell) เซลล์คือส่วนตัดกันของแถวและคอลัมน์ในแผ่นงานหนึ่งๆของ Excel 2010 จะมีแถวทั้งหมด 1,048,576 แถว และจะมีคอลัมน์ทั้งหมดจำนวน 16,384 คอลัมน์ โดยเรียงชื่อตามตัวอักษรภาษาอังกฤษ ตั้งแต่ A จนถึง Z และต่อด้วย AA จนถึง AZ, BA จนถึง BZ ไปจนถึง XFD และในสมุดงานหนึ่งๆจะมีแผ่นงานได้จานวนมากขึ้นอยู่กับหน่วยความจำที่มีอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละช่องตารางหรือ Cell จะบรรจุข้อมูลต่างๆ เราพิมพ์ข้อมูลลงในช่องตารางแต่ละช่อง เช่น พิมพ์ข้อความ พิมพ์ตัวเลข เป็นต้น เมื่อเวลาจะอ้างอิงถึงข้อมูลเราก็อ้างอิงถึงช่องตารางโดยการระบุ คอลัมน์และแถว เช่น B4 หมายถึงช่องตารางที่ตรงกับ คอลัมน์ B และ แถวที่ 4 ดังภาพ



ภาพประกอบ 2.1 แสดงช่องตารางที่ตรงกับคอลัมน์ B และแถวที่ 4

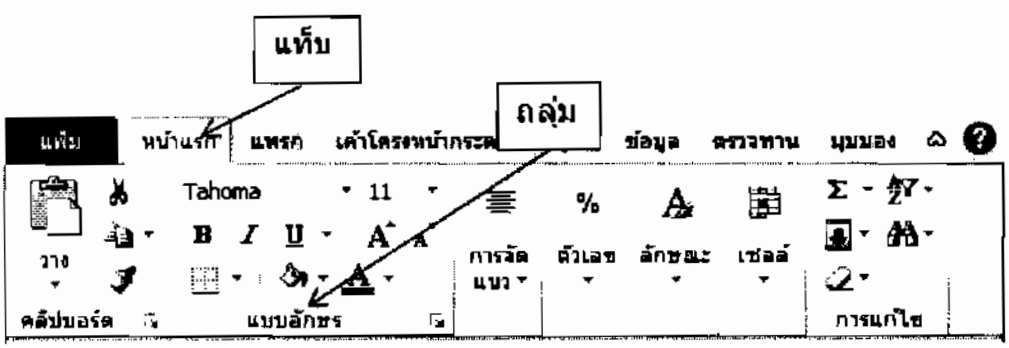
Mahasarakham University

หน้าจอของไมโครซอฟท์ Excel 2010 มีส่วนประกอบหลักที่ควรรู้จัก ดังนี้



ภาพประกอบ 2.2 แสดงหน้าจอหลักของไมโครซอฟท์ Excel 2010

ส่วนบนของหน้าจอคือแถบริบบิ้น ซึ่งประกอบไปด้วย แท็บต่าง ๆ โดยปกติจะมี จำนวน 7 แท็บ ได้แก่ หน้าแรก แทรก เค้าโครงหน้ากระดาษ สูตร ข้อมูล ตรวจทาน และมุมมอง และในแต่ละแท็บ จะประกอบไปด้วยกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งจะมีคำสั่งที่มักจะใช้ด้วยกัน รวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังภาพ



ภาพประกอบ 2.3 แสดงแถบริบบิ้น

Mahasarakham University

1. **แฟ้ม** แท็บแฟ้ม เป็นแท็บพิเศษไม่ถือเป็นแถบบนริบบิ้นเพราะใช้จัดการเกี่ยวกับไฟล์ หรือแฟ้ม เช่น การเปิด-ปิดไฟล์ การสร้างไฟล์ใหม่ การบันทึกไฟล์ ตลอดจนการตั้งค่าตัวเลือกต่าง ๆ เป็นต้น
2. **หน้าแรก** เป็นแท็บที่รวมลักษณะการใช้งานทั่ว ๆ ไป เช่น การคัดลอก การวาง การกำหนดตัวอักษร การจัดรูปแบบ การกรองข้อมูล ตลอดจนการค้นหาข้อมูล เป็นต้น
3. **แทรก** เป็นแท็บสำหรับแทรก ตาราง ภาพ รูปร่างอัตโนมัติ อักษรศิลป์ สัญลักษณ์ การเชื่อมโยง เป็นต้น
4. **เค้าโครงหน้ากระดาษ** เป็นแท็บสำหรับการตั้งค่ากระดาษเพื่อพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ เช่น ตั้งระยะขอบกระดาษ กำหนดขนาดกระดาษ พิมพ์แนวตั้งหรือแนวนอน เป็นต้น
5. **สูตร** ใช้แท็บนี้เมื่อต้องการคำนวณค่าต่าง ๆ เช่น การรวม การเรียกใช้สูตรของ Excel เป็นต้น
6. **ข้อมูล** แท็บนี้ใช้สาหรับการรับข้อมูลจากภายนอกเพื่อมาวิเคราะห์ใน Excel เช่น นำข้อมูลจากฐานข้อมูล Access เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้สำหรับการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก ๆ เช่น การเรียงข้อมูล การกรองข้อมูล การจัดกลุ่มข้อมูล เป็นต้น
7. **ตรวจทาน** เป็นแท็บหรับการตรวจตัวสะกดการันต์ ตลอดจนการจัดการเกี่ยวกับแผ่นงาน เช่น การป้องกันการแก้ไขข้อมูลบนแผ่นงาน เป็นต้น
8. **มุมมอง** เป็นแท็บสำหรับแสดงแผ่นงานในมุมมองต่างๆ เช่น แบบปกติ แบบเต็มหน้า กำหนดให้มีหรือไม่มีเส้นตาราง ย่อ/ขยาย ตลอดจนการแบ่งหน้าจอออกเป็นส่วนๆ เป็นต้น

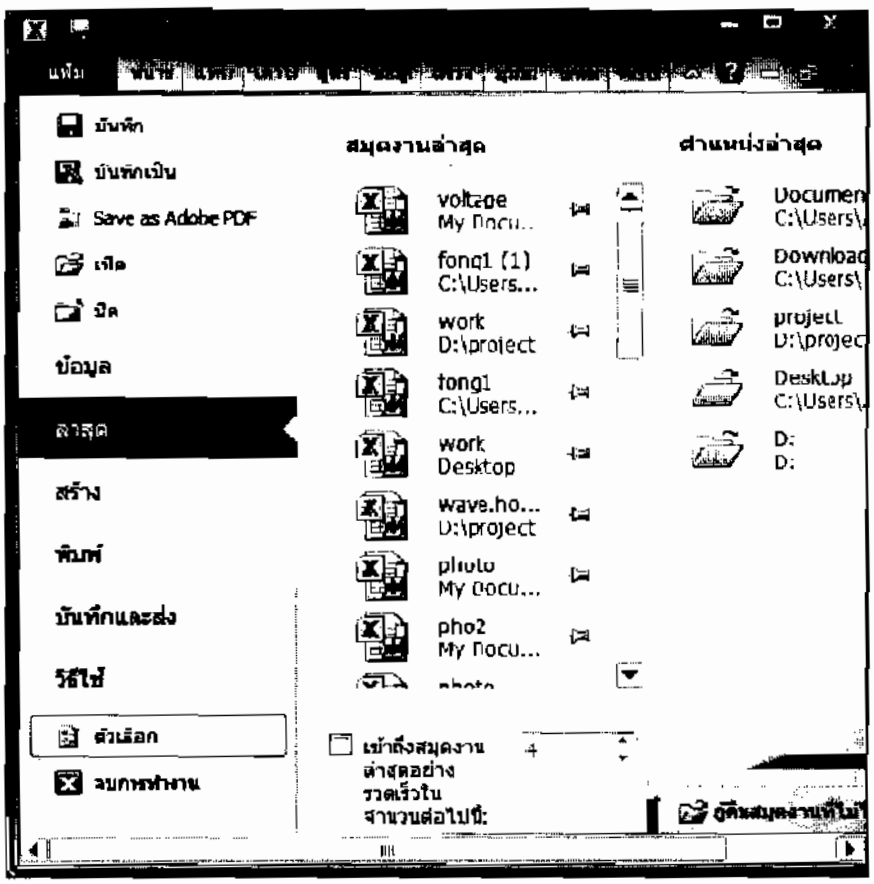
2.2.1 มาโคร

มาโคร คือ ชุดคำสั่งที่ช่วยในการทำงานต่างๆให้เป็นไปแบบอัตโนมัติอาจมีหนึ่งคำสั่งหรือมีมากกว่านั้น โดยที่แต่ละคำสั่งแสดงการปฏิบัติงานที่เฉพาะเจาะจะ เช่น การเปิดฟอร์มหรือการพิมพ์รายงาน โครงสร้างและการทำงานของมาโครจะแตกต่างจากการเขียนโปรแกรมที่พัฒนาจาก VBA เนื่องจากการทำงานของมาโครจะทำงานตามลำดับขั้น ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้ายตามลำดับ จะไม่มีการกระโดดไปทำงานใน Routineใด ๆก่อนซึ่งเป็นผลให้มาโครเหมาะกับโปรแกรมที่มีขนาดเล็กและมีการทำงานที่ไม่ซับซ้อนนักแต่อย่างไรก็ดีมาโครสามารถช่วยสร้างแอพลิเคชั่นต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมให้ยุ่งยาก

มาโครในไมโครซอฟท์เอกซ์เซล 2010 จะอยู่ในแถบคำสั่งนักพัฒนาให้ตรวจสอบให้แน่ใจว่าแท็บนักพัฒนา ปรากฏอยู่บน Ribbon ตามค่าเริ่มต้นแล้วแท็บนักพัฒนาจะไม่แสดงขึ้นบน Ribbon แต่คุณสามารถเพิ่มแท็บนี้ได้เมื่อคุณต้องการทำงานหรือใช้งาน ซึ่งตามค่าเริ่มต้นแล้วแท็บนักพัฒนาจะปรากฏขึ้นดังนั้นให้ทำดังต่อไปนี้

1. คลิกแท็บ **ไฟล์**
2. คลิก ตัวเลือก

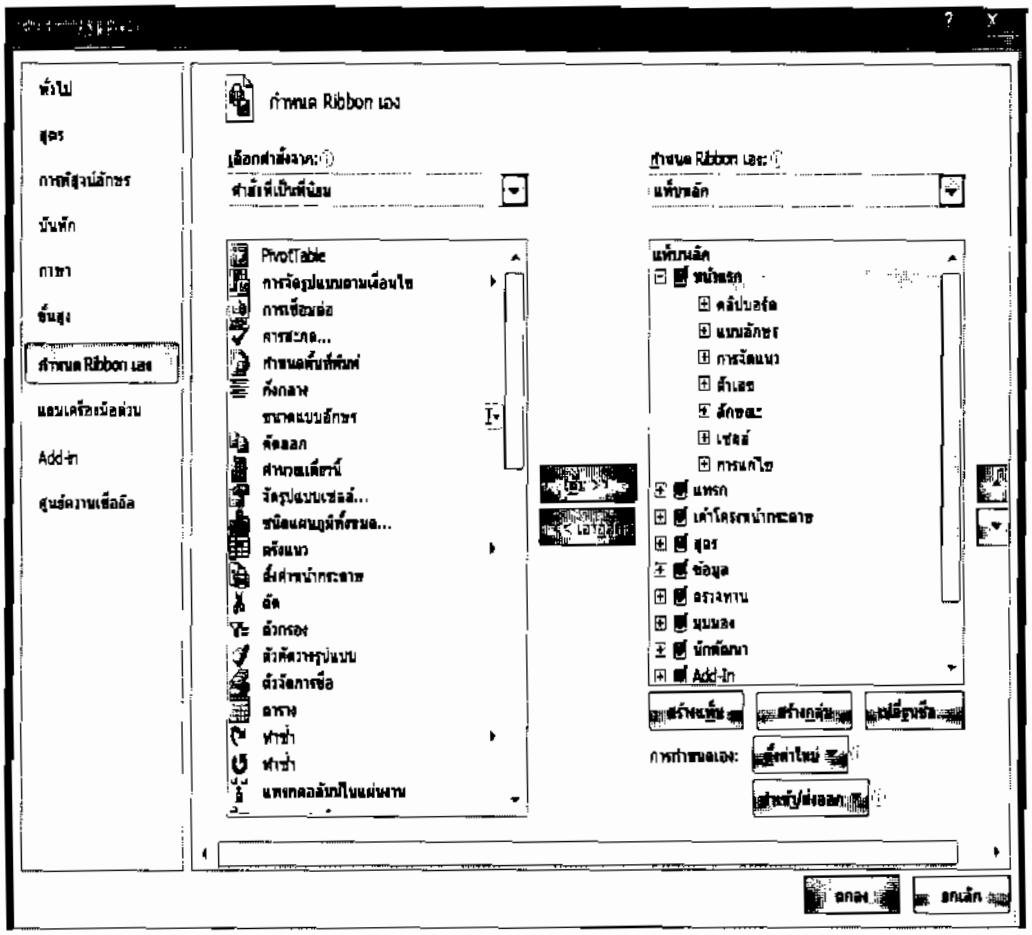
Mahasarakham University



ภาพประกอบ 2.4 แสดงขั้นตอนการเพิ่มแถบคำสั่งนักพัฒนา โดยคลิกที่ตัวเลือก

3. คลิก กำหนด Ribbon เอง

Mahasarakham University

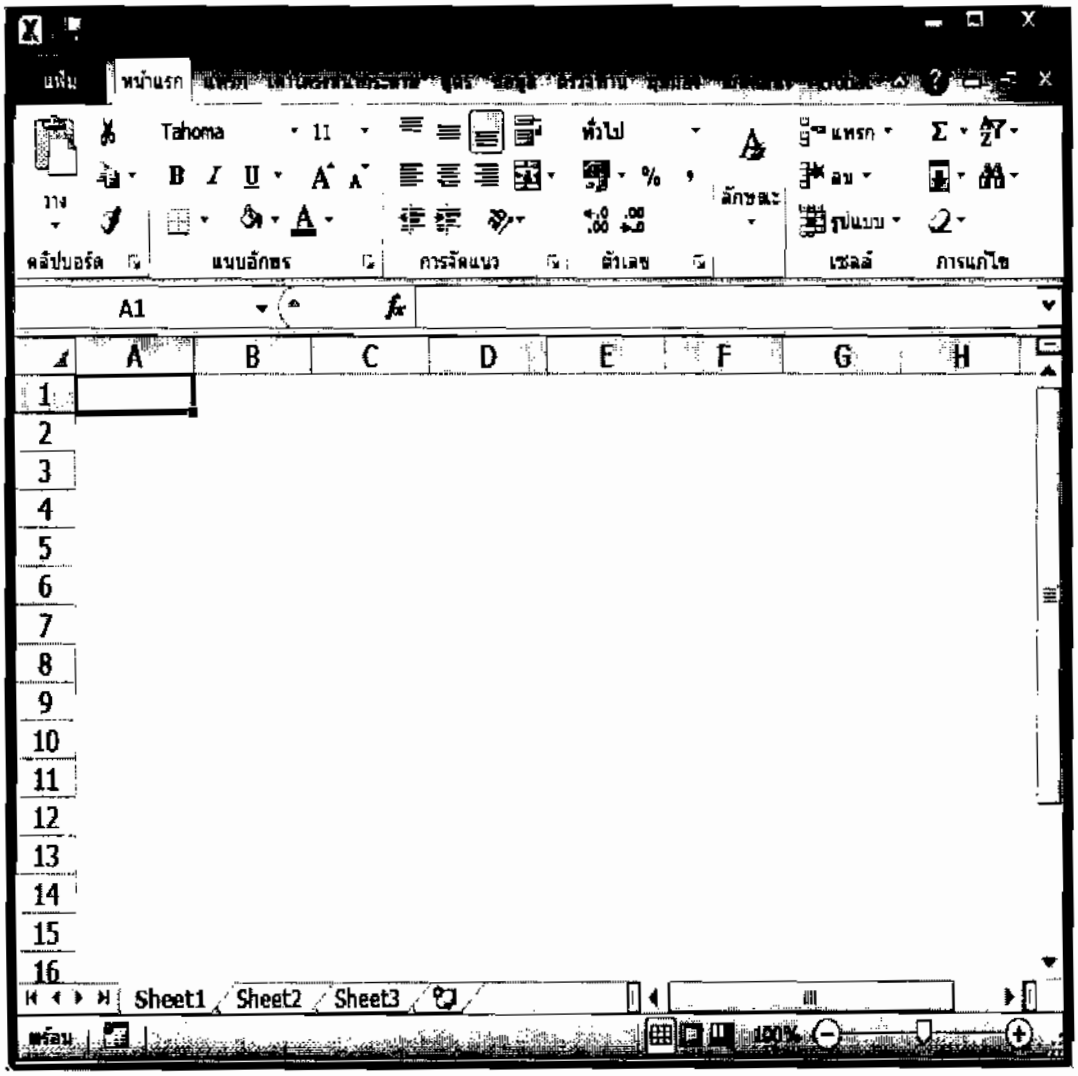


ภาพประกอบ 2.5 แสดงขั้นตอนการเพิ่มแถบคำสั่งนักพัฒนา โดยคลิกที่ กำหนด Ribbon เอง

4. ภายใต้ กำหนด Ribbon เอง และภายใต้ แท็บหลัก ให้เลือกกล่องกาเครื่องหมาย **นักพัฒนา**
5. คลิกตกลง

Mahasarakham University

6. แท็บนักพัฒนาจะปรากฏดังภาพ



ภาพประกอบ 2.6 แสดงแถบคำสั่งนักพัฒนา

Mahasarakham University

2.2.2 การสร้าง VBA มาโคร

การสร้างมาโครโดยการใช้รหัสคำสั่งสามารถทำได้ 2 วิธี

1. สร้างโดยการบันทึกการทำงาน (มาโคร)
2. การสร้างรหัสคำสั่งด้วยการเขียน VBA

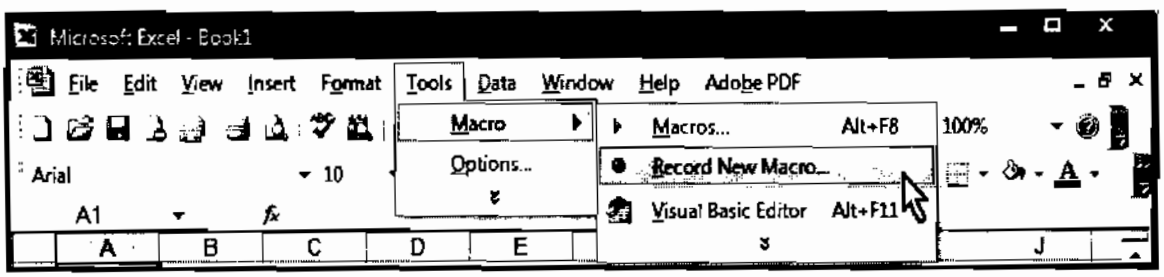
1 .สร้างโดยการบันทึกการทำงาน หรือที่เรียกว่า การบันทึกมาโคร

การใช้งานโปรแกรมเอ็กเซลล์ในบางครั้งผู้ใช้อาจต้องทำงานบางอย่างที่ซ้ำไปซ้ำมา หรือมีลักษณะการทำงานแบบวนรอบ ดังนั้นการทำงานแบบ manual ที่ซ้ำไปซ้ำมา อาจก่อให้เกิดความล่าช้า ความเบื่อหน่าย และอาจก่อให้เกิดความผิดพลาด ที่เรียกว่า human error ดังนั้น การสร้างมาโคร หรือการบันทึกการทำงานที่ทำซ้ำไปซ้ำมา ก็จะช่วยให้ปัญหาต่างๆ เหล่านั้นลดน้อยลงไป

การเขียนมาโครนั้น แท้จริงแล้วก็คือการสร้างรหัสคำสั่ง นั่นเอง เพราะเนื้อในของมาโครก็คือรหัสคำสั่ง VBA แต่เป็นการสร้างรหัสคำสั่งที่ไม่ต้องเขียนคำสั่ง เพียงแต่ใช้การบันทึกการทำงาน จากนั้นโปรแกรมก็จะแปลงเป็นรหัสคำสั่งให้อัตโนมัติ ซึ่งมีความสะดวก รวดเร็ว และเหมาะกับผู้ใช้ที่ไม่สามารถเขียนโปรแกรมคำสั่งได้ แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของความยืดหยุ่น ความซับซ้อน เมื่อผู้ใช้ต้องการให้มีเงื่อนไขต่างๆ ในการประมวลผล

การบันทึกมาโครสามารถทำได้ดังนี้

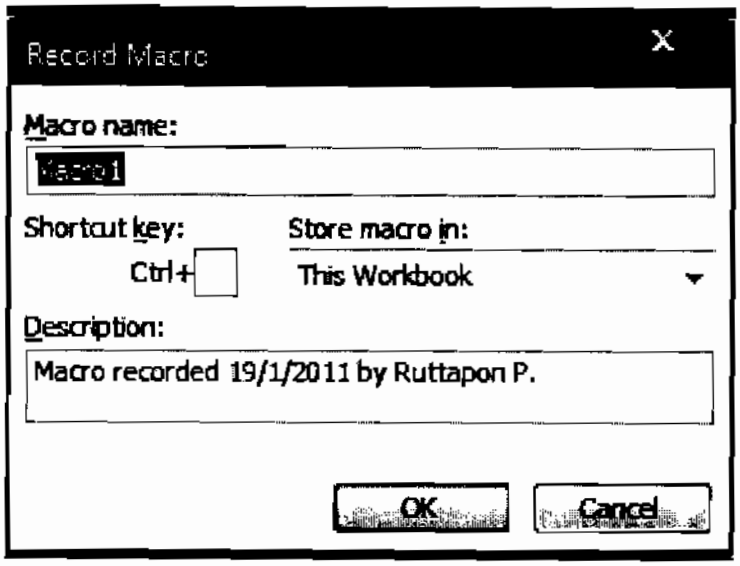
1.Tools>Macro>Record New Macro...



ภาพประกอบ 2.7 แสดงการสร้าง Macro โดยใช้คำสั่ง Record Macro

2. ไดอะล็อก Record Macro จะปรากฏขึ้น ให้ทำการตั้งชื่อมาโครในช่อง Macro name:

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 2.8 แสดงการเรียก Macro มาใช้งาน

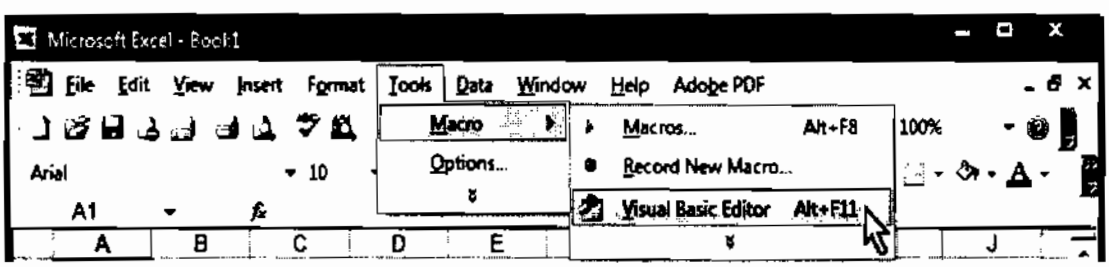
3. ดำเนินการบันทึก ด้วยการทำงานใดๆ บนแผ่นงาน (work sheet)

4. หยุดบันทึกการทำงาน

2. การสร้างรหัสคำสั่งด้วยการเขียน VBA

การสร้างรหัสคำสั่งด้วยการเขียน VBA เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาโปรแกรมให้สามารถตอบสนองให้โปรแกรมทำงานได้ตามต้องการและมีความยืดหยุ่นและซับซ้อนได้มากกว่าการบันทึกมาโคร โดยมีวิธีการดังนี้

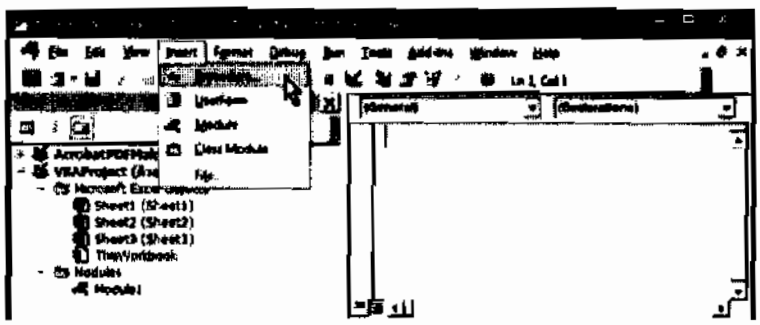
1.เปิดหน้าต่าง Visual Basic Editor ขึ้นมา โดยการคลิกที่เมนูบาร์เลือก Tools>Macro>Visual Basic Editor ดังรูป



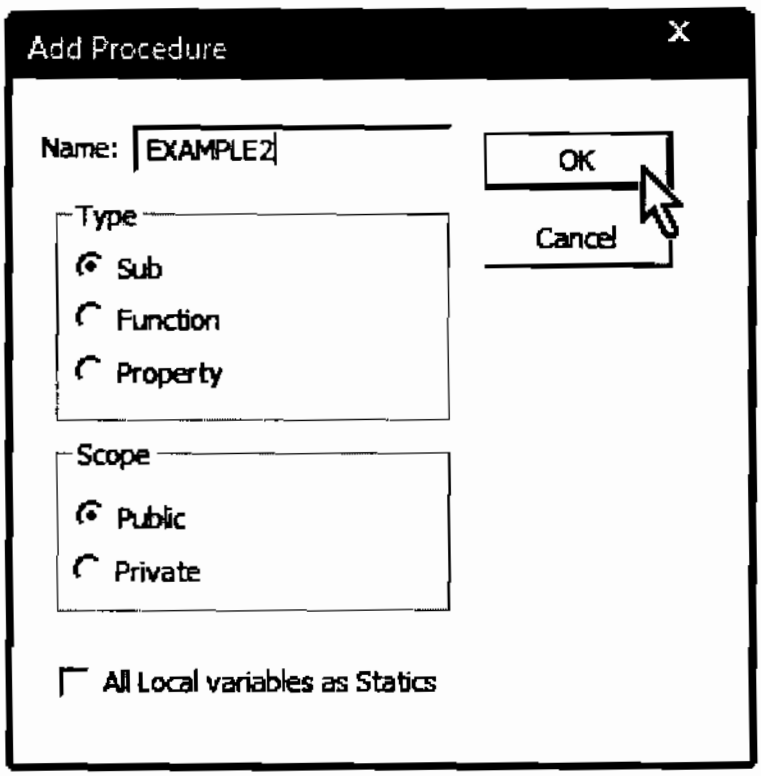
ภาพประกอบ 2.9 แสดงการสร้าง Macro โดยใช้คำสั่ง Visual Basic Editor

2.เมื่อหน้าต่าง Visual Basic Editor ปรากฏขึ้นมา ให้คลิกเลือก Insert>Module จะมี Module1 ปรากฏขึ้นมา ให้คลิกที่เมนูบาร์อีกครั้ง คลิกเลือก Insert>Procedure..จะมีไดอะล็อก Add Procedure ปรากฏขึ้นมา ให้ตั้งชื่อโปรแกรมในช่อง Name ซึ่งในตัวอย่างตั้งชื่อเป็น EXAMPLE2

Mahasarakham University

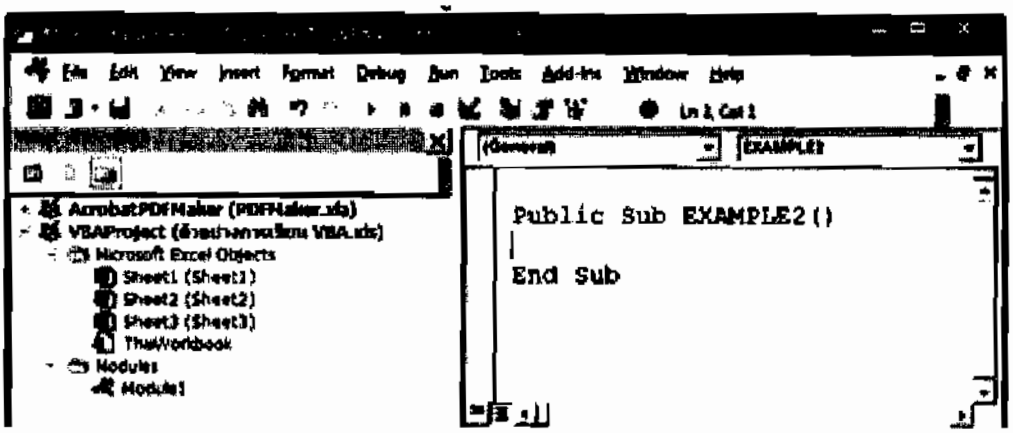


ภาพประกอบ 2.10 แสดงการสร้างไดอะล็อก Add Procedure



ภาพประกอบ 2.11 แสดงหน้าต่างไดอะล็อก Add Procedure

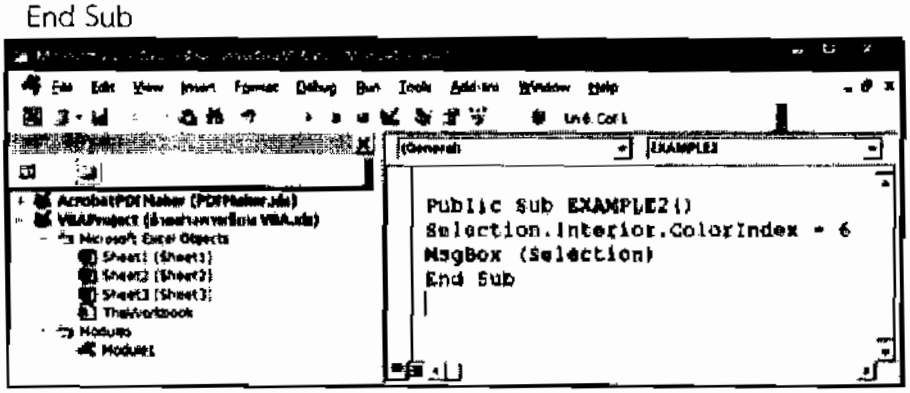
Mahasarakham University



ภาพประกอบ 2.12 แสดงหน้าต่างสำหรับเขียนคำสั่ง

3.ให้พิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องว่าง ระหว่าง Public Sub EXAMPLE2() กับ End Sub

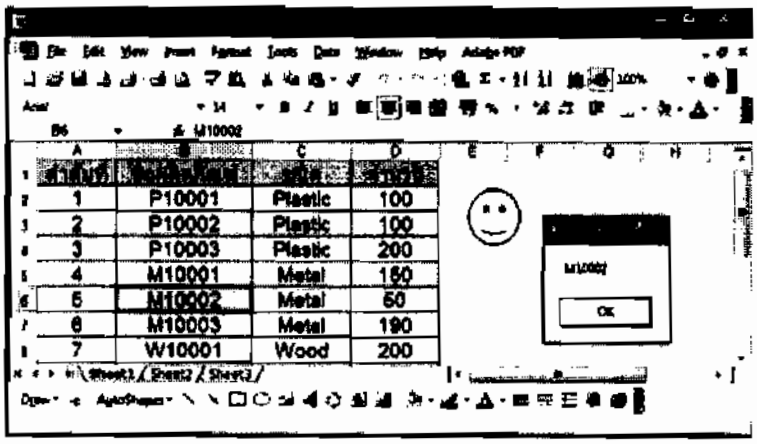
```
Public Sub EXAMPLE2()
Selection.Interior.ColorIndex = 6
MsgBox (Selection)
End Sub
```



ภาพประกอบ 2.13 แสดงการเขียนโค้ดคำสั่ง

4.กลับไปที่หน้าต่างเวิร์คชีทเอ็กเซลล์ เพื่อทดสอบโปรแกรม ด้วยการสร้างวัตถุ เช่น รูปหน้ายิ้ม ปุ่ม หรือไอคอน ต่างๆ แล้วกำหนดโปรแกรมให้กับวัตถุ ซึ่งมีวิธีการเหมือนกับตัวอย่างที่ 1 จากนั้นลองคลิกเลือกชื่อผลิตภัณฑ์ในข้อมูลตัวอย่าง แล้วกดที่รูปหน้ายิ้ม จะเห็นว่าเซลล์ที่คลิกเลือกจะมีสีที่เซลล์และมีไดอะล็อกแสดงข้อความที่อยู่ในเซลล์ที่เลือก

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 2.14 แสดงผลไดอะล็อกแสดงข้อความที่อยู่ในเซลล์ที่เลือก

การเรียกใช้โปรแกรม

โปรแกรมหรือมาโครต่างๆ ที่ได้สร้างไว้ สามารถเรียกขึ้นมาใช้ หรือทดสอบได้ โดยมีวิธีการดังนี้

1.วิธีใช้ปุ่มคำสั่ง Run

2.วิธีการกำหนดโปรแกรมให้กับวัตถุ เช่น รูปภาพ ปุ่ม หรือไอคอนต่างๆ

3.วิธีการสร้างเป็นคำสั่งในเมนูบาร์ (Menu Bar)

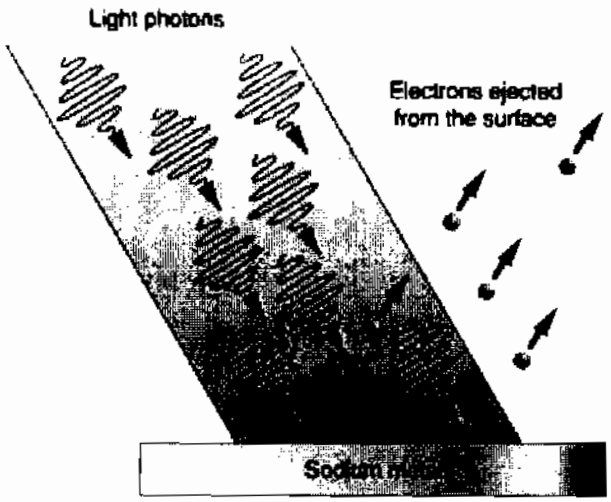
4.วิธีการสร้างทูลบาร์ขึ้นมาใหม่ (Tool Bar)

5.วิธีการสร้างคีย์ลัด (Shotcut Key)

2.3 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อแสงที่อยู่ในบางช่วงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบโลหะแล้วมีอิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะ ผู้ค้นพบคนแรกคือ เฮิรทซ์ (H. Hertz) ในปี ค.ศ. 1887 ขณะที่เขาทำการทดลองเพื่อสนับสนุนทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ (Maxwell's Electromagnetic Theory) และในปี ค.ศ. 1905ไอน์สไตน์ (A. Einstein) ได้สร้างสมการขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกโดยใช้สมมติฐานของพลังค์ มาประยุกต์กับการแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ต่อมาในปี ค.ศ. 1916 มิลิแกน (R.A. Millikan) ได้ทำการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกอย่างสมบูรณ์ ผลการทดลองพบว่าสอดคล้องกับสมการของไอน์สไตน์เป็นอย่างดีเมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบลงลนผิวโลหะดังแสดงในรูปที่ 1 ปรากฏว่าถ้าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่ามากกว่าความถี่ขีดเริ่ม (threshold frequency) ค่าหนึ่งจะสามารถทำให้อิเล็กตรอนภายในโลหะหลุดออกมาได้ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก" (photoelectric effect) และอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาโดยกระบวนการนี้เรียกว่า "โฟโตอิเล็กตรอน" (photoelectron)

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 2.15 แผนภาพการเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

กระบวนการการปลดปล่อยโฟโตอิเล็กตรอนเกิดขึ้นเมื่ออิเล็กตรอนที่อยู่ภายในโลหะดูดกลืนพลังงานจากโฟตอนที่ตกกระทบ โดยพลังงานที่ตกกระทบนั้นมีพลังงานมากพอที่จะเอาชนะพลังงานที่ยึดเหนี่ยวอิเล็กตรอนนั้นไว้อยู่ พลังงานยึดเหนี่ยวนี้มีชื่อว่า "เวิร์กฟังก์ชัน" (work function) กล่าวได้อีกอย่างหนึ่งคือโฟตอนที่ตกกระทบผิวโลหะจะต้องมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับค่าเวิร์กฟังกชันเพื่อจะทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นได้ ค่าของเวิร์กฟังก์ชันนี้มีค่าแตกต่างกันไปสำหรับโลหะแต่ละชนิด
ผลการทดลองที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกสามารถสรุปได้เป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้
(1) สำหรับโลหะชนิดหนึ่ง ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบจะต้องมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่มเพื่อจะทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกได้ ถ้าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบมีความถี่ต่ำกว่าความถี่ขีดเริ่ม จะไม่เกิดโฟโตอิเล็กตรอนขึ้น
(2) ในกรณีที่ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (นั่นคือมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม) อัตราการเกิดโฟโตอิเล็กตรอนจะแปรผันตามความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบ
(3) ในกรณีที่ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนแปรผันตามความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบ แต่ไม่ขึ้นกับความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่อย่างใดจากผลการทดลอง สิ่งที่น่าสนใจในปรากฏการณ์นี้คือโฟโตอิเล็กตรอนจะเกิดหรือไม่ ขึ้นกับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบแต่ไม่ขึ้นกับความเข้มและจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นกับความเข้มคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่ออธิบายสิ่งที่ได้จากการทดลองดังกล่าว อัลเบิร์ต ไอนส์ไตน์ เสนอทฤษฎีที่มองว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความเป็นอนุภาคอยู่ เราเรียกอนุภาคของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้ว่า "**โฟตอน**" (photon) โดยพลังงานของโฟตอนแต่ละตัว (E) ขึ้นอยู่กับความถี่ของแสง (ν) โดยมีค่าเท่ากับ

$$E = h\nu \qquad (1)$$

โดย h คือค่าคงที่ของพลังค์ มีค่าเท่ากับ h = 6.626x10-34 J.s

Mahasarakham University

โดยในลำแสงหนึ่งที่มีความถี่เดียวจะมีโฟตอนได้มากมายโดยที่โฟตอนแต่ละตัวมีพลังงานเท่ากัน เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นจำนวนโฟตอนก็จะมากขึ้นตามไปด้วย

เราสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ขีดเริ่มกับเวิร์กฟังก์ชันได้ดังนี้ เนื่องจากพลังงานของโฟตอนที่น้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนได้ต้องมีค่าเท่ากับเวิร์กฟังก์ชัน ถ้าเราให้เวิร์กฟังก์ชันมีค่าเท่ากับ ϕ นั่นหมายความว่า พลังงานของโฟตอนที่น้อยที่สุด (E_0) ต้องมีค่าเท่ากับ

$$E_0 = \phi \qquad (2)$$

แต่เนื่องจากพลังงานของโฟตอนขึ้นกับความถี่ตามสมการที่ 1 นั่นหมายความว่าความถี่ของโฟตอนที่มีพลังงาน E_0 จะมีค่าเท่ากับ

$$E_0 = h\nu_0 = \phi \qquad (3)$$

โดย ν_0 ก็คือความถี่ขีดเริ่มนั่นเอง

ในกรณีที่ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม (นั่นก็คือโฟตอนมีพลังงานสูงกว่าค่าเวิร์กฟังก์ชัน) พลังงานส่วนที่มากกว่าค่าเวิร์กฟังก์ชันจะเป็นพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน (KE) เราสามารถเขียนออกมาเป็นสมการได้ดังนี้

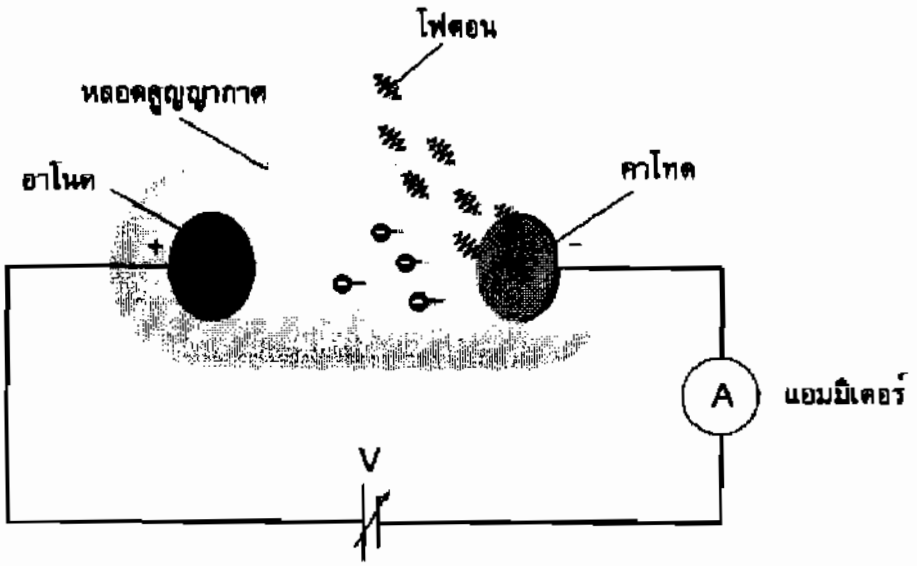
$$KE_{max} = h\nu - \phi = h\nu - h\nu_0 \qquad (4)$$

โดยจะสังเกตได้ว่าสัญลักษณ์ของพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนมีตัวห้อย max อยู่ ซึ่งเป็นการบอกว่าพลังงานจลน์นี้เป็นค่าพลังงานจลน์สูงที่สุดที่เป็นไปได้ของโฟโตอิเล็กตรอน เหตุที่เป็นค่าสูงสุดเพราะสมการที่ 4 อธิบายกรณีที่พลังงานส่วนที่เกินทั้งหมดถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน แต่ในความเป็นจริงแล้วโฟโตอิเล็กตรอนบางตัวอาจสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งไปกับกระบวนการอื่นๆ ได้ด้วย

อุปกรณ์ชิ้นสำคัญในการทดลองนี้คือหลอดสูญญากาศที่มีโลหะภายในเป็นขั้วคาโทด และมีขั้วอาโนดสำหรับรับโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากโลหะขั้วแคโทดดังแสดงในรูปที่ 2 ขั้วทั้งสองต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดความต่างศักย์ที่ปรับค่าได้ โดยเราสามารถปรับความต่างศักย์นี้ให้ขั้วอาโนดมีศักย์สูงกว่าหรือต่ำกว่าขั้วแคโทดก็ได้

พิจารณากรณีที่เราปรับให้ขั้วอาโนดมีศักย์สูงกว่าขั้วแคโทด (อาโนดมีศักย์เป็นบวก ส่วนแคโทดมีศักย์เป็นลบ) ในกรณีที่มีโฟโตอิเล็กตรอนเกิดขึ้น โฟโตอิเล็กตรอนเหล่านี้ก็จะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วอาโนดได้และเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรที่สามารถวัดค่าได้โดยแอมมิเตอร์ที่ติดตั้งไว้ (เราอาจเรียกกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการเคลื่อนที่ของโฟโตอิเล็กตรอนว่าphotocurrent) ค่ากระแสไฟฟ้านี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้น เนื่องจากจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นกับจำนวนโฟตอนที่ตกกระทบและเราทราบแล้วว่ายิ่งจำนวนโฟตอนมากหมายความว่าความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สูง เพราะฉะนั้นกระแสไฟฟ้าในวงจรย่อมขึ้นกับความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบ

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 2.16 เครื่องมือที่ใช้แสดงปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

ถัดมาพิจารณากรณีที่เราปรับให้ขั้วอาโนดมีศักย์ต่ำกว่าขั้วแคโทด ในกรณีนี้โฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะถูกเหนี่ยวรั้งให้เคลื่อนที่เข้าหาขั้วอาโนดยากขึ้น ยิ่งเราทำให้ขนาดของความต่างศักย์มากขึ้นเท่าไร จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่วิ่งถึงขั้วอาโนดก็ยิ่งน้อยลงเท่านั้น จนในที่สุดเมื่อความต่างศักย์มีค่ามากถึงขนาดที่ แม้แต่อิเล็กตรอนตัวที่มีพลังงานจลน์สูงสุดก็ไม่สามารถไปถึงขั้วอาโนดได้ กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากแอมมิเตอร์จะเป็นศูนย์ เราเรียกความต่างศักย์ค่านี้ว่า "ความต่างศักย์หยุดยั้ง"(stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 การวัดค่าความต่างศักย์หยุดยั้งช่วยให้เราสามารถหาค่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนได้ ทั้งนี้เพราะที่ความต่างศักย์หยุดยั้งนี้หมายความว่าพลังงานไฟฟ้าที่เราให้เข้าไปมีขนาดเท่ากับพลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอนพอดี พลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จากผลคูณระหว่างประจุไฟฟ้ากับความต่างศักย์ เพราะฉะนั้นสำหรับอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้า e จะได้ว่า

$$KE_{max} = eV_o \qquad (5)$$

อาศัยสมการที่ 4 เราสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่ของแสงที่ตกกระทบได้เป็น

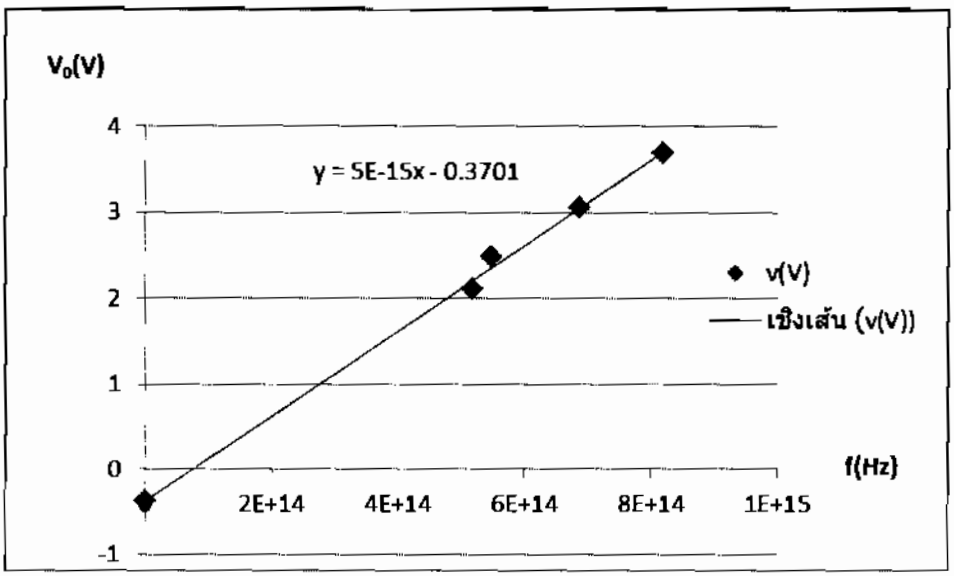
$$eV_o = h\nu - \Phi \qquad (6)$$

หรือ

$$V_o = (h/e)\nu - (\Phi/e) \qquad (7)$$

นั่นคือถ้าเราเขียนกราฟระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้ง (V_0) กับความถี่ (V) แสงตกกระทบจะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ h/e ในขณะที่จุดตัดแกน y จะบอกค่า Φ/e ดังแสดงในรูปที่ 3

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 2.17 กราฟระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่ของโฟตอน

โดยอาศัยค่าประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนที่รู้ค่าอยู่แล้ว เราสามารถทำการวัดความถี่ของโฟตอนกับความต่างศักย์หยุดยั้งแล้วนำมาเขียนกราฟเพื่อหาค่าคงที่ของพลังค์และเวิร์กฟังก์ชันของโลหะที่ใช้ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกได้

Mahasarakham University

2.4 ค่า Work Functions for Photoelectric Effect

Element	Work Function(eV)
Aluminum	4.08
Beryllium	5.0
Cadmium	4.07
Calcium	2.9
Carbon	4.81
Cesium	2.1
Cobalt	5.0
Copper	4.7
Gold	5.1
Iron	4.5
Lead	4.14
Magnesium	3.68
Mercury	4.5
Nickel	5.01
Niobium	4.3
Potassium	2.3
Platinum	6.35
Selenium	5.11
Silver	4.73
Sodium	2.28
Uranium	3.6
Zinc	4.3

ตาราง 1 **แสดงค่า** Work Functions for Photoelectric Effect

Mahasarakham University

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในโครงงานนี้ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริก ข้อดีของโปรแกรมนี้คือ มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาของระบบงานที่หลากหลายประเภท การพัฒนาอัลกอริทึม โดยที่ในการทำงานจะเกี่ยวข้องกับการคำนวณข้อมูลต่างๆ ซึ่งในการจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติคณิตศาสตร์ และด้านอื่นๆ ซึ่งการสร้างแบบจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริกนี้จะแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

เงื่อนไขที่ใช้ในการจำลอง

ประจุของอิเล็กตรอน $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C

อัตราเร็วแสงในสุญญากาศ $c = 3.00 \times 10^{8}$ m/sk

ค่าคงที่ของแพลงค์ $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J.s

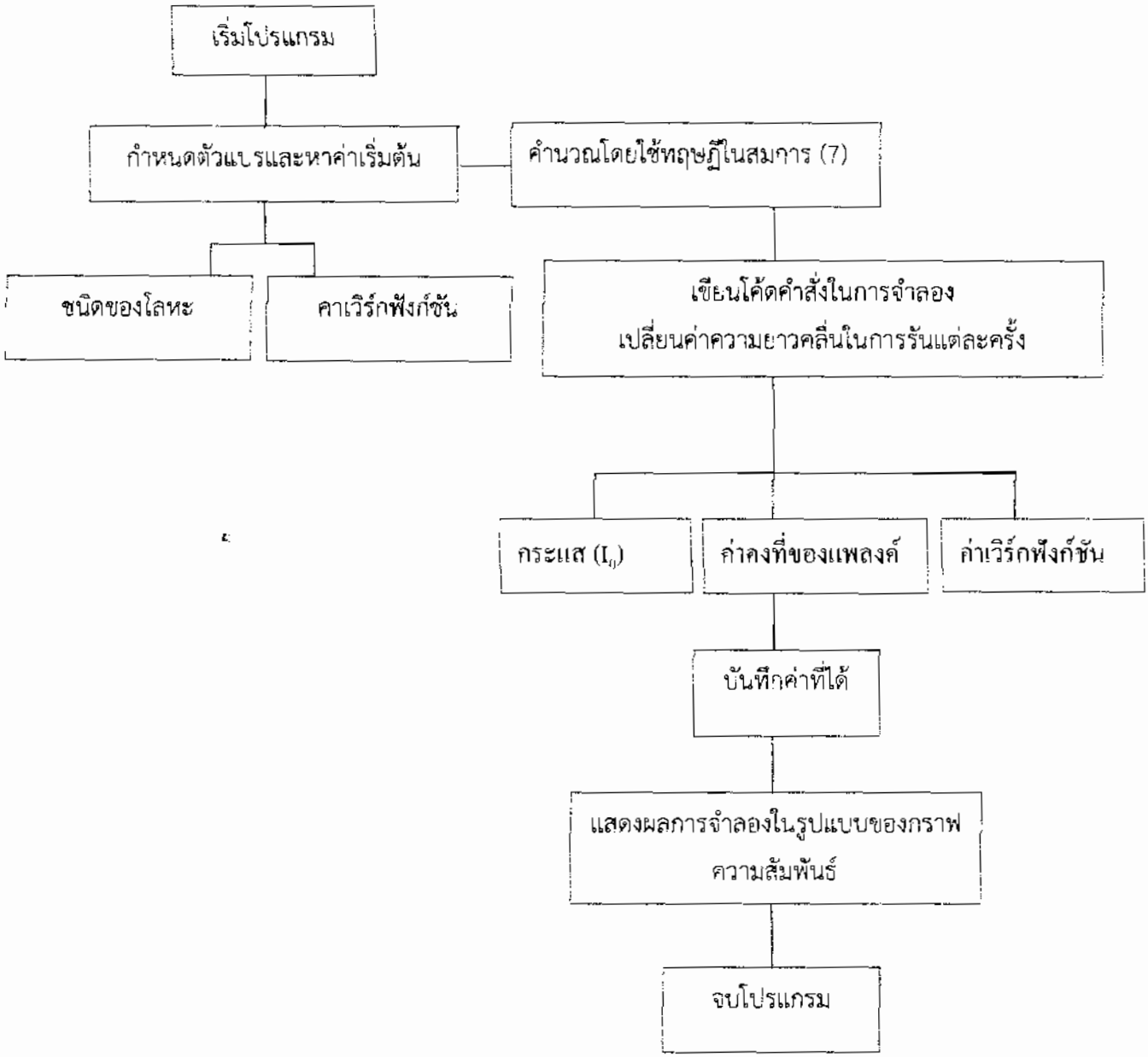
ความยาวคลื่น (λ) $\lambda = 366$ nm , $\lambda = 436$ nm , $\lambda = 546$ nm , $\lambda = 578$ nm

ค่าเวิร์กฟังก์ชัน (work function)

- อะลูมิเนียม 4.08 eV
- แคลเซียม 2.9 eV
- ซีเซียม 2.1 eV
- คาร์บอน 4.81 eV

Mahasarakham University

3.1 ทำการจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริก



ภาพประกอบ 3.1 แสดงแผนผังขั้นตอนการทำการจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริก

Mahasarakham University

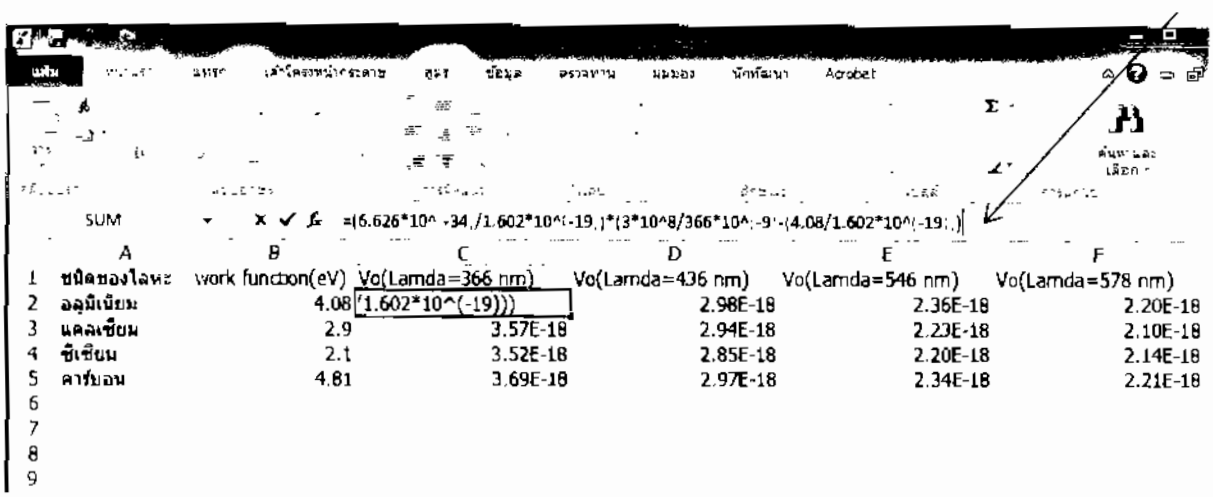
3.2 ทำการจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริกในเอ็กเซล

1. กำหนดตัวแปรเริ่มต้น

	A	B	C	D	E	F
1	ชนิดของโลหะ	work function(eV)	Vo(Lamda=366 nm)	Vo(Lamda=436 nm)	Vo(Lamda=546 nm)	Vo(Lamda=578 nm)
2	อลูมิเนียม	4.08				
3	แคลเซียม	2.9				
4	ซีเซียม	2.1				
5	คาร์บอน	4.81				
6						
7						
8						
9						

ภาพประกอบ 3.2 แสดงการกำหนดตัวแปรเริ่มต้น

2. กำหนดค่าเริ่มต้น



	A	B	C	D	E	F
1	ชนิดของโลหะ	work function(eV)	Vo(Lamda=366 nm)	Vo(Lamda=436 nm)	Vo(Lamda=546 nm)	Vo(Lamda=578 nm)
2	อลูมิเนียม	4.08	1.602*10^(-19)))	2.98E-18	2.36E-18	2.20E-18
3	แคลเซียม	2.9	3.57E-18	2.94E-18	2.23E-18	2.10E-18
4	ซีเซียม	2.1	3.52E-18	2.85E-18	2.20E-18	2.14E-18
5	คาร์บอน	4.81	3.69E-18	2.97E-18	2.34E-18	2.21E-18
6						
7						
8						
9						

จากลูกศรสีแดงจะกำหนดค่าจาก สมการ $V_o = (h/e)\nu - (\phi/e)$

โดยที่ $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C

$c = 3.00 \times 10^{8}$ m/sk

$h = 6.626 \times 10^{-34}$ J.s

$\lambda = 366$ nm , $\lambda = 436$ nm , $\lambda = 546$ nm , $\lambda = 578$ nm

$\nu = c/\lambda$

ภาพประกอบ 3.3 แสดงการกำหนดค่าเริ่มต้น

Mahasarakham University

3.3 หาค่ากระแสให้เข้าใกล้ 0 หรือเท่ากับ 0 โดยการเขียนโค้ดคำสั่ง

3.3.1 เริ่มจากโลหะชนิดแรกคือ อะลูมิเนียม และ ความยาวคลื่นที่ 366 nm

	A	B
1	Vo(V)Lamda=366(nm)	Io(mA)
2	0	0.003
3	0.1	0.003
4	0.2	0.002996
5	0.3	0.002987
6	0.4	0.002973
7	0.5	0.002955
8	0.6	0.002933
9	0.7	0.002906
10	0.8	0.002874
11	0.9	0.002838
12	1	0.002798
13	1.1	0.002753
14	1.2	0.002703
15	1.3	0.002649
16	1.4	0.002591
17	1.5	0.002528
18	1.6	0.00246
19	1.7	0.002388
20	1.8	0.002312
21	1.9	0.002231
22	2	0.002145
23	2.1	0.002055
24	2.2	0.001961
25	2.3	0.001862
26	2.4	0.001758
27	2.5	0.00165
28	2.6	0.001538
29	2.7	0.001421
30	2.8	0.001299
31	2.9	0.001173
32	3	0.001043
33	3.1	0.000908
34	3.2	0.000768
35	3.3	0.000624
36	3.4	0.000476
37	3.5	0.000323
38	3.6	0.000165
39		

```
Public Sub voltage()
Dim j As Integer
Dim Io, Vmax, Vo, Imax As Double
Imax = 0.003
Vmax = 3.65
Imin = 0.00001
dv = 0.1
Worksheets("sheet2").Cells(1, 1).Value =
"v(V)Lamda=366(nm)"
 Worksheets("sheet2").Cells(1, 1 + 1).Value =
"Io(mA)"
j = 2
v = 0
i = Imax
r = 0.015 * Imax
Do While v <= Vmax
 Worksheets("sheet2").Cells(j, 1).Value = v
 Worksheets("sheet2").Cells(j, 2).Value = i
 i = i - v * r
 v = v + 0.1
 j = j + 1
 Loop
End Sub
```

ภาพประกอบ 3.4 แสดงการหาค่ากระแสของความยาวคลื่นที่ 366 nm

Mahasarakham University

3.3.2เปลี่ยนความยาวคลื่นเป็น 436 nm

	Vo(V)Lamda=436(nm)	Io(mA)
2	0	0.003
3	0.1	0.003
4	0.2	0.002993
5	0.3	0.002979
6	0.4	0.002959
7	0.5	0.002931
8	0.6	0.002897
9	0.7	0.002855
10	0.8	0.002807
11	0.9	0.002752
12	1	0.00269
13	1.1	0.002621
14	1.2	0.002545
15	1.3	0.002462
16	1.4	0.002372
17	1.5	0.002276
18	1.6	0.002172
19	1.7	0.002062
20	1.8	0.001944
21	1.9	0.00182
22	2	0.001689
23	2.1	0.001551
24	2.2	0.001406
25	2.3	0.001254
26	2.4	0.001096
27	2.5	0.00093
28	2.6	0.000758
29	2.7	0.000578
30	2.8	0.000392
31	2.9	0.000199
32		

```
Public Sub voltage2()
Dim j As Integer
Dim Io, Vmax, Vo, Imax As Double
Imax = 0.003
Vmax = 2.98
Imin = 0.00001
dv = 0.1
 Worksheets("sheet2").Cells(1, 3).Value =
"v(V)Lamda=436(nm)"
 Worksheets("sheet2").Cells(1, 4).Value =
"Io(mA)"
 j = 2
 v = 0
 i = Imax
 r = 0.023 * Imax
 Do While v <= Vmax
  Worksheets("sheet2").Cells(j, 3).Value = v
  Worksheets("sheet2").Cells(j, 4).Value = i
  i = i - v * r
  v = v + 0.1
  j = j + 1
  Loop
End Sub
```

ภาพประกอบ 3.5 แสดงการหาค่ากระแสของความยาวคลื่นที่ 436 nm

Mahasarakham University

3.3.3 เปลี่ยนความยาวคลื่นเป็น 546 nm

	Vo(V)Lamda=546(nm)	Io(mA)
2	0	0.003
3	0.1	0.003
4	0.2	0.002989
5	0.3	0.002967
6	0.4	0.002933
7	0.5	0.002889
8	0.6	0.002834
9	0.7	0.002767
10	0.8	0.002689
11	0.9	0.0026
12	1	0.002501
13	1.1	0.00239
14	1.2	0.002267
15	1.3	0.002134
16	1.4	0.00199
17	1.5	0.001835
18	1.6	0.001668
19	1.7	0.00149
20	1.8	0.001302
21	1.9	0.001102
22	2	0.000891
23	2.1	0.000669
24	2.2	0.000436
25	2.3	0.000192
26		

```
Public Sub voltage3()
Dim j As Integer
Dim Io, Vmax, Vo, Imax As Double
Imax = 0.003
Vmax = 2.36
Imin = 0.00001
dv = 0.1
 Worksheets("sheet2").Cells(1, 5).Value =
"v(V)Lamda=546(nm)"
 Worksheets("sheet2").Cells(1, 6).Value = "Io(mA)"
 j = 2
 v = 0
 i = Imax
 r = 0.037 * Imax
 Do While v <= Vmax
  Worksheets("sheet2").Cells(j, 5).Value = v
  Worksheets("sheet2").Cells(j, 6).Value = i
  i = i - v * r
  v = v + 0.1
  j = j + 1
  Loop
End Sub
```

ภาพประกอบ 3.6 แสดงการหาค่ากระแสของความยาวคลื่นที่ 546 nm

Mahasarakham University

3.3.4 เปลี่ยนความยาวคลื่นเป็น 578 nm

1	Vo(V)Lamda=578(nm)	Io(mA)
2	0	0.003
3	0.1	0.003
4	0.2	0.002988
5	0.3	0.002963
6	0.4	0.002926
7	0.5	0.002877
8	0.6	0.002816
9	0.7	0.002742
10	0.8	0.002656
11	0.9	0.002557
12	1	0.002447
13	1.1	0.002324
14	1.2	0.002188
15	1.3	0.002041
16	1.4	0.001881
17	1.5	0.001709
18	1.6	0.001524
19	1.7	0.001327
20	1.8	0.001118
21	1.9	0.000897
22	2	0.000663
23	2.1	0.000417
24	2.2	0.000159
25		

```
Public Sub voltage4()
Dim j As Integer
Dim Io, Vmax, Vo, Imax As Double
Imax = 0.003
Vmax = 2.2
Imin = 0.00001
dv = 0.1
Worksheets("sheet2").Cells(1, 7).Value =
"v(V)Lamda=578(nm)"
Worksheets("sbeet2").Cells(1, 8).Value = "Io(mA)"
j = 2
v = 0
i = Imax
r = 0.041 * Imax
Do While v <= Vmax + dv
Worksheets("sbeet2").Cells(j, 7).Value = v
Worksheets("sheet2").Cells(j, 8).Value = i
i = i - v * r
v = v + 0.1
j = j + 1
Loop
End Sub
```

ภาพประกอบ 3.7 แสดงการหาค่ากระแสของความยาวคลื่นที่ 578 nm

Mahasarakham University

3.3.5 ทำการจำลองตามขั้นตอนที่ 3.3.1-3.3.4 ใหม่โดยใช้โลหะชนิดอื่น (แคลเซียม , ซีเซียม และคาร์บอน ตามลำดับ)

3.4 หาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแสงกับความต่างศักย์หยุดยั้ง

3.4.1 หาความถี่จาก f= c / λ (อะลูมิเนียม)

	A	B	C	D
1	Lamda(nm)	c(m/s)	f(Hz)=c/Lamda	v(V)
2	366*10^(-9)	3.00*10^8	8.19671E+14	3.65
3	436*10^(-9)	3.00*10^8	6.88073E+14	2.98
4	546*10^(-9)	3.00*10^8	5.49451E+14	2.36
5	578*10^(-9)	3.00*10^8	5.19031E+14	2.2

ภาพประกอบ 3.8 แสดงการหาค่าความถี่

3.4.2 หาค่าคงที่ของแพลงค์ (h) และค่าเวิร์กฟังก์ชัน (w) จากกราฟที่ได้

G	H
h(Js)	w(eV)
8.01E-34	4.325E-20

Mahasarakham University

```
Public Sub frequency()
Dim j As Integer
Dim m, h, e, y, w As Double
m = 5 * 10 ^ (-15)
e = 1.602 * 10 ^ (-19)
y = -0.27
Worksheets("sheet3").Cells(1, 7).Value = "h(Js)"
Worksheets("sheet3").Cells(1, 8).Value = "w(eV)"
For j = 1 To 2
h = m * e
w = y * (-e)
Worksheets("sheet3").Cells(j + 1, 7).Value = h
Worksheets("sheet3").Cells(j + 1, 8).Value = w
Next j
MsgBox "h=" & h & " and   w=" & w


End Sub
```

ภาพประกอบ 3.9 แสดงการหาค่าคงที่ของแพลงค์และค่าเวิร์กฟังก์ชัน

3.4.3 ทำการจำลองตามขั้นตอนที่ 3.4.1-3.4.2 ใหม่โดยใช้โลหะชนิดอื่น (แคลเซียม , ซีเซียม และคาร์บอน ตามลำดับ)

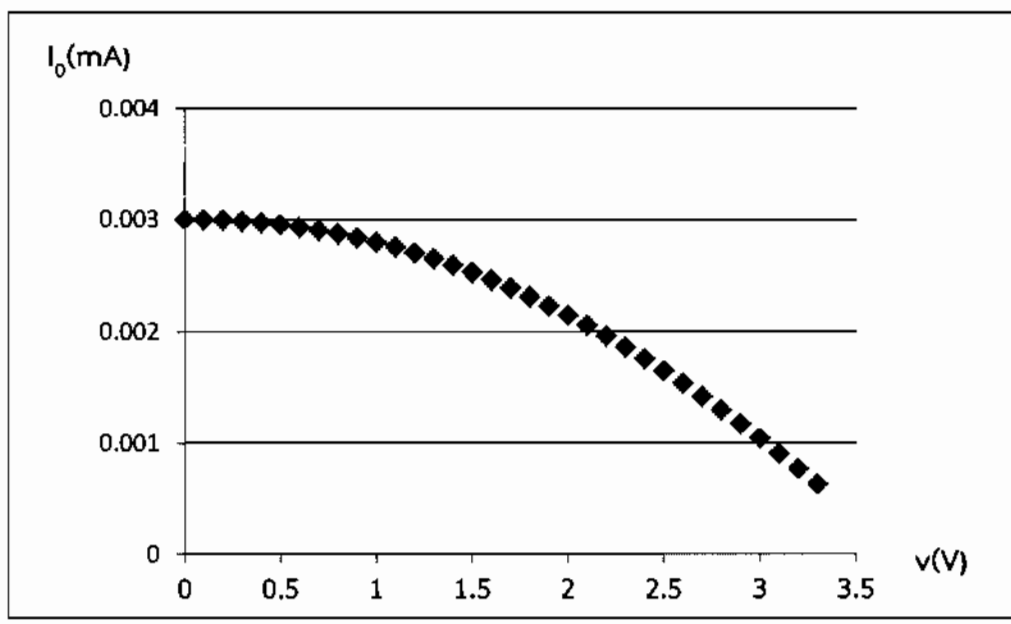
Mahasarakham University

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการจำลองและวิเคราะห์ผลการจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริก โดยที่ในการสร้างแบบจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริกนี้ใช้เงื่อนไขในการจำลองต่างกันคือ ความยาวคลื่น(λ) λ= 366 nm , λ= 436 nm , λ= 546 nm , λ= 578 nmและชนิดของโลหะ ได้แก่ อะลูมิเนียม แคลเซียม ซีเซียมและคาร์บอน ซึ่งผลการวิเคราะห์และการอภิปรายผลการทดลองดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

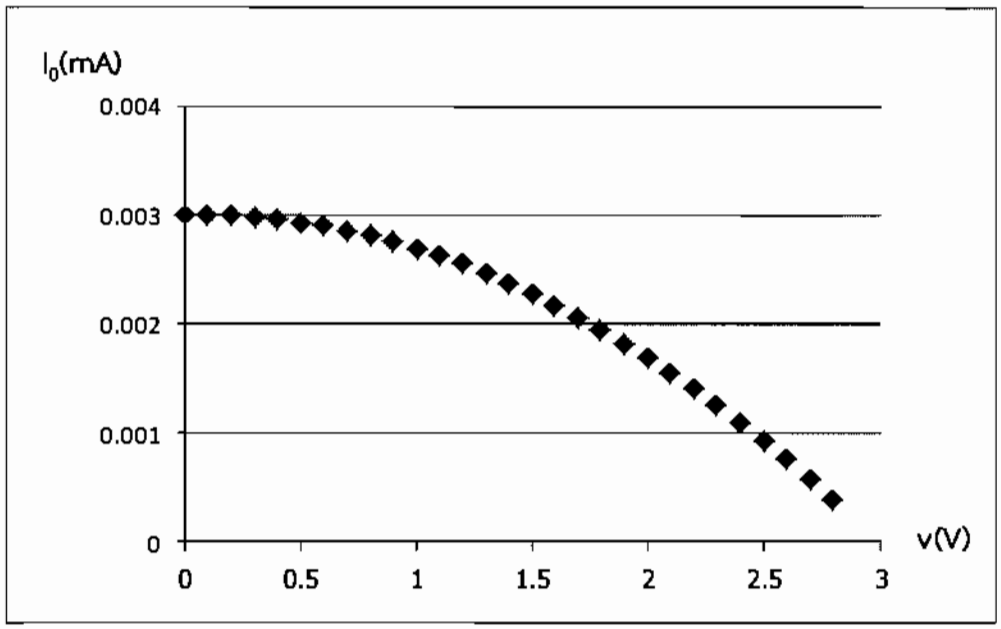
4.1 ผลการทดลองหากระแสไฟฟ้าของอะลูมิเนียมที่ความยาวคลื่นต่างกัน(λ=366 nm , λ=436 nm , λ=546 nm , λ= 578 nm)



ภาพประกอบ 4.1 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 366 nm

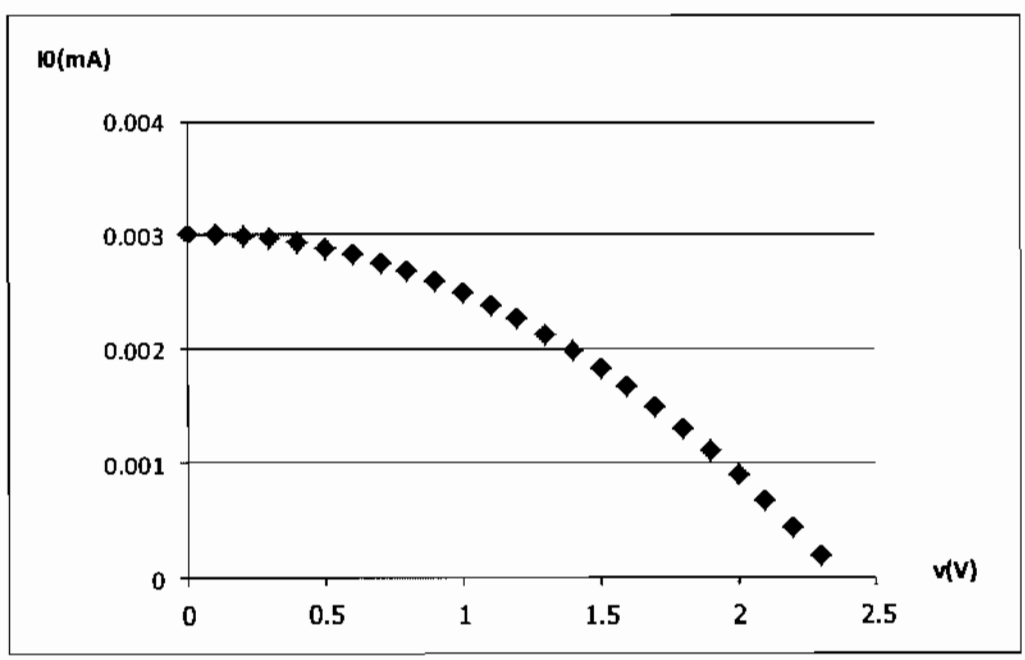
จากภาพประกอบ 4.1 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 3.6 V

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 4.2 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 436 nm

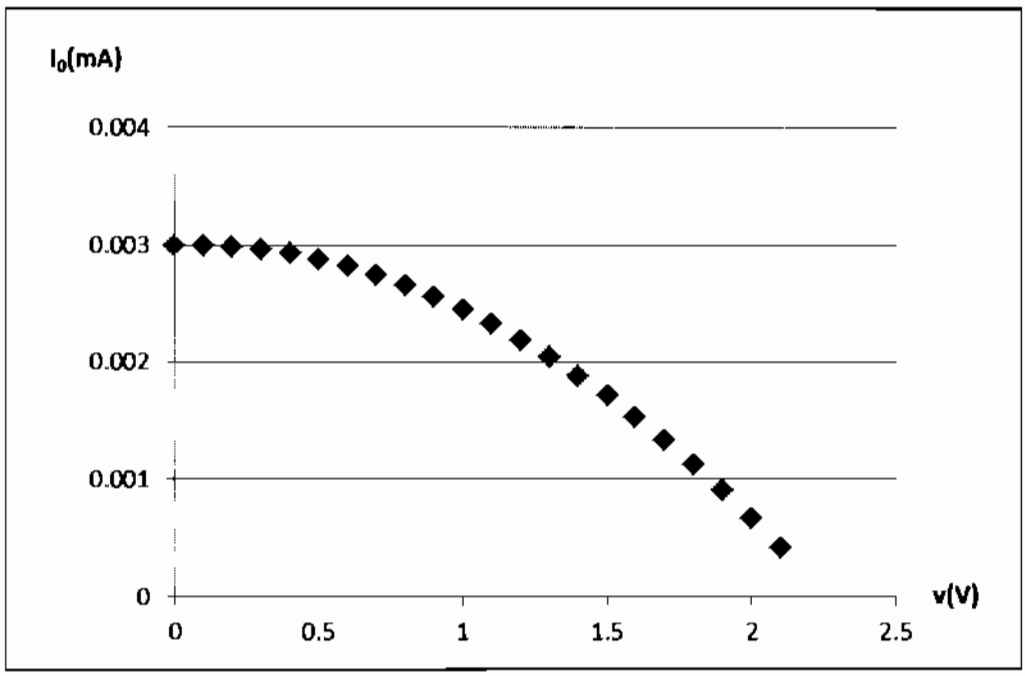
จากภาพประกอบ 4.2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.9 V



ภาพประกอบ 4.3 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 546 nm

Mahasarakham University

จากภาพประกอบ 4.3 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.3 V

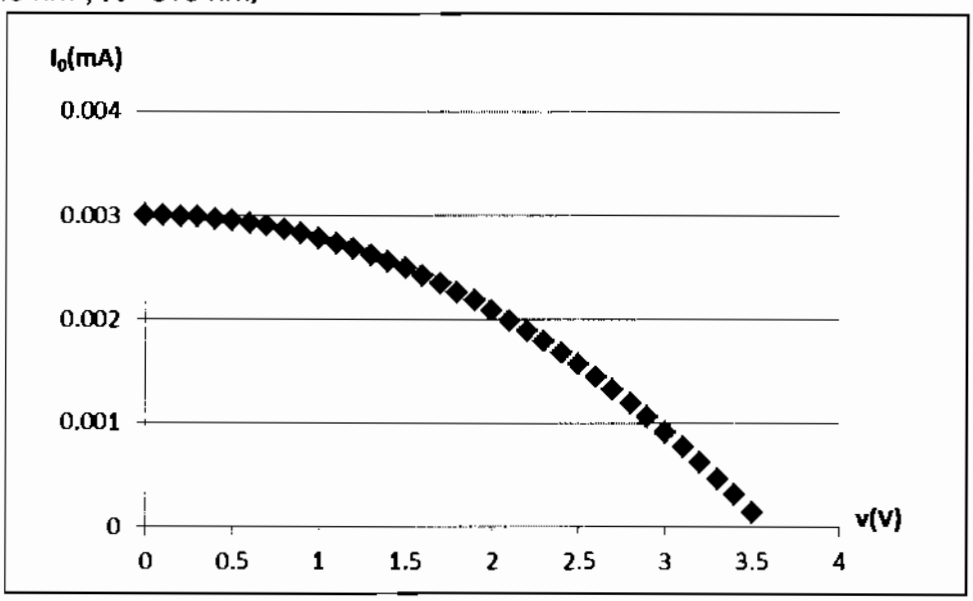


ภาพประกอบ 4.4 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 578 nm

จากภาพประกอบ 4.4 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.2 V

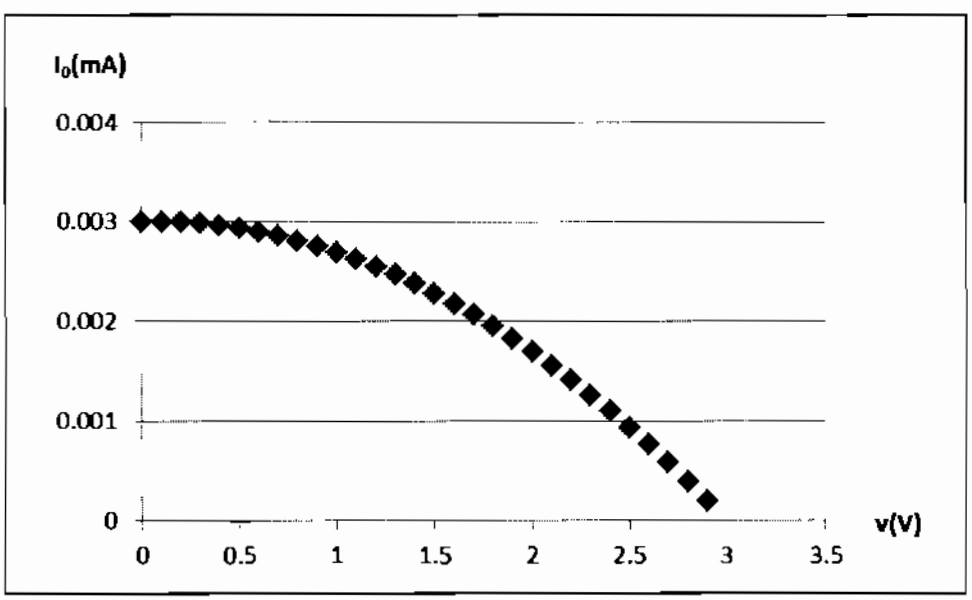
Mahasarakham University

4.2 ผลการทดลองหากระแสไฟฟ้าของแคลเซียมที่ความยาวคลื่นต่างกัน(λ=366 nm , λ=436 nm , λ=546 nm , λ= 578 nm)



ภาพประกอบ 4.5 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 366 nm

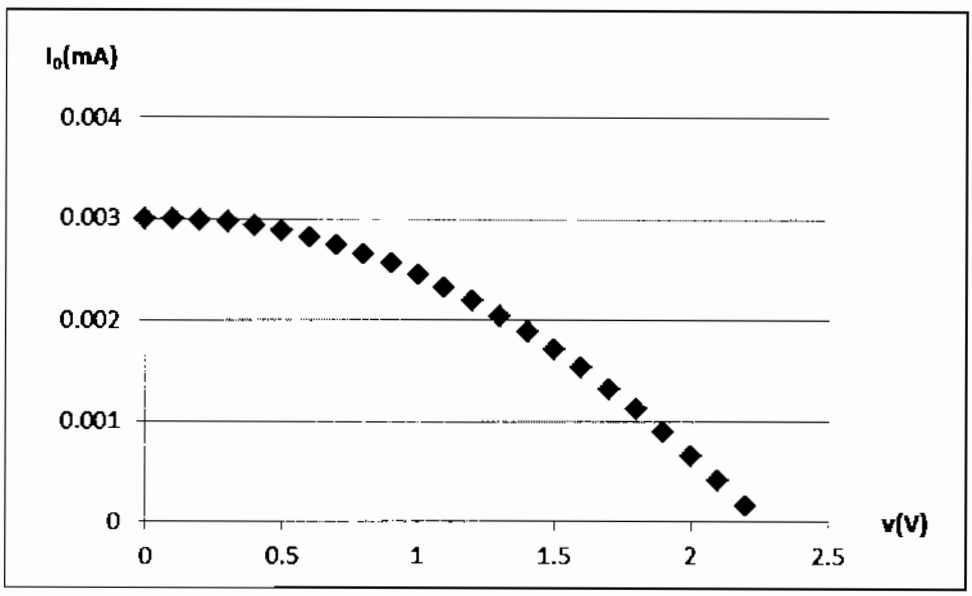
จากภาพประกอบ 4.5 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 3.5 V



ภาพประกอบ 4.6 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 436 nm

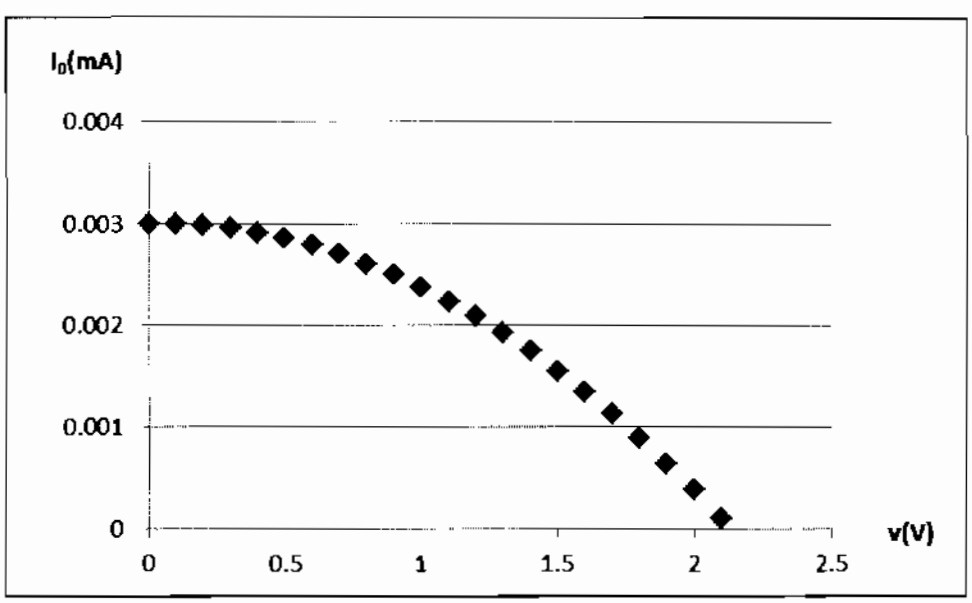
Mahasarakham University

จากภาพประกอบ 4.6 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้น ค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.9 V



ภาพประกอบ 4.7 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 546 nm

จากภาพประกอบ 4.7 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.2 V

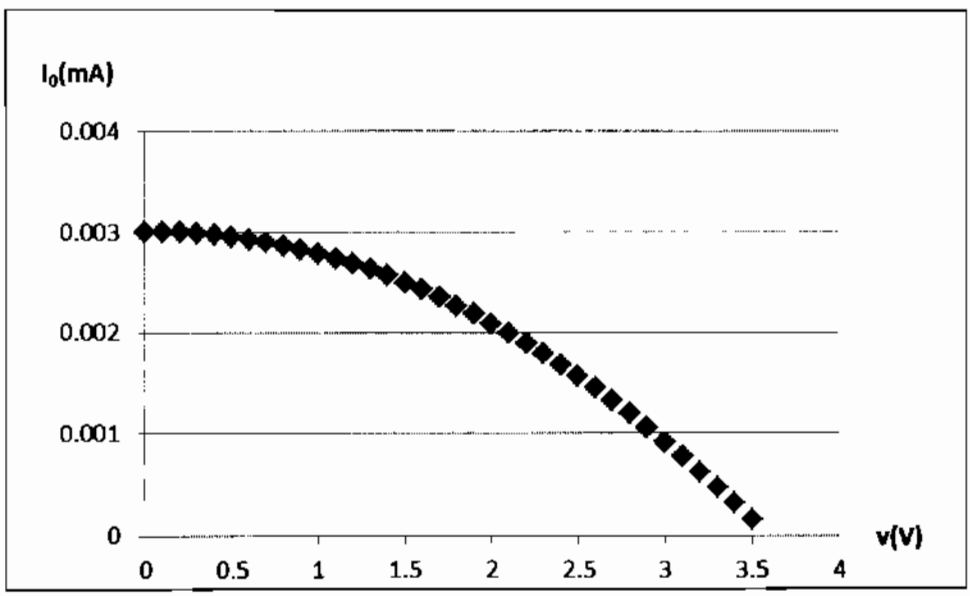


ภาพประกอบ 4.8 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 578 nm

Mahasarakham University

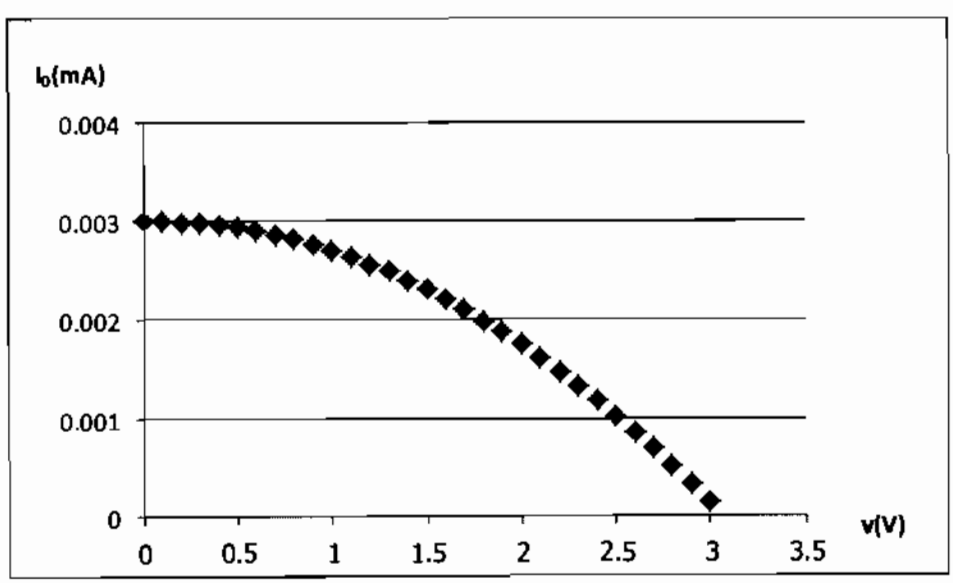
จากภาพประกอบ 4.8 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) ใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.1 V

4.3 ผลการทดลองหากระแสไฟฟ้าของซีเซียมที่ความยาวคลื่นต่างกัน(λ=366 nm , λ=436 nm , λ=546 nm , λ= 578 nm)



ภาพประกอบ 4.9 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 366 nm

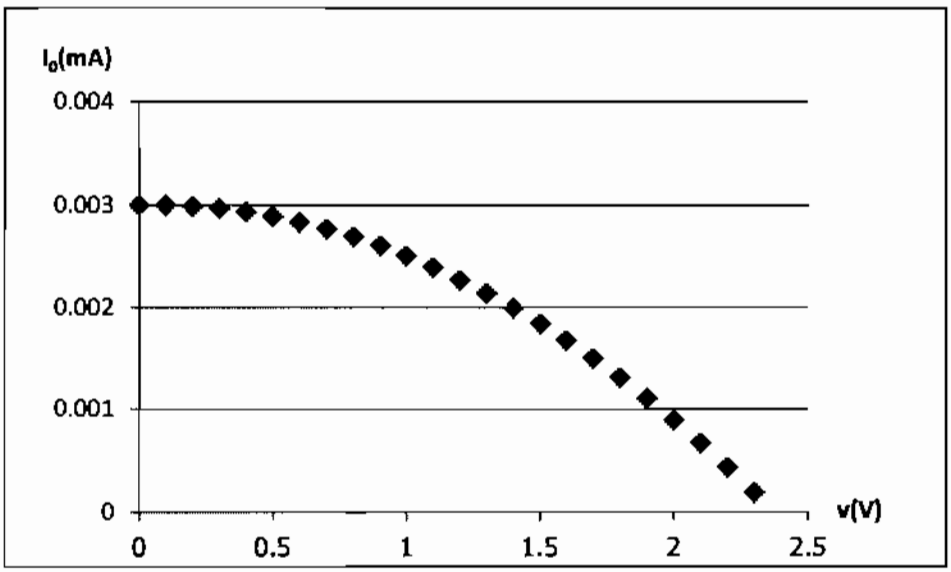
จากภาพประกอบ 4.9 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 3.5 V



ภาพประกอบ 4.10 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 436 nm

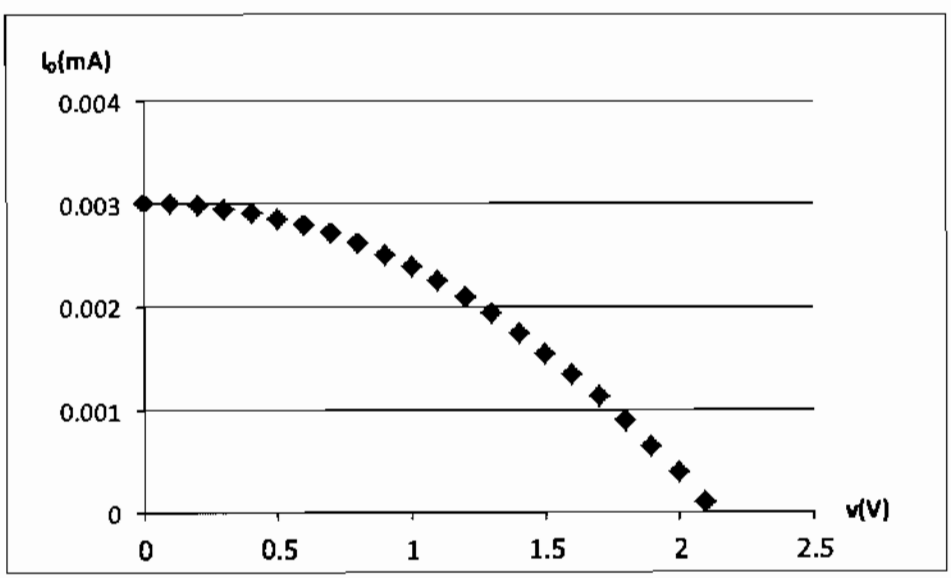
Mahasarakham University

จากภาพประกอบ 4.10 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 3 V



ภาพประกอบ 4.11 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 546 nm

จากภาพประกอบ 4.11 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.3 V

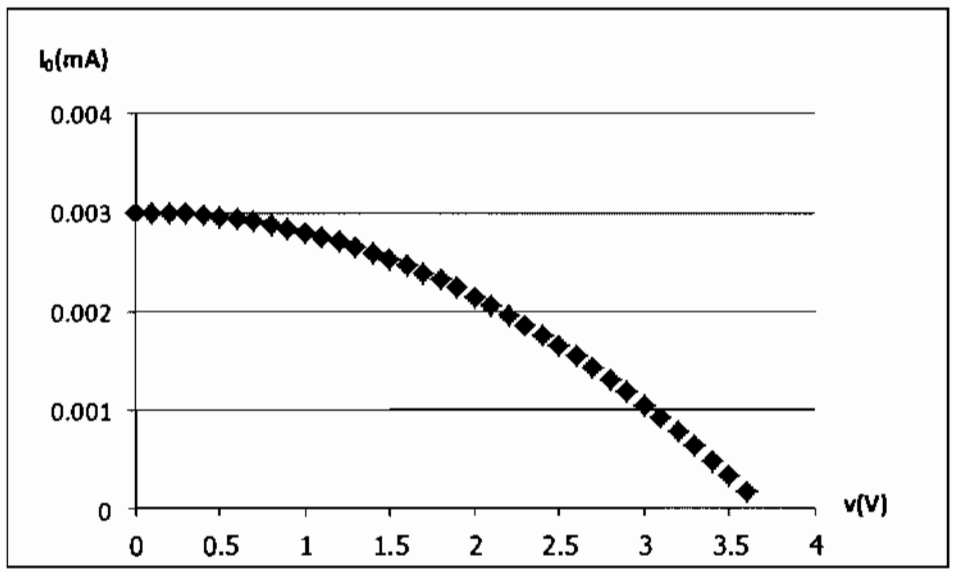


ภาพประกอบ 4.12 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 578 nm

Mahasarakham University

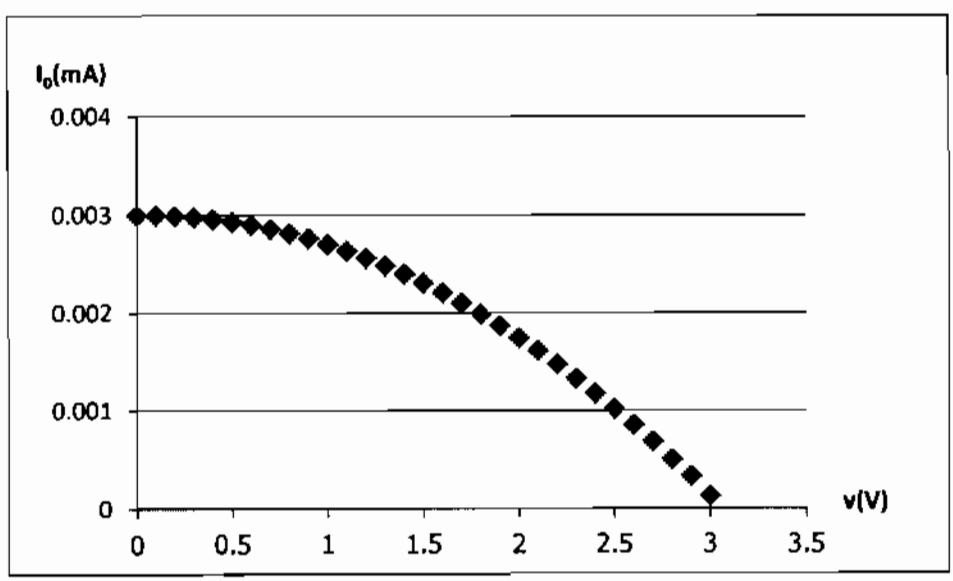
จากภาพประกอบ 4.12 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.1 V

4.4 ผลการทดลองหากระแสไฟฟ้าของคาร์บอนที่ความยาวคลื่นต่างกัน(λ=366 nm , λ=436 nm , λ=546 nm , λ= 578 nm)



ภาพประกอบ 4.13 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 366 nm

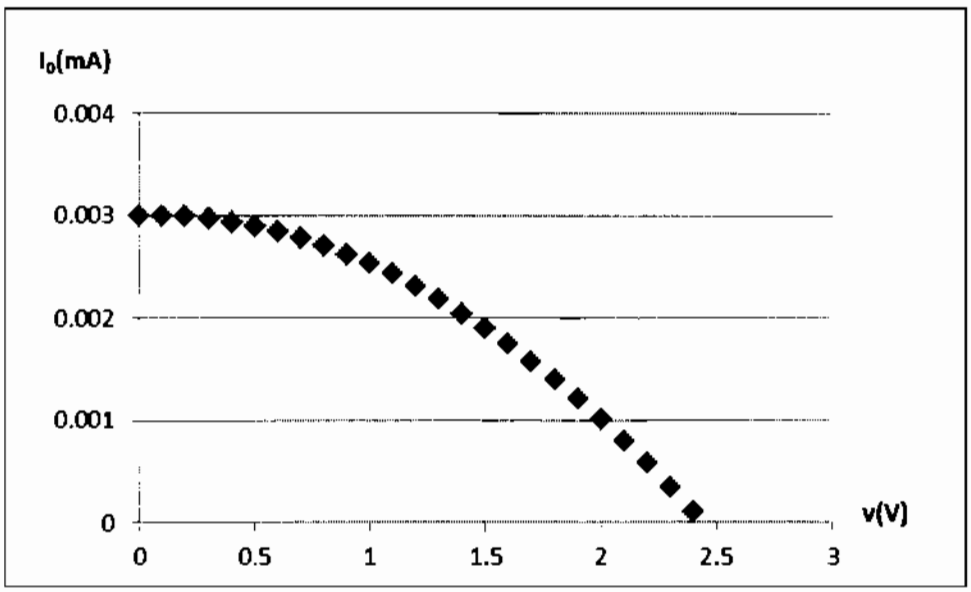
จากภาพประกอบ 4.13 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 3.6 V



ภาพประกอบ 4.14 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 436 nm

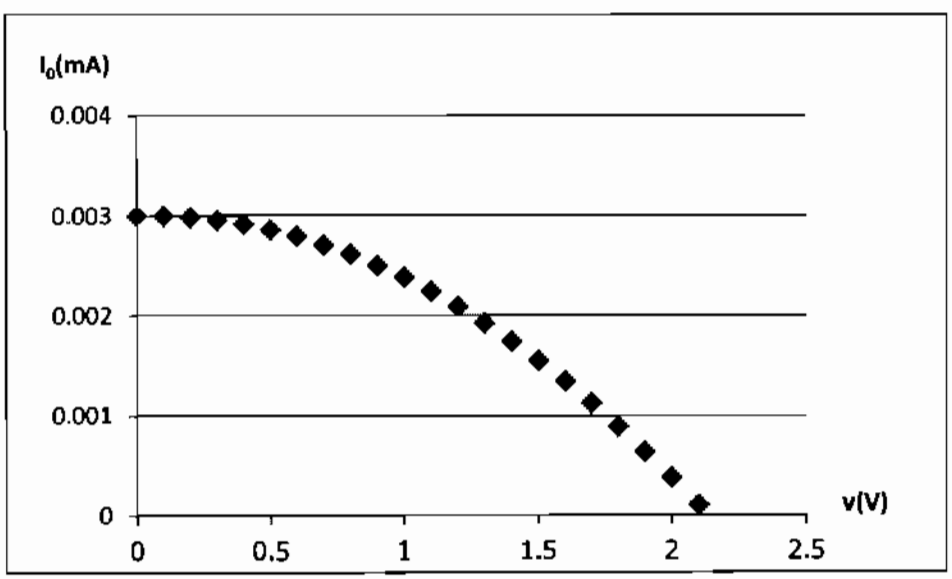
Mahasarakham University

จากภาพประกอบ 4.14 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 3 V



ภาพประกอบ 4.15 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 546 nm

จากภาพประกอบ 4.15 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.4 V

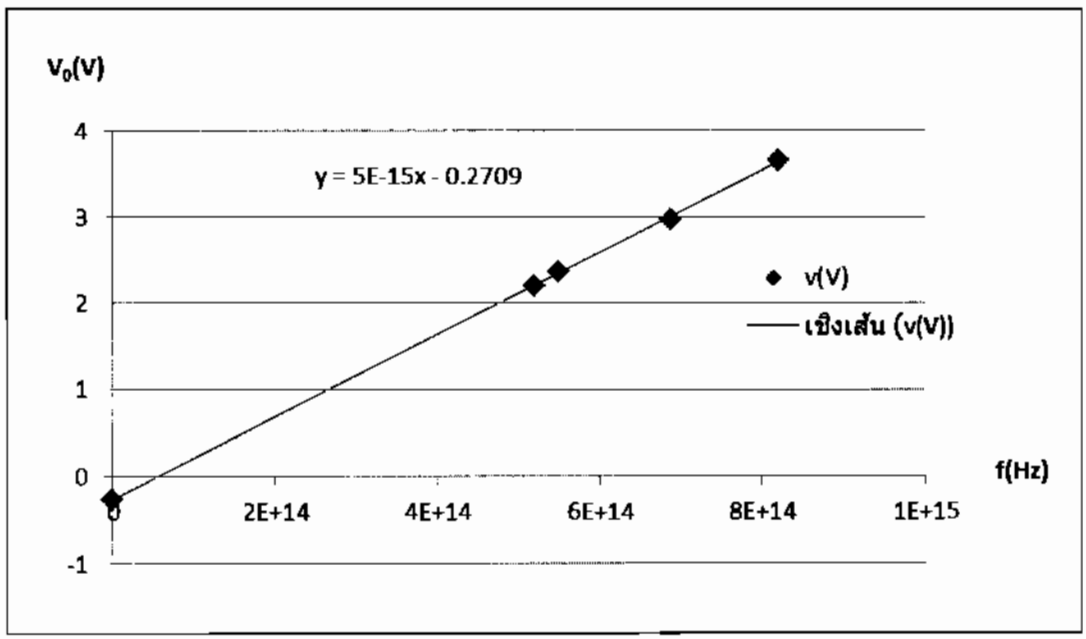


ภาพประกอบ 4.16 กราฟระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่น 578 nm

Mahasarakham University

จากภาพประกอบ 4.16 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าก็จะลดลงจนเข้าไกล้หรือเท่ากับศูนย์ และจะได้ค่าความต่างศักย์หยุดหยั้ง (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_0 เท่ากับ 2.1 V

4.5 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแสงกับความต่างศักย์หยุดยั้งของอะลูมิเนียม

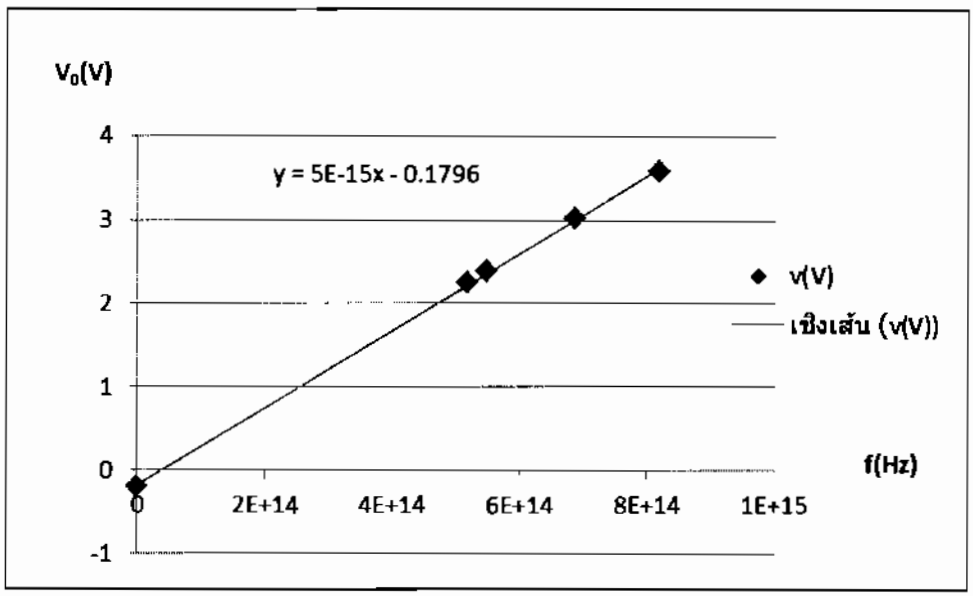


ภาพประกอบ 4.17 กราฟระหว่างความถี่กับความต่างศักย์หยุดยั้ง

จากภาพประกอบ 4.17 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อค่าความถี่มากขึ้นค่าความต่างศักย์หยุดยั้งก็มากขึ้นด้วย หาค่าความชันของกราฟได้เท่ากับ 5×10^{-15} และค่าจุดตัดแกน y ได้เท่ากับ -0.2709

Mahasarakham University

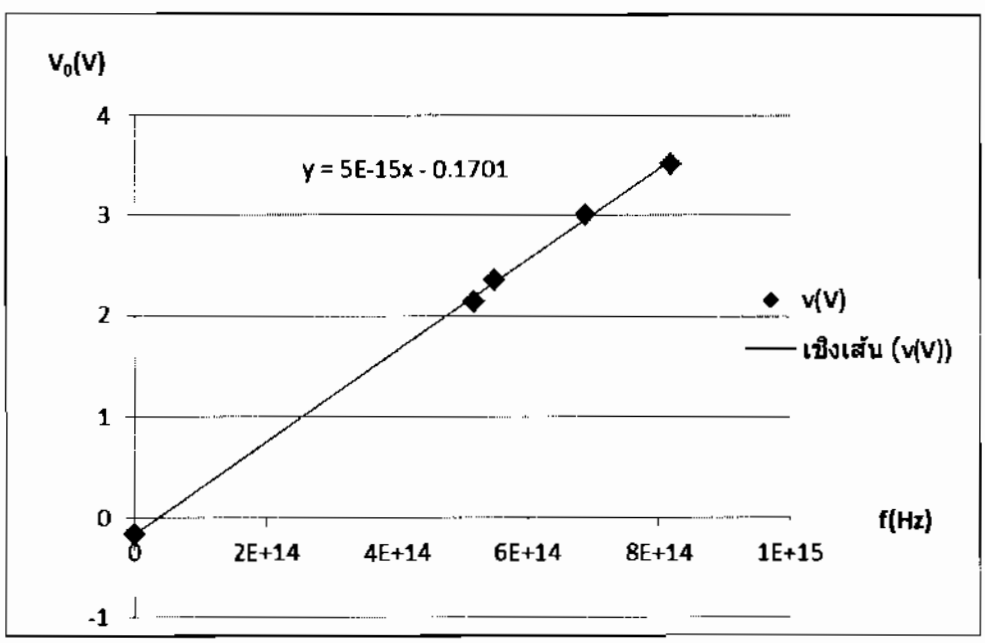
4.6 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแสงกับความต่างศักย์หยุดยั้งของแคลเซียม



ภาพประกอบ 4.18 กราฟระหว่างความถี่กับความต่างศักย์หยุดยั้ง

จากภาพประกอบ 4.18 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อค่าความถี่มากขึ้น ค่าความต่างศักย์หยุดยั้งก็มากขึ้นด้วย หาค่าความชันของกราฟได้เท่ากับ 5x10-15 และค่าจุดตัดแกน y ได้เท่ากับ -0.1796

4.7 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแสงกับความต่างศักย์หยุดยั้งของซีเซียม

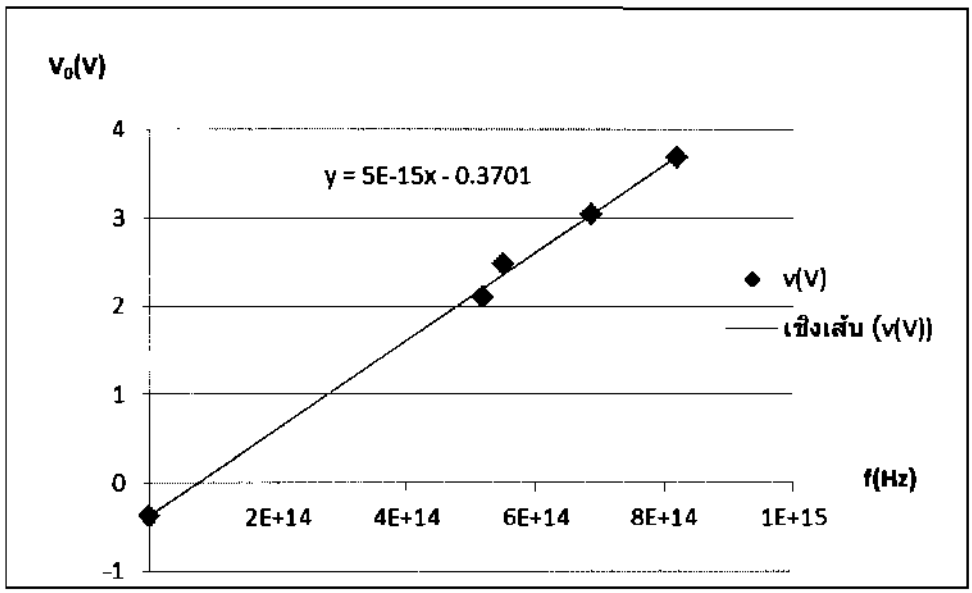


ภาพประกอบ 4.19 กราฟระหว่างความถี่กับความต่างศักย์หยุดยั้ง

Mahasarakham University

จากภาพประกอบ 4.19 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อค่าความถี่มากขึ้นค่าความต่างศักย์หยุดยั้งก็มากขึ้นด้วย หาค่าความชันของกราฟได้เท่ากับ $5x10^{-15}$ และค่าจุดตัดแกน y ได้เท่ากับ -0.1701

4.8 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแสงกับความต่างศักย์หยุดยั้งของคาร์บอน



ภาพประกอบ 4.20 กราฟระหว่างความถี่กับความต่างศักย์หยุดยั้ง

จากภาพประกอบ 4.20 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟได้ว่าเมื่อค่าความถี่มากขึ้นค่าความต่างศักย์หยุดยั้งก็มากขึ้นด้วย หาค่าความชันของกราฟได้เท่ากับ $5x10^{-15}$ และค่าจุดตัดแกน y ได้เท่ากับ -0.3701

Mahasarakham University

4.9 หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ h และ W ของอะลูมิเนียม

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน } W = \frac{[\text{ค่าทฤษฎี-ค่าทดลอง}]}{\text{ค่าทฤษฎี}} \times 100$$

$$= \frac{[4.08-4.32]}{} \times 100$$

$$= 5.88\ \%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน } h = \frac{[\text{ค่าทฤษฎี-ค่าทดลอง}]}{\text{ค่าทฤษฎี}} \times 100$$

$$= \frac{[6.626\times10^{(-34)} - 8.01\times10^{(-34)}]}{6.626\times10^{(-34)}} \times 100$$

$$= 20.88\ \%$$

4.10 หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ h และ W ของแคลซียม

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน } W = \frac{[\text{ค่าทฤษฎี-ค่าทดลอง}]}{\text{ค่าทฤษฎี}} \times 100$$

$$= \frac{[2.9-3.2]}{2.9} \times 100$$

$$= 10.34\ \%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน } h = \frac{[\text{ค่าทฤษฎี-ค่าทดลอง}]}{\text{ค่าทฤษฎี}} \times 100$$

$$= \frac{[6.626\times10^{(-34)} - 8.01\times10^{(-34)}]}{6.626\times10^{(-34)}} \times 100$$

$$= 20.88\ \%$$

Mahasarakham University

4.11 หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ h และ W ของซีซียม

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน } W = \frac{[\text{ค่าทฤษฎี}-\text{ค่าทดลอง}]}{\text{ค่าทฤษฎี}} \times 100$$

$$= \frac{[2.1-1.6]}{2.1} \times 100$$

$$= 23.80\ \%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน } h = \frac{[\text{ค่าทฤษฎี}-\text{ค่าทดลอง}]}{\text{ค่าทฤษฎี}} \times 100$$

$$= \frac{[6.626\times10^{(-34)}-8.01\times10^{(-34)}]}{6.626\times10^{(-34)}} \times 100$$

$$= 20.88\ \%$$

4.12 หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ h และ W ของคาร์บอน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน } W = \frac{[\text{ค่าทฤษฎี}-\text{ค่าทดลอง}]}{\text{ค่าทฤษฎี}} \times 100$$

$$= \frac{[4.81-5.93]}{4.81} \times 100$$

$$= 23.07\ \%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน } h = \frac{[\text{ค่าทฤษฎี}-\text{ค่าทดลอง}]}{\text{ค่าทฤษฎี}} \times 100$$

$$= \frac{[6.626\times10^{(-34)}-8.01\times10^{(-34)}]}{6.626\times10^{(-34)}} \times 100$$

$$= 20.88\ \%$$

Mahasarakham University

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการสร้างรูปแบบจำลองพื้นฐานปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริกด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล โดยที่ในการสร้างแบบจำลองปฏิบัติการโฟโตอิเล็กตริกนี้ใช้โลหะและความยาวคลื่นต่างกัน สรุปได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 ผลการจำลองหากระแสไฟฟ้าที่ความยาวคลื่นต่างกันของโลหะแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่าจากเส้นโค้งในกราฟมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า เมื่อพิจารณาจากเส้นโค้งของกราฟแสดงถึงการลดลงของกระแสไฟฟ้าจนเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้านั้นเป็นผลอันเนื่องมาจากการเพิ่มความต่างศักย์ ซึ่งจะเรียกความต่างศักย์นี้ว่า “ความต่างศักย์หยุดยั้ง”

5.1.2 ผลการจำลองหาความสัมพันธ์ของความถี่กับความต่างศักย์หยุดยั้งของโลหะแต่ละชนิด ได้แก่ อะลูมิเนียม แคลเซียม ซีเซียมและคาร์บอน จะเห็นได้ว่าจากเส้นตรงของกราฟจะมีความชันเท่ากับ h/e ในขณะที่จุดตัดแกน y จะบอกค่า W/e เพื่อจะคำนวณหาค่าคงที่ของแพลงค์และเวิร์กฟังก์ชันของโลหะที่ใช้ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก เห็นได้ว่า ค่าคงที่ของแพลงค์มีค่าเท่ากับ 8.01×10^{-34} J.s มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 20.88 % เหมือนกันทุกชนิดและค่าเวิร์กฟังก์ชันมีค่าเท่ากับ 4.32 eV , 3.2 eV , 1.6 eV และ5.93 eV ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5.88 % , 10.34 % , 23.80 %และ23.07 % ตามลำดับเช่นเดียวกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลสามารถจำลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกได้ก็สามารถจำลองปรากฏการณ์อื่นๆได้เช่นกัน ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของแต่ละปรากฏการณ์ แต่อาจจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเนื่องจากค่าพารามิเตอร์

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

1. ดวงพร เกี่ยงคำ, "คู่มือ Windows 7 และ Office 2010 ฉบับสมบูรณ์", บริษัท โปรวิชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ, 2554.

แหล่งที่มา http://www.thaiall.com/office/

http://www.comsrt.net63.net/21IntroMacro.htm

2. สุพีชา ถิรดิดดกุล. คู่มือเรียนรู้และใช้งาน Excel 2010 ฉบับสมบูรณ์,เมษายน 2554.

3. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

แหล่งที่มา http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=76492

http://atomic1073.wordpress.com/2013/02/23/10-ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

Lab5 Photoelectric Experiment_CRU_Stu.doc

4. ดุสิต กอปรรักชาติ Advanced Excel ฉบับเขียนโปรแกรมด้วย Macro&VBA

5. สิทธิชัย ประสานวงศ์ การเขียนมาโครใน Excel for Windows

Mahasarakham University

ภาคผนวก

Mahasarakham University

ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้นักพัฒนา

Mahasarakham University

ชนิดของตัวควบคุม และคุณสมบัติของตัวควบคุม

เมื่อต้องการตรวจสอบว่าตัวควบคุมใดเป็นตัวควบคุม ActiveX หรือเป็นตัวควบคุมบนแถบเครื่องมือ **ฟอร์ม** หรือไม่ ให้คลิกขวาที่ตัวควบคุมนั้น หากไม่มีเมนูทางลัดปรากฏขึ้น หรือเมนูทางลัดมีคำสั่ง **คุณสมบัติ** ก็หมายความว่าตัวควบคุมนั้นเป็นตัวควบคุม ActiveX แต่ถ้าเมนูทางลัดมีคำสั่ง **กำหนดมาโคร** ก็หมายความว่าตัวควบคุมนั้นเป็นตัวควบคุมบนแถบเครื่องมือ **ฟอร์ม**เมื่อต้องการตั้งค่าคุณสมบัติของตัวควบคุม ActiveX และขอข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวควบคุมเหล่านี้ รวมทั้งคุณสมบัติที่มีอยู่ของตัวควบคุมแต่ละตัว

กล่องกาเครื่องหมาย ตัวเลือกที่คุณลามารถเปิดหรือปิดใช้งานด้วยการเลือกหรือล้างตัวเลือกนั้น คุณสามารถกาเครื่องหมายลงในกล่องกาเครื่องหมายได้มากกว่าหนึ่งกล่องในคราวเดียวกัน

กล่องข้อความ กล่องที่มีไว้สำหรับพิมพ์ข้อความลงไป

ปุ่มคำสั่ง ปุ่มที่เริ่มต้นการกระทำเมื่อถูกคลิก

ปุ่มตัวเลือก ปุ่มที่ใช้ในการเลือกตัวเลือกหนึ่งจากกลุ่มตัวเลือก

กล่องรายการ กล่องที่มีรายการตัวเลือก

กล่องคำสั่งผสม กล่องข้อความที่มีกล่องรายการแบบหล่นลงรวมอยู่ด้วย คุณสามารถเลือกตัวเลือกจากรายการหรือพิมพ์รายการข้อมูลลงในกล่องเอง

ปุ่มสลับ ปุ่มที่อยู่ในสภาพถูกกดไว้เมื่อถูกคลิก และจะคืนสภาพเมื่อถูกคลิกอีกครั้ง

ปุ่มเปลี่ยนค่า ปุ่มที่สามารถแนบอยู่กับเซลล์หรือกล่องข้อความได้ เมื่อต้องการเพิ่มค่า ให้คลิกลูกศรขึ้น เมื่อต้องการลดค่า ให้คลิกลูกศรลง

แถบเลื่อน ตัวควบคุมที่ใช้เลื่อนดูช่วงของค่าเมื่อคุณคลิกลูกศรเลื่อน หรือเมื่อคุณลากกล่องเลื่อนโดยคุณสามารถเลื่อนดูค่าทีละหน้าได้ด้วยการคลิกบริเวณที่อยู่ระหว่างกล่องเลื่อนกับลูกศรเลื่อน

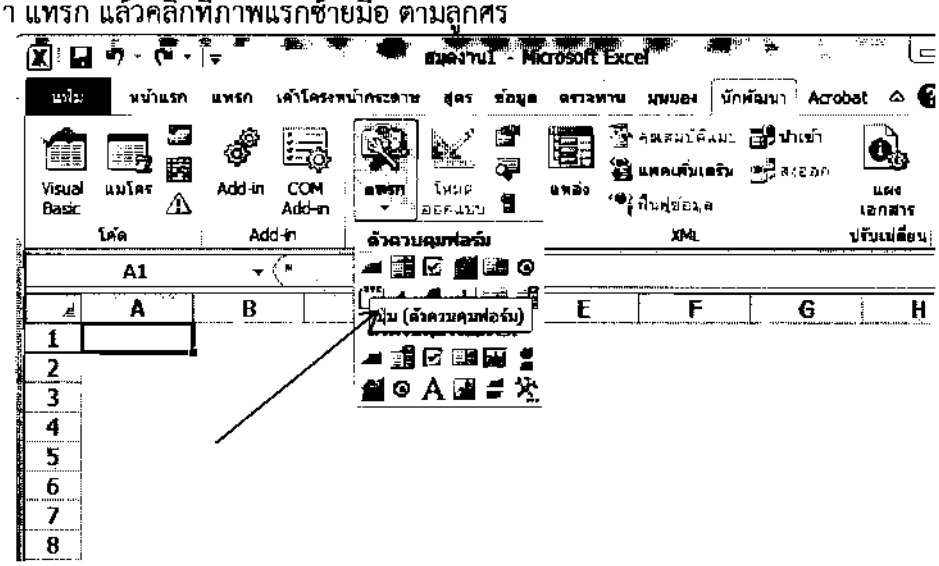
ป้ายชื่อ ข้อความที่ถูกเพิ่มลงในแผ่นงานหรือฟอร์มเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวควบคุม รวมทั้งแผ่นงานหรือฟอร์ม

รูป ตัวควบคุมที่ใช้ฝังรูปภาพลงในฟอร์ม

ตัวควบคุมเพิ่มเติม รายการของตัวควบคุม ActiveX เพิ่มเติม

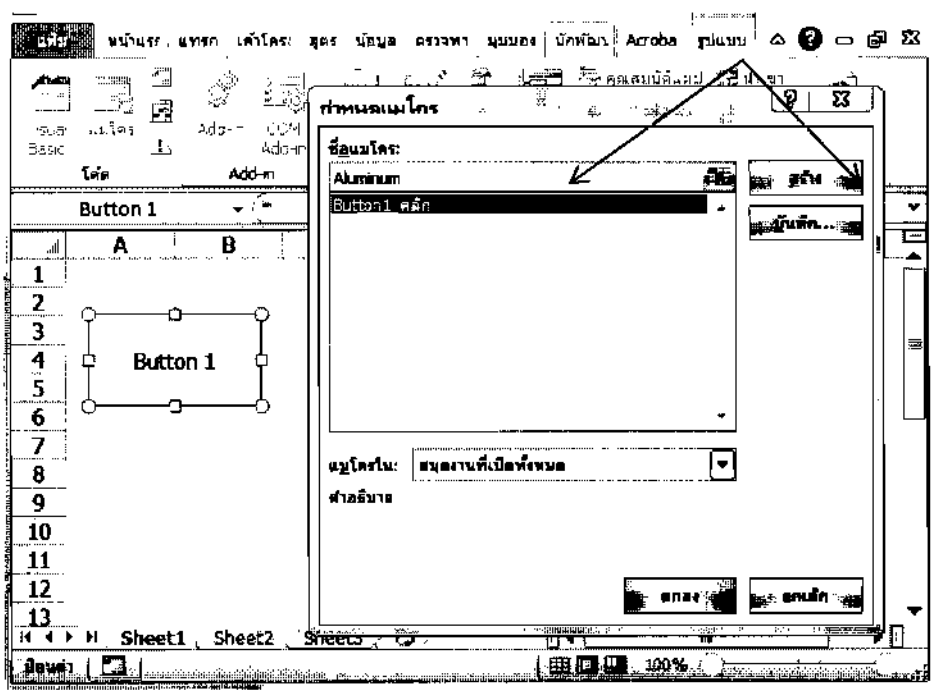
Mahasarakham University

1. ขั้นตอนการทำปุ่มคำสั่งควบคุมฟอร์ม หรือปุ่มที่เริ่มต้นการกระทำเมื่อถูกคลิก โดยเริ่มจากคลิกที่นักพัฒนา แทรก แล้วคลิกที่ภาพแรกซ้ายมือ ตามลูกศร



ภาพประกอบ ก 1 แสดงขั้นตอนการทำปุ่มคำสั่งควบคุมฟอร์ม

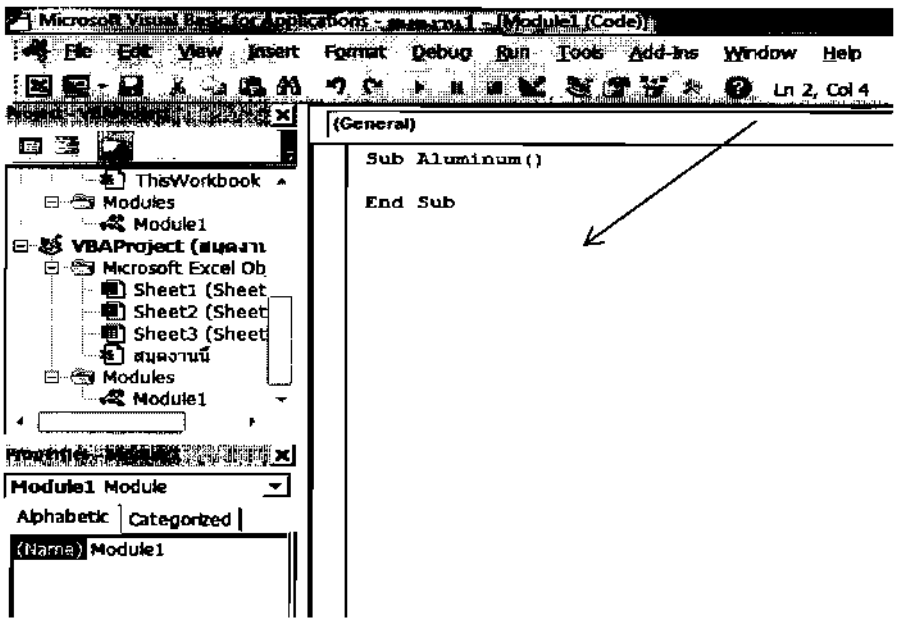
2. ลากให้เป็นสี่เหลี่ยมจากนั้นจะได้หน้าต่างให้กรอกชื่อของปุ่มตามที่เรากำหนด แล้วคลิกที่สร้าง ตามลูกศร



ภาพประกอบ ก 2 แสดงการตั้งชื่อปุ่มที่ใช้กับคำสั่งให้ตรงกัน

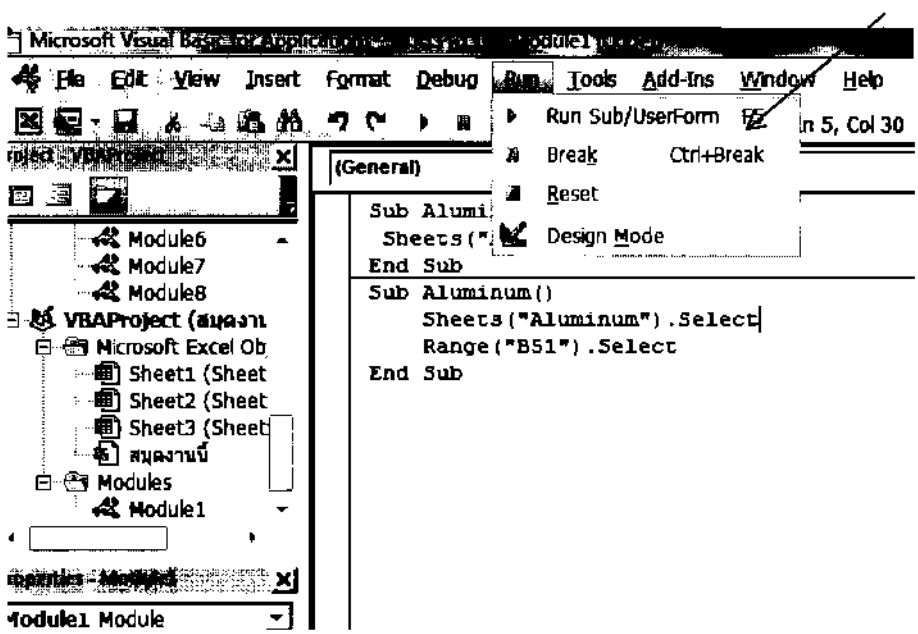
Mahasarakham University

3. จากนั้นหน้าต่างให้เขียนคำสั่งจะปรากฏขึ้น จากนั้นเขียนโค้ดคำสั่งที่ต้องการให้ปุ่มนี้ทำงานตามลูกศร



ภาพประกอบ ก 3 แสดงหน้าต่างสำหรับเขียนคำสั่ง

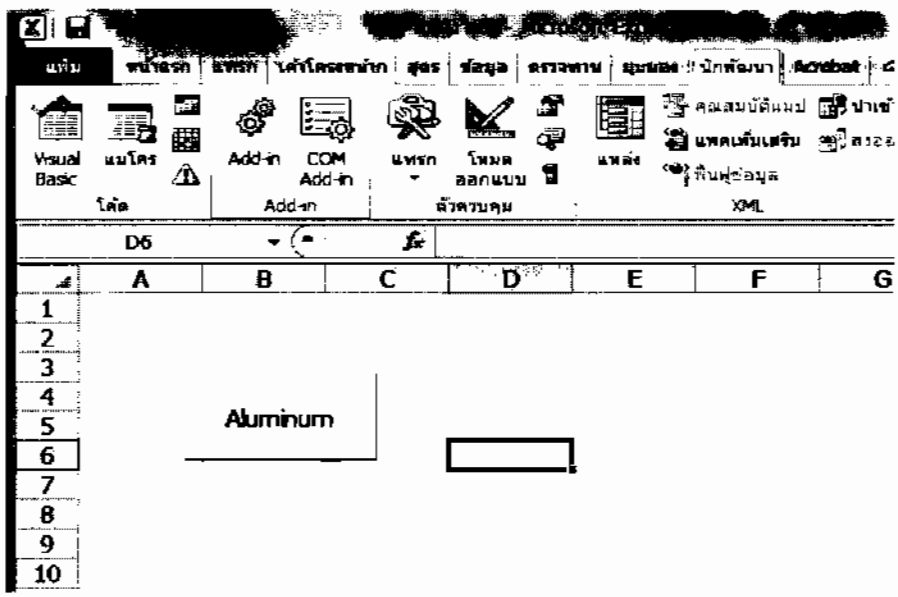
4. หลังจากที่เขียนโค้ดเสร็จแล้วให้คลิกที่ Run แล้วคลิกที่ Run Sun/UserForm F5 ตามลูกศร



ภาพประกอบ ก 4 แสดงการ Run ข้อมูล

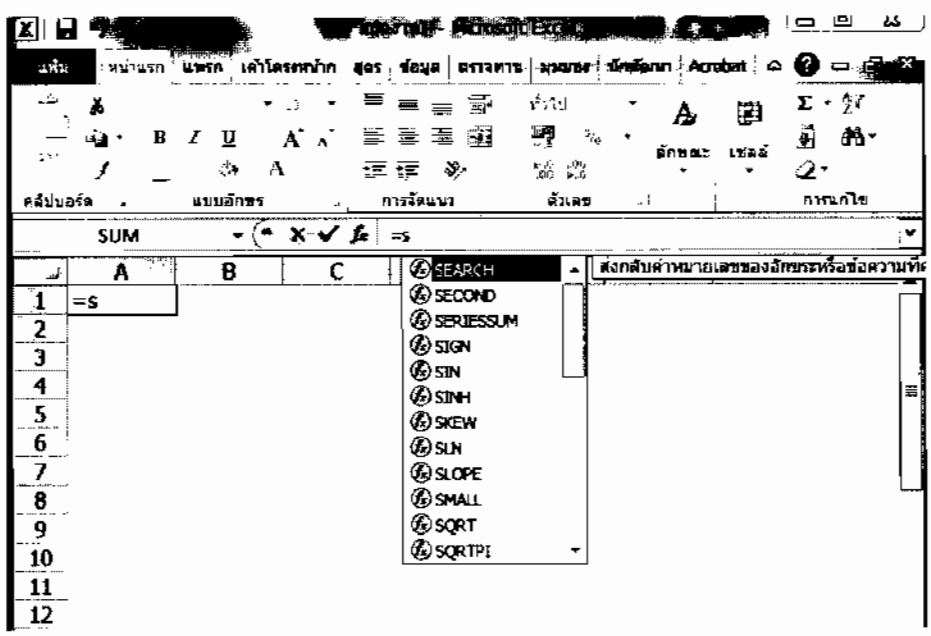
Mahasarakham University

5. จากนั้นปุ่มคำสั่งควบคุมฟอร์มที่สร้างขึ้นมาจะสามารถคลิกใช้งาน



ภาพประกอบ ก 5 แสดงปุ่มที่พร้อมใช้งาน

6. การเขียนฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณนั้น ก่อนใช้ทุกครั้งต้องมีเครื่องหมาย = (เท่ากับ) ก่อนเสมอ



ภาพประกอบ ก 6 แสดงการใช้ฟังก์ชันต่างๆในการคำนวณในเอ็กซ์เซล

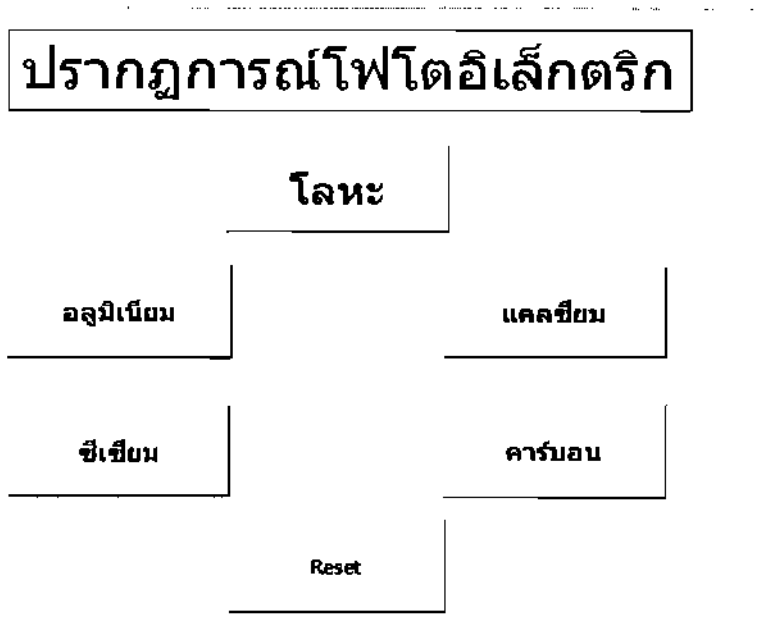
Mahasarakham University

ภาคผนวก ข
วิธีการเรียกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล

Mahasarakham University

วิธีการเรียกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล

1. เปิดโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลที่เขียนโปรแกรมแล้วขึ้นมา



ภาพประกอบ ข 1 แสดงหน้าต่างโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลที่เขียน

2. คลิกที่โลหะชนิดแรกที่จำลองคือ อะลูมีเนียม แล้วจะได้

ภาพประกอบ ข 2 แสดงหน้าต่างการจำลองของอะลูมิเนียม

Mahasarakham University

3. คลิกตามลูกศรสีดำเพื่อจะแสดงการจำลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า

A	B	C	D	E	F	G	H
v(V)Lamda=Lamda(l)	Io(mA)	v(V)Lamda=Lamda(l)	Io(mA)	v(V)Lamda=Lamda(l)	Io(mA)	v(V)Lamda=Lamda(l)	Io(mA)
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

ภาพประกอบ ข 3 แสดงค่าที่จำลองที่ได้เป็น 0

4. เมื่อคลิกเข้าไปจะเห็นได้ว่าค่าทุกค่าเท่ากับ 0 เนื่องจากเรารีเซตไว้เพื่อทำการรันใหม่ จะได้

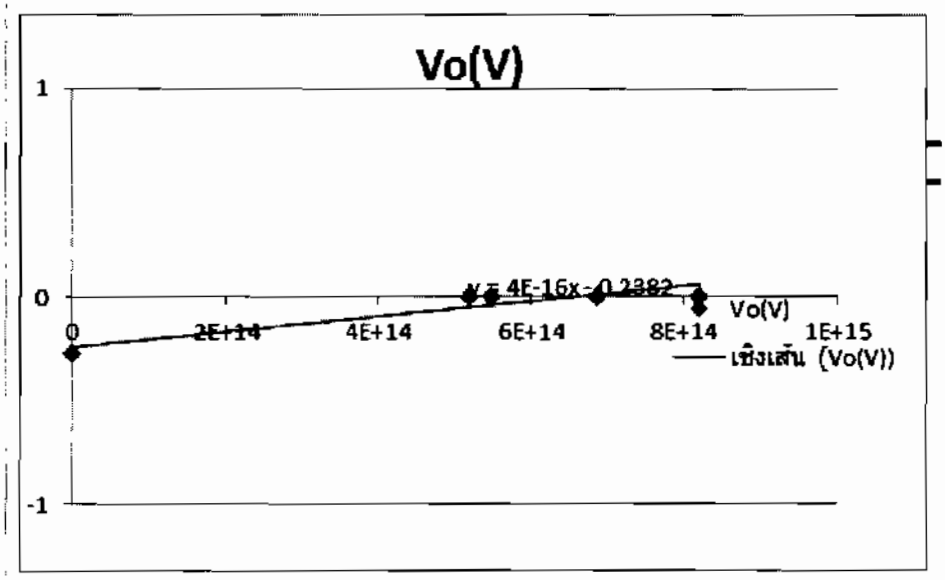
v(V)Lamda=Lamda(l)	Io(mA)	v(V)Lamda=Lamda(l)	Io(mA)	v(V)Lamda=Lamda(l)	Io(mA)	v(V)Lamda=Lamda(l)	Io(mA)
0	0.003	0	0.003	0	0.003	0	0.003
0.1	0.003	0.1	0.003	0.1	0.003	0.1	0.003
0.2	0.002996	0.2	0.002996	0.2	0.002996	0.2	0.002996
0.3	0.002987	0.3	0.002987	0.3	0.002987	0.3	0.002987
0.4	0.002973	0.4	0.002973	0.4	0.002973	0.4	0.002973
0.5	0.002955	0.5	0.002955	0.5	0.002955	0.5	0.002955
0.6	0.002933	0.6	0.002933	0.6	0.002933	0.6	0.002933
0.7	0.002906	0.7	0.002906	0.7	0.002906	0.7	0.002906
0.8	0.002874	0.8	0.002874	0.8	0.002874	0.8	0.002874
0.9	0.002838	0.9	0.002838	0.9	0.002838	0.9	0.002838
1	0.002798	1	0.002798	1	0.002798	1	0.002798
1.1	0.002753	1.1	0.002753	1.1	0.002753	1.1	0.002753
1.2	0.002703	1.2	0.002703	1.2	0.002703	1.2	0.002703
1.3	0.002649	1.3	0.002649	1.3	0.002649	1.3	0.002649
1.4	0.002591	1.4	0.002591	1.4	0.002591	1.4	0.002591

ภาพประกอบ ข 4 แสดงค่าที่ทำการรันใหม่

Mahasarakham University

5. เมื่อได้ค่าที่ได้แล้วจากนั้นคลิกตามลูกศรสีแดงเพื่อแสดงการจำลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับกับความต่างศักย์หยุดยั้งต่อไป

A	B	C	D
Lamda(nm)	c(m/s)	f(Hz)=c/Lamda	Vo(V)
366*10^(-9)	3.00*10^8	8.19671E+14	0
436*10^(-9)	3.00*10^8	6.88073E+14	0
546*10^(-9)	3.00*10^8	5.49451E+14	0
578*10^(-9)	3.00*10^8	5.19031E+14	0
		0	-0.27

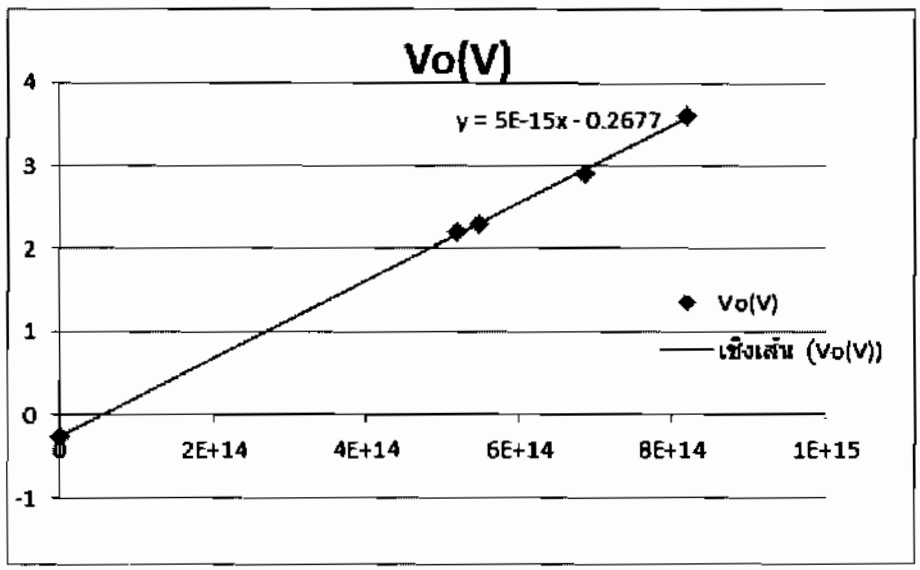


ภาพประกอบ ข 5 แสดงค่าความต่างศักย์หยุดยั้งเท่ากับ 0

Mahasarakham University

6. จากนั้นก็จะทำการรันใหม่ จะได้

Lamda(nm)	c(m/s)	f(Hz)=c/Lamda	Vo(V)
366*10^(-9)	3.00*10^8	8.19671E+14	3.6
436*10^(-9)	3.00*10^8	6.88073E+14	2.9
546*10^(-9)	3.00*10^8	5.49451E+14	2.3
578*10^(-9)	3.00*10^8	5.19031E+14	2.2
		0	-0.27



ภาพประกอบ ข 6 แสดงค่าความต่างศักย์หยุดยั้งที่รันใหม่

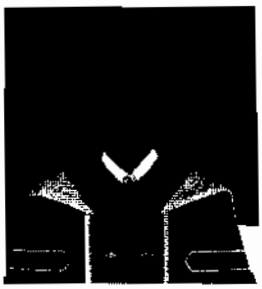
7. ทำตามขั้นตอนที่ 1-6 ใหม่โดยใช้โลหะชนิดอื่น (แคลเซียม , ซีเซียม และคาร์บอน ตามลำดับ)

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน



ชื่อ นามสกุล	อารีรัตน์ สุนีย์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 14 เมษายน 2534
จังหวัด และประเทศที่เกิด	อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนโนนสะอาดพิทยาสรรค์ จังหวัดอุดรธานี พ.ศ. 2552 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนโนนสะอาดพิทยาสรรค์ จังหวัดอุดรธานี พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วท.บ.ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	88 หมู่ 9 ตำบลโนนสะอาด อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี 41240
เบอร์โทร	0923719839
อีเมลล์	areerat-fongja@hotmail.com

Mahasarakham University