แนวทางการเสนอโครงการวิจัย
เพื่อขอรับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนมหาวิทยาลัยรังสิต
ประจำปี 2556

1. **ชื่อโครงการ** การพัฒนาชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก รายวิชา PHY224 ปฏิบัติการฟิสิกส์ 2

   ชื่อโครงการ(ภาษาอังกฤษ) Effectiveness of Experiment Kit in PHY224 : Physics Laboratory II on Photoelectric
2. **ประเภทของงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน** การวิจัยเพื่อสร้างสื่อการสอนหรือนวัตกรรม
3. **รายวิชาที่ทำการวิจัย** วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 2
4. **ผู้ดำเนินงานวิจัย**

นางปรียา อนุพงษ์องอาจ หัวหน้าโครงงานวิจัย
Mrs.Preya Anupongongarch
คุณวุฒิ กศม. สาขาฟิสิกส์, วทม. สาขาฟิสิกส์
สถานที่ทำงาน ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
โทรศัพท์ 086-407-1672, 02-997-2222 ต่อ 5052

ประสบการณ์ในการวิจัยและความชำนาญ

- การศึกษาภาวะการเชื่อมต่อเชิงพันธะแบบมีสหสัมพันธ์โดยอาศัยแบบจำลองสปินของพอตส์บนแลตทิชจัตุรัส
- การพัฒนาระบบตรวจวัด บันทึกผลและแสดงผลของเครื่องตรวจวัดเสียงการทำงานของหัวใจด้วยระบบไมโครคอมพิวเตอร์
- การพัฒนาระบบควบคุมของเครื่องดูดของเหลวโดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์
- ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 (ไฟฟ้า แม่เหล็ก)
- ชุดการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาฟิสิกส์ 2 เรื่อง คลื่น เสียงและแสง
- การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง “พลศาสตร์”
- ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1
- การพัฒนาชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ
- การพัฒนาชุดทดลองเรื่องคุณสมบัติของแสงเชิงเรขาคณิต รายวิชา PHY224 ปฏิบัติการฟิสิกส์ 2

ผู้ช่วยวิจัย นายธวัช แก้วกัณฑ์

5. ที่ปรึกษาโครงการ

รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์และสาขาอุปกรณ์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

6. สถานที่ทำงานวิจัย ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

7. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ปัจจุบันการนำสื่อการสอนนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนกำลังเป็นที่สนใจกันอย่างกว้างขวางในขณะนี้ ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่การศึกษาในปัจจุบันมุ่งที่จะพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น และมีรับผิดชอบตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงต่างไปจากเดิม คือมุ่งให้ผู้เรียนรู้จักวิธีแสวงหาความด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนมีหน้าที่คอยช่วยเหลือแนะนำ ผู้สอนจำเป็นต้องนำเอาวิธีการสอนใหม่ ๆ พร้อมทั้งสื่อการสอน และนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้เพื่อการเรียนการสอนดำเนินการไปอย่างมีประสิทธิภาพ (สุนันท์ สังข์อ่อน, 2526)

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาในกลุ่มสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพซึ่งการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนักศึกษาจะต้องเรียนรู้ทฤษฎีและการปฏิบัติ ในการเรียนวิชาปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องให้นักศึกษาได้มีการปฏิบัติหรือทดลองจริง เพื่อทำให้กระบวนการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 เป็นการศึกษาวิชาฟิสิกส์ในเชิงปฏิบัติการ โดยมีจุดประสงค์ที่จะให้นักศึกษานำเอาปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ หรือต้องการศึกษาเข้ามาสู่ห้องทดลองหรือห้องปฏิบัติการ และดำเนินการทดลองเพื่อที่จะตอบคำถามที่ต้องการทราบ โดยความน่าเชื่อถือของการทดลองเป็นเรื่องที่สำคัญมาก การทดลองที่มีความน่าเชื่อถือสูงจะต้องประกอบด้วยการใช้เครื่องมือในการวัดข้อมูลที่เหมาะสม มีความละเอียดเพียงพอ มีการดำเนินวิธีการทดลองที่รอบคอบ มีการนำผลการทดลองมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือปฏิบัติการต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อรองรับและสนับสนุนการเรียนการสอน

ในวิชาฟิสิกส์ 2 สำหรับ**ปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก** (Photoelectric Effect) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบกับแผ่นโลหะ แล้วทำให้มีอิเล็กตรอนหลุดออกมาจากแผ่นโลหะได้ ในการอธิบายให้นักศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์นี้เป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากนักศึกษาไม่สามารถมองเห็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน แต่ถ้านักศึกษามีความเข้าใจหลักการทำงานของปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กตริกแล้ว นักศึกษาก็จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น การอธิบายการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ หลักการทำงานของเซ็นเซอร์และรีโมดควบคุม เป็นต้น

ปัจจุบันเทคโนโลยีเกี่ยวกับอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มีความเจริญก้าวหน้า อีกทั้งมีราคาถูก ทางผู้ดำเนินการวิจัยเห็นว่าสามารถนำเทคโนโลยีด้านนี้มาทำชุดทดลองเรื่องปรกฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริกได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ให้กับนักศึกษาให้มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้มากยิ่งขึ้น

8. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นและหาค่าคงที่ของแพลงค์จากการทดลอง
3. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้ใช้ชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริกก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้ได้ชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก
2. เพื่อให้ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์มีเครื่องมือที่ทันสมัย มีประสิทธิภาพสูงและราคาถูก
3. เพื่อให้นักศึกษามีเครื่องมือปฏิบัติการที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพ และให้ผลการทดลองที่มีความถูกต้องและแม่นยำยิ่งขึ้น
4. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจในเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริกมากยิ่งขึ้น
5. เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของการเรียน รายวิชา PHY224 ปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 ของนักศึกษา

10. ระเบียบวิธีวิจัย

โครงการวิจัยนี้สามารถแบ่งส่วนของการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1. ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดทดลอง
2. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองโดยหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบและปรับปรุงชุดทดลอง
3. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิผลชุดทดลองและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดทดลอง

3.1 นำชุดทดลองที่จัดทำเสร็จแล้วมาใช้กับนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์2 (PHY224) จำนวน 150 คน และประเมินผลการใช้ชุดทดลองโดยให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ทำแบบทดสอบหลังเรียน และตอบแบบสอบถามเพื่อวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองนี้ โดยวัดในเชิงคุณภาพ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.2.1 ชุดทดลองเรื่อง ปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก โดยมีขั้นตอนการสร้างและออกแบบดังนี้คือ

3.2.1.1 ศึกษาและรวบรวมเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก จากเอกสารคำสอนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 2 และ ฟิสิกส์ 2 (PHY133 และ PHY223) เรียบเรียงโดย ผศ.ปรียา อนุพงษ์องอาจ

3.2.1.2 กำหนดขอบเขตและรูปแบบของชุดทดลอง พร้อมทั้งออกแบบและสร้างชุดทดลอง โดยได้แบ่งการออกแบบออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นการออกแบบ

โครงสร้างของชุดทดลอง และส่วนที่สองเป็นการออกแบบวงจร Differential Amplifier ต่อกับโวลต์มิเตอร์ชนิดดิจิตอล ซึ่งทำหน้าที่แสดงผลของความเข้มแสงในรูปของสัญญาณความต่างศักย์ไฟฟ้า

3.2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง ปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่อง ปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก มีลักษณะเป็นแบบปลายปิด 5 ระดับ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ

ส่วนที่ 2 การนำไปใช้งาน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม มีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด

โดยกำหนดเกณฑ์ที่ให้ในการแปลความหมายของความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่อง ปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แสดงว่า เห็นด้วยมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แสดงว่า เห็นด้วยมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แสดงว่า เห็นด้วยปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แสดงว่า เห็นด้วยน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แสดงว่า เห็นด้วยน้อยที่สุด

3.2.3 แบบทดสอบก่อนเรียนเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก

3.2.4 แบบทดสอบหลังเรียนเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก

3.3 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์สำหรับแบบสอบถามความคิดเห็นให้ประชากรรับทราบ

3.3.2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก หลังจากนั้นให้ทำการทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก หลังจากที่ทำการทดลองเสร็จแล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนพร้อมทั้งตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริกนี้

3.3.3 นำข้อมูลจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก มาวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลอง

3.4.2 นำผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและผลคะแนนการทดสอบหลังเรียนมาหาค่าประสิทธิผลของชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก โดยงานวิจัยนี้หาค่า

ดัชนีประสิทธิผลของชุดทดลองโดยใช้วิธีของ กูดแมน เฟรทเชอร์ และชไนเดอร์ (Goodman, Fletcher and Schneider. 1980 : 30 – 34) มีสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน- ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{\text{(จำนวนผู้เรียนทั้งหมด)(คะแนนเต็ม)} - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

นำผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและผลคะแนนการทดสอบหลังเรียน มาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD) และวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย T-Test เพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองนี้

3.4.3 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก ผู้วิจัยนำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มาวิเคราะห์ผลแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์อันดับความพึงพอใจโดยหาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)

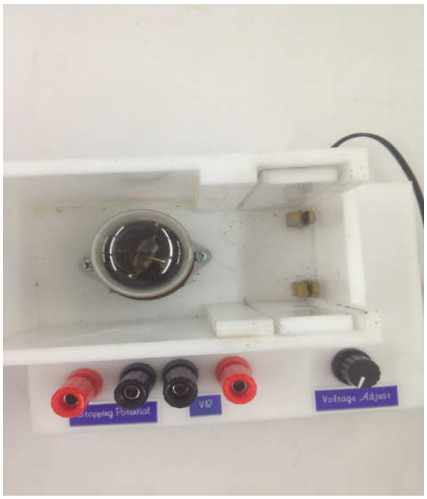
3.4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดทดลองเรื่องคุณสมบัติของแสงเชิงเรขาคณิต ผู้วิจัยนำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มาวิเคราะห์ผลแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD) และสรุปตามเกณฑ์การให้คะแนน

11. ขอบเขตงานวิจัย

1. ประชากรที่ใช้การวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา PHY 224 ปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา PHY 224 ปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 150 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือ จำนวน 50 คน
3. งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาชุดทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก โดยมีรายละเอียดดังนี้
   - กล่องแสง มีช่องเสียบแผ่นแสงสีต่างๆ และช่องเสียบสลิต
   - เซ็นเซอร์รับแสง ติดตั้งในกล่องแสง
   - ใช้ Light Source สีแดง, เขียว, เหลือง, น้ำเงิน

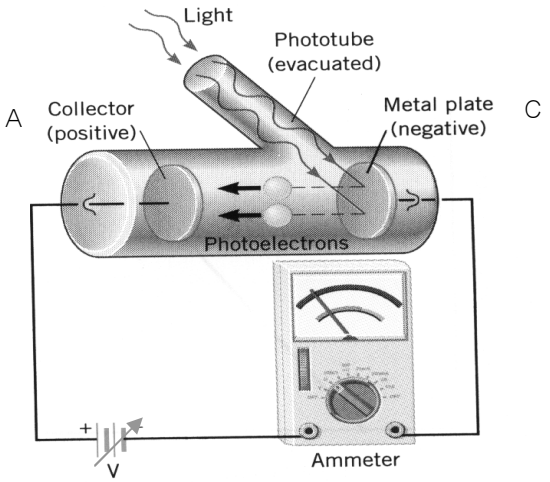
- มีช่องเสียบสายวัดวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์
- มีปุ่มปรับความต่างศักย์ (Voltage Variable)
- ใช้ DC Power Supply เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

โดยชุดทดลองมีลักษณะดังรูป



12. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ.1887 เฮิรตซ์ (Hertz) ได้ทำการทดลองฉายรังสีอัลตราไวโอเลตไปตกกระทบบนผิวโลหะ พบว่ามีอิเล็กตรอนอิสระหลุดออกจากที่โลหะนั้น อิเล็กตรอนที่หลุดจากแผ่นโลหะเรียกว่า โฟโตอิเล็กตรอน (Photoelectrons) และปรากฏการณ์ที่แสงทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากผิวโลหะนี้เรียกว่า ปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก (Photoelectic Effect)



รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์การทดลองโฟโต้อิเล็กตรอน

ปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริกแสดงได้โดยใช้อุปกรณ์ดังรูป แผ่นโลหะ C และ A อยู่ในหลอดสุญญากาศ โดย C ต่อเข้ากับขั้วไฟฟ้าลบ และ A ต่อเข้ากับขั้วไฟฟ้าบวก โดยเมื่อฉายแสง ด้วย

ความถี่ ν ซึ่งเป็นความถี่ที่สูงพอเหมาะ ลงบนแผ่นโลหะ C ทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากแผ่นโลหะ C ซึ่งจะพบว่าเข็มของแอมมิเตอร์เบนไป แสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น โดยขณะที่ความต่างศักย์ต่ำ ๆ กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีค่าน้อย ทำให้อิเล็กตรอนบางตัวมีพลังงานไม่มากพอที่จะเคลื่อนที่ถึงแผ่น A เมื่อเพิ่มความต่างศักย์กระแสไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นจนกระทั่งกระแสคงที่ ทำให้อิเล็กตรอนทุกตัวมีพลังงานมากพอจึงสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วถึงแผ่น A และถ้าใช้ความเข้มแสงต่างกันจะพบว่าแสงที่มีความเข้มมากจะให้กระแสไฟฟ้าสูงสุดมีค่ามากกว่า

ต่อจากนั้นกลับขั้วไฟฟ้าและเพิ่มความต่างศักย์จนกระทั่งกระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์ ทำให้อิเล็กตรอนที่มีความเร็วมากที่สุดหรือพลังงานจลน์สูงสุดหยุดนิ่ง เรียกความต่างศักย์นี้ว่า ความต่างศักย์หยุดยั้ง (Stopping Potential) แทนด้วย V_S ดังนั้นจะได้พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน คือ

$$E_{Kmax} = eV_S = \frac{1}{2}mv_{max}^2 \qquad (1)$$

โดยที่ E_{Kmax} แทนพลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอน มีหน่วยเป็นจูล (J)

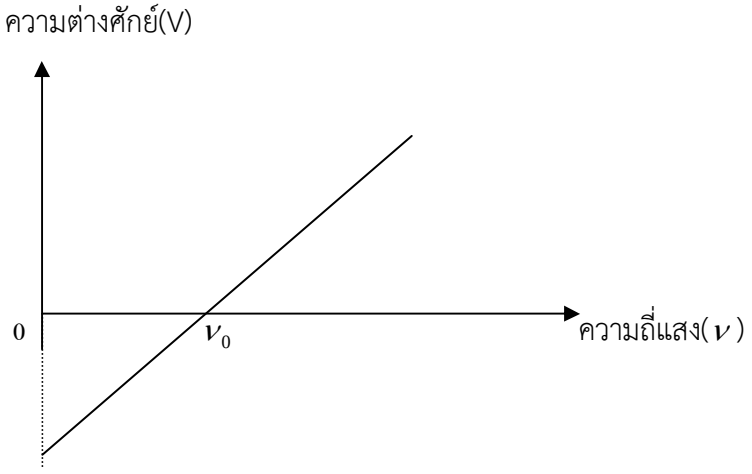
e แทนประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนมีค่าเท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ (C)

V_S แทนความต่างศักย์หยุดยั้ง มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

m แทนมวลของอิเล็กตรอนมีค่า 9.1×10^{-31} kg

v_{max} แทนความเร็วสูงสุดของอิเล็กตรอน (m/s)

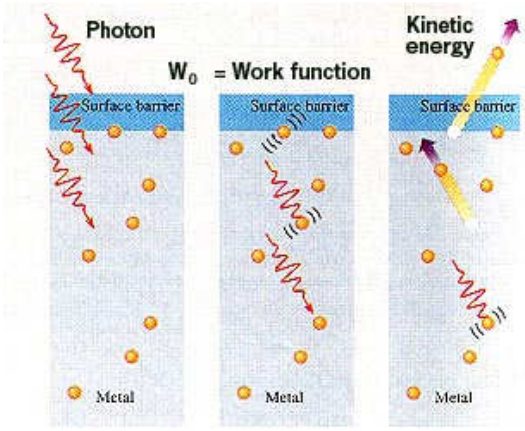
จากการทดลองเมื่อฉายแสงความถี่ต่าง ๆ กันลงบนแผ่นโลหะ C พบว่า ถ้าให้ความถี่แสงมากกว่าความถี่ค่าหนึ่ง อิเล็กตรอนจึงจะหลุดจากผิวโลหะได้ ความถี่นี้เรียกว่าความถี่ขีดเริ่ม (ν_0) และเมื่อให้ความถี่มากกว่าความถี่ขีดเริ่มแล้ว พบว่าวัดค่าศักย์หยุดยั้งในแต่ละกรณีของแสงที่ใช้ฉาย เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์แสดงได้ด้วยกราฟดังรูป



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่แสงและความต่างศักย์หยุดยั้ง

ไอน์สไตน์ (Einstein) ได้อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโต้อิเล็กทริก โดยเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับโฟโต้อิเล็กตรอนว่า เมื่อแสงซึ่งมีลักษณะเป็นอนุภาคที่ประกอบด้วยก้อนพลังงานเล็ก ๆ เรียกว่า โฟตอน (Photon) โดยโฟตอนแต่ละก้อนจะมีพลังงานเท่ากับ $h\nu$ เมื่อโฟตอนตกกระทบโลหะ พลังงาน $h\nu$ ของโฟตอนจะถ่ายให้กับอิเล็กตรอนในโลหะตัวต่อตัว และในการที่อิเล็กตรอนจะหลุดจากอะตอมของผิวโลหะ อิเล็กตรอนจะต้องได้รับพลังงานจากโฟตอนอย่างน้อยเท่ากับค่าฟังก์ชันงาน (Work Function) ซึ่งเป็นพลังงานยึดเหนี่ยวอิเล็กตรอนไว้กับอะตอมนั้น ถ้าพลังงานที่ได้รับมากกว่าค่าฟังค์ชันงาน พลังงานส่วนที่เหลือจะปรากฏเป็นพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน

ถ้าแสงมีความถี่ ν ตกกระทบแผ่นโลหะที่มีค่าฟังค์ชันของงาน W พลังงานที่เหลือคือพลังงานจลน์สูงสุด E_{Kmax} ของอิเล็กตรอนหลุดออกมา ดังรูป



รูปที่ 3 แสดงโฟตอน ค่าฟังชันงานและพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโต้อิเล็กตรอน

ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ตามทฤษฎีเกี่ยวกับโฟโต้อิเล็กตรอนเป็นสมการได้ว่า

พลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอน = พลังงานทั้งหมดของโฟตอน – ฟังค์ชันงานของโลหะ

$$E_{Kmax} = h\nu - W \qquad (2)$$

เมื่อ E_{Kmax} คือพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโต้อิเล็กตรอนมีหน่วยเป็นอิเล็กตรอนโวลท์ (eV) ซึ่งพลังงาน 1 eV มีค่าเท่ากับ 1.6×10^{-19} จูล (J)

$h\nu$ คือพลังงานของโฟตอน 1 ตัว มีหน่วยเป็นอิเล็กตรอนโวลท์ (eV) โดยที่ ν คือความถี่ของแสงซึ่ง $\nu = \frac{c}{\lambda}$ โดยที่ c คือความเร็วแสงมีค่า 3×10^{8} m/s และ λ คือความยาวคลื่นของแสง ในหน่วยเมตร

W คือค่าฟังก์ชันงานของโลหะ (ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ) มีหน่วยเป็นอิเล็กตรอนโวลท์ (eV)

เรียกสมการที่ (2) ว่าสมการโฟโต้อิเล็กตรอนของไอน์สไตน์ โดยสมการนี้จะพบว่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโต้อิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับความถี่ของแสง ทั้งนี้เพราะค่าฟังค์ชันงานของของโลหะเป็นค่าคงที่สำหรับโลหะแต่ละชนิด

ถ้าใช้แสงที่มีความถี่ต่ำจนกระทั่งพลังงานของโฟตอน $h\nu < W$ อิเล็กตรอนจะไม่หลุดจากผิวโลหะ และกรณีที่ให้แสงมีความถี่พอดีที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะซึ่งก็คือความถี่ขีดเริ่ม(ν_0) ตกกระทบโลหะ อิเล็กตรอนจะมีพลังงานจลน์เป็นศูนย์ จากสมการที่ (2) จะได้

$$W = h\nu_{\circ} \qquad (3)$$

จากการทดลองเราสามารถหาพลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอนได้จากความต่างศักย์หยุดยั้ง ดังนั้นสมการพลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอนอาจเขียนได้ใหม่ดังนี้

$$E_{Kmax} = eV_S = h\nu - W \qquad (4)$$

13. แผนงานและระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี (กันยายน 2556 – กันยายน 2557)

แผนการดำเนินงานโครงการกำหนดไว้เป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยมีขั้นตอนการดังตาราง

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินการ											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
รวบรวมเอกสารอ้างอิง หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	→	→	→									
ออกแบบและจัดทำชุดทดลองและทดสอบชุดทดลอง				→	→	→						
สอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาจากแบบสอบถาม							→	→	→			
วิเคราะห์ผล									→	→		
สรุปผลการดำเนินงาน											→	→

14. งบประมาณ

1. ค่าตอบแทน

1.1 ค่าตอบแทนที่ปรึกษาโครงการ 1 คน (ภายใน) **1,000 บาท**

2. ค่าวัสดุ

2.1 วัสดุสำหรับทำชุดทดลอง จำนวน 6 ชุดๆละ 2000 บาท รวมเป็นเงิน **12,000 บาท**

โดยรายละเอียดต่อ 1 ชุดทดลองมีดังนี้

- Power Supply
- Light Source สีแดง, เขียว, เหลือง, น้ำเงิน
- Sensor รับแสง
- Slit
- กล่องชุดทดลอง
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- ค่าจ้างประกอบชิ้นงาน

3. ค่าใช้สอย

3.1 ค่าแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (20 บาท x 200 คน x 1ชุด)	4,000 บาท
3.2 ค่าเข้าปกรูปเล่มงานวิจัย (200 บาท x 3 เล่ม)	600 บาท
3.3 ค่าจ้างพิมพ์งานและสำเนาเนื้อหา (เหมาจ่าย)	5,000 บาท
3.4 ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด (เหมาจ่าย)	1,000 บาท
รวมงบประมาณที่หัวหน้าโครงการได้รับ	**23,600 บาท**

4. อื่นๆ (จ่ายในนาม ศสพ.)

4.1 ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่าน	1,000 บาท
4.2 ค่าตอบแทนผู้ตรวจสอบบทคัดย่อไทย-อังกฤษ	200 บาท
4.3 ค่าสมนาคุณโครงการวิจัยที่เสร็จสมบูรณ์	3,000 บาท
4.4 ค่าใช้จ่ายในการเผยแพร่และนำเสนอผลงานวิจัย	10,000 บาท
รวมเป็นจำนวนเงิน	**37,800 บาท**

ลงนาม.....ผู้เสนอโครงการ

ความเห็นของหัวหน้าภาควิชา/ สาขาวิชา / หัวหน้าหน่วยงาน

.....

.....

.....

ความเห็นของคณบดี

.....

.....

.....

ลงนาม.....ผู้วิจัย

วันที่ .....