ปฏิบัติการที่ 5
ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก
(Lab 5: Photoeclectric Effect)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก
2. เรียนรู้วิธีการหาค่าคงที่ของพลังค์จากการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

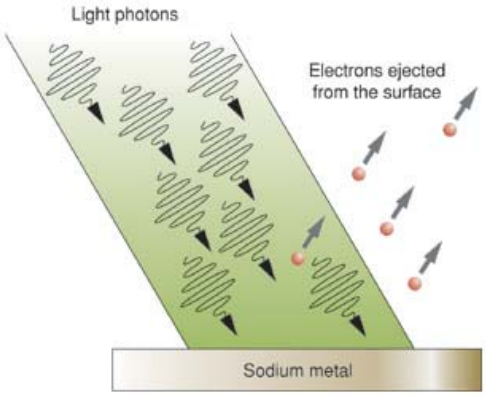
อุปกรณ์

1. โปรแกรมจำลองการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (VLab 05-Photoelectric.swf)

ทฤษฎี

ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อแสงที่อยู่ในบางช่วงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบโลหะแล้วมีอิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะ ผู้ค้นพบคนแรกคือ เฮิรทซ์ (H. Hertz) ในปี ค.ศ. 1887 ขณะที่เขาทำการทดลองเพื่อสนับสนุนทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ (Maxwell's Electromagnetic Theory) และในปี ค.ศ. 1905 ไอน์สไตน์ (A. Einstein) ได้สร้างสมการขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตรอกโดยใช้สมมติฐานของพลังค์ มาประยุกต์กับการแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ต่อมาในปี ค.ศ. 1916 มิลิแกน (R.A. Millikan) ได้ทำการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกอย่างสมบูรณ์ ผลการทดลองพบว่าสอดคล้องกับสมการของไอน์สไตน์เป็นอย่างดี

เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบลงลนผิวโลหะดังแสดงในรูปที่ 1 ปรากฏว่าถ้าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่ามากกว่าความถี่ขีดเริ่ม (threshold frequency) ค่าหนึ่งจะสามารถทำให้อิเล็กตรอนภายในโลหะหลุดออกมาได้ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก" (photoelectric effect) และอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาโดยกระบวนการนี้เรียกว่า "โฟโตอิเล็กตรอน" (photoelectron)



รูปที่ 1 แผนภาพการเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

กระบวนการการปลดปล่อยโฟโตอิเล็กตรอนเกิดขึ้นเมื่ออิเล็กตรอนที่อยู่ภายในโลหะดูดกลืนพลังงานจากโฟตอนที่ตกกระทบ โดยพลังงานที่ตกกระทบนั้นมีพลังงานมากพอที่จะเอาชนะพลังงานที่ยึดเหนี่ยวอิเล็กตรอนนั้นไว้อยู่ พลังงานยึดเหนี่ยวนี้มีชื่อว่า "เวิร์กฟังก์ชัน" (work function) กล่าวได้อีกอย่างหนึ่งคือโฟตอนที่ตกกระทบผิวโลหะจะต้องมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับค่าเวิร์กฟังกชันเพื่อจะทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นได้ ค่าของเวิร์กฟังก์ชันนี้มีค่าแตกต่างกันไปสำหรับโลหะแต่ละชนิด ผลการทดลองที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกสามารถสรุปได้เป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

(1) สำหรับโลหะชนิดหนึ่ง ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบจะต้องมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่มเพื่อจะทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกได้ ถ้าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบมีความถี่ต่ำกว่าความถี่ขีดเริ่ม จะไม่เกิดโฟโตอิเล็กตรอนขึ้น

(2) ในกรณีที่ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบทำให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (นั่นคือมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม) อัตราการเกิดโฟโตอิเล็กตรอนจะแปรผันตามความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบ

(3) ในกรณีที่ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนแปรผันตามความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบ แต่ไม่ขึ้นกับความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่อย่างใด

จากผลการทดลอง สิ่งที่น่าสนใจในปรากฏการณ์นี้คือโฟโตอิเล็กตรอนจะเกิดหรือไม่ ขึ้นกับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบแต่ไม่ขึ้นกับความเข้ม และจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นกับความเข้มคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่ออธิบายสิ่งที่ได้จากการทดลองดังกล่าว อัลเบิร์ต ไอนส์ไตน์ เสนอทฤษฎีที่มองว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความเป็นอนุภาคอยู่ เราเรียกอนุภาคของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้ว่า “**โฟตอน**” (photon) โดยพลังงานของโฟตอนแต่ละตัว (E) ขึ้นอยู่กับความถี่ของแสง (ν) โดยมีค่าเท่ากับ

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

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

โดยในลำแสงหนึ่งที่มีความถี่เดียวจะมีโฟตอนได้มากมายโดยที่โฟตอนแต่ละตัวมีพลังงานเท่ากัน เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นจำนวนโฟตอนก็จะมากขึ้นตามไปด้วย

เราสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ขีดเริ่มกับเวิร์กฟังก์ชันได้ดังนี้ เนื่องจากพลังงานของโฟตอนที่น้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนได้ต้องมีค่าเท่ากับเวิร์กฟังก์ชัน ถ้าเราให้เวิร์กฟังก์ชันมีค่าเท่ากับ ϕ นั่นหมายความว่า พลังงานของโฟตอนที่น้อยที่สุด (E_o) ต้องมีค่าเท่ากับ

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

แต่เนื่องจากพลังงานของโฟตอนขึ้นกับความถี่ตามสมการที่ 1 นั่นหมายความว่าความถี่ของโฟตอนที่มีพลังงาน E_o จะมีค่าเท่ากับ

$$E_o = h\nu_o = \phi \qquad (3)$$

โดย ν_o ก็คือความถี่ขีดเริ่มนั่นเอง

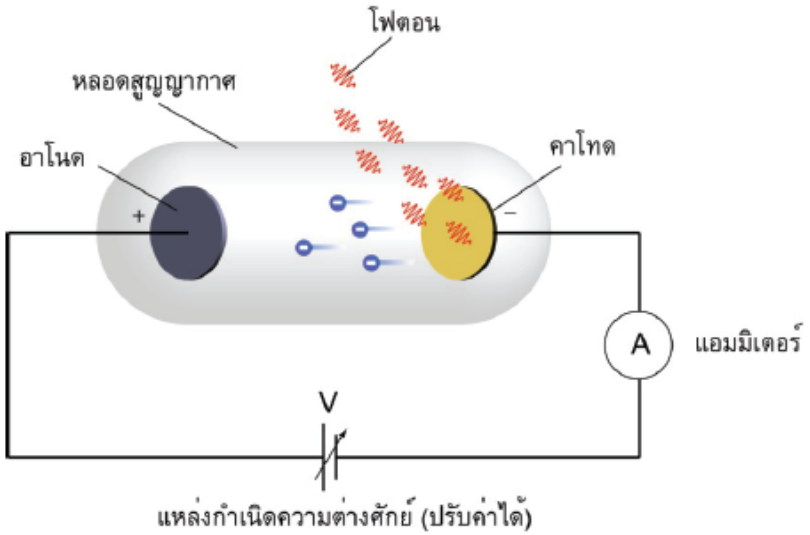
ในกรณีที่ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม (นั่นก็คือโฟตอนมีพลังงานสูงกว่าค่าเวิร์กฟังก์ชัน) พลังงานส่วนที่มากกว่าค่าเวิร์กฟังก์ชันจะเป็นพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน (KE) เราสามารถเขียนออกมาเป็นสมการได้ดังนี้

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

โดยจะสังเกตได้ว่าสัญลักษณ์ของพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนมีตัวห้อย max อยู่ ซึ่งเป็นการบอกว่าพลังงานจลน์นี้เป็นค่าพลังงานจลน์สูงที่สุดที่เป็นไปได้ของโฟโตอิเล็กตรอน เหตุที่เป็นค่าสูงสุดเพราะสมการที่ 4 อธิบายกรณีที่พลังงานส่วนที่เกินทั้งหมดถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน แต่ในความเป็นจริงแล้วโฟโตอิเล็กตรอนบางตัวอาจสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งไปกับกระบวนการอื่นๆ ได้ด้วย

อุปกรณ์ชิ้นสำคัญในการทดลองนี้คือหลอดสูญญากาศที่มีโลหะภายในเป็นขั้วคาโทด และมีขั้วอาโนดสำหรับรับโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากโลหะขั้วแคโทดดังแสดงในรูปที่ 2 ขั้วทั้งสองต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดความต่างศักย์ที่ปรับค่าได้ โดยเราสามารถปรับความต่างศักย์นี้ให้ขั้วอาโนดมีศักย์สูงกว่าหรือต่ำกว่าขั้วแคโทดก็ได้

พิจารณากรณีที่เราปรับให้ขั้วอาโนดมีศักย์สูงกว่าขั้วแคโทด (อาโนดมีศักย์เป็นบวก ส่วนแคโทดมีศักย์เป็นลบ) ในกรณีที่มีโฟโตอิเล็กตรอนเกิดขึ้น โฟโตอิเล็กตรอนเหล่านี้ก็จะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วอาโนดได้และเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรที่สามารถวัดค่าได้โดยแอมมิเตอร์ที่ติดตั้งไว้ (เราอาจเรียกกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการเคลื่อนที่ของโฟโตอิเล็กตรอนว่า photocurrent) ค่ากระแสไฟฟ้านี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้น เนื่องจากจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นกับจำนวนโฟตอนที่ตกกระทบและเราทราบแล้วว่ายิ่งจำนวนโฟตอนมากหมายความว่าความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สูง เพราะฉะนั้นกระแสไฟฟ้าในวงจรย่อมขึ้นกับความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบ



รูปที่ 2 เครื่องมือที่ใช้แสดงปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

ถัดมาพิจารณากรณีที่เราปรับให้ขั้วอาโนดมีศักย์ต่ำกว่าขั้วแคโทด ในกรณีนี้โฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะถูกเหนี่ยวรั้งให้เคลื่อนที่เข้าหาขั้วอาโนดยากขึ้น ยิ่งเราทำให้ขนาดของความต่างศักย์มากขึ้นเท่าไร จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่วิ่งถึงขั้วอาโนดก็ยิ่งน้อยลงเท่านั้น จนในที่สุดเมื่อความต่างศักย์มีค่ามากถึงขนาดที่ แม้แต่อิเล็กตรอนตัวที่มีพลังงานจลน์สูงสุดก็ไม่สามารถไปถึงขั้วอาโนดได้ กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากแอมมิเตอร์จะเป็นศูนย์ เราเรียกความต่างศักย์ค่านี้ว่า “ความต่างศักย์หยุดยั้ง” (stopping potential) และใช้สัญลักษณ์ V_o

การวัดค่าความต่างศักย์หยุดยั้งช่วยให้เราสามารถหาค่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนได้ ทั้งนี้เพราะที่ความต่างศักย์หยุดยั้งนี้หมายความว่าพลังงานไฟฟ้าที่เราให้เข้าไปมีขนาดเท่ากับพลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอนพอดี พลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จากผลคูณระหว่างประจุไฟฟ้ากับความต่างศักย์ เพราะฉะนั้นสำหรับอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้า e จะได้ว่า

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

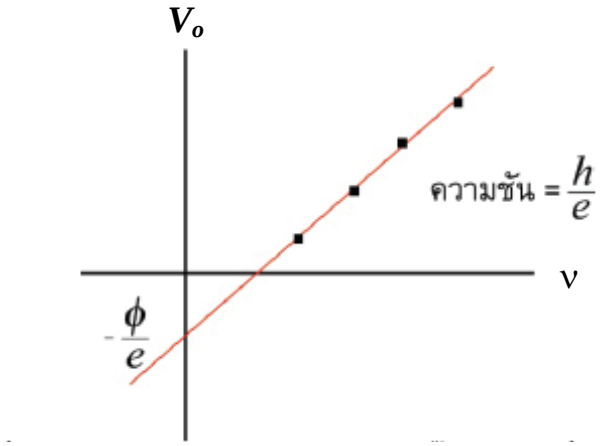
อาศัยสมการที่ 4 เราสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่ของแสงที่ตกกระทบได้เป็น

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

หรือ

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

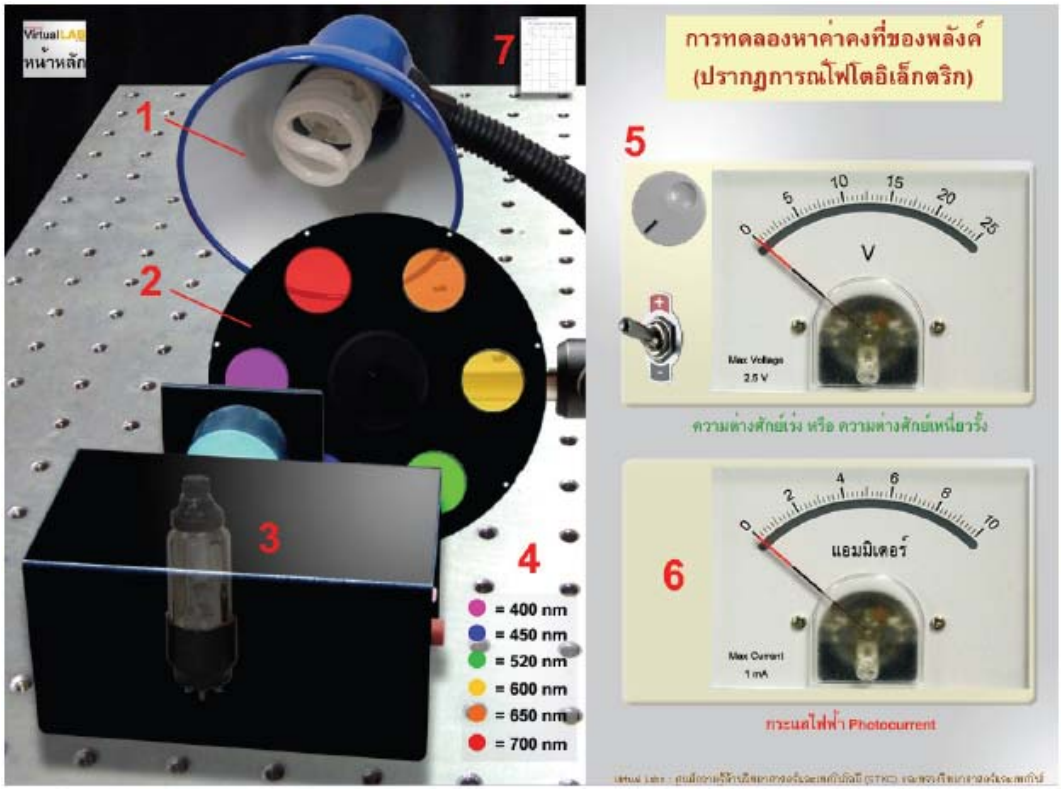
นั่นคือถ้าเราเขียนกราฟระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้ง (V_o) กับความถี่ (ν) แสงตกกระทบจะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ h/e ในขณะที่จุดตัดแกน y จะบอกค่า ϕ/e ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่ของโฟตอน

โดยอาศัยค่าประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนที่รู้ค่าอยู่แล้ว เราสามารถทำการวัดความถี่ของโฟตอนกับความต่างศักย์หยุดยั้งแล้วนำมาเขียนกราฟเพื่อหาค่าคงที่ของพลังค์และเวิร์กฟังก์ชันของโลหะที่ใช้ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกได้

ลักษณะของชุดทดลองเสมือนในการทดลองหาค่าคงที่ของพลังค์ (การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก) แสดงดังในรูปที่ 4 การใช้งานส่วนต่างๆ ของชุดทดลองเสมือนชุดนี้มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 4 โปรแกรมจำลองการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

หมายเลข 1 แหล่งกำเนิดแสง ในที่นี้เราอาศัยแสงจากหลอดไฟเป็นแหน่งกำเนิดแสง ผู้ทำการทดลองสามารถเปิด-ปิดไฟได้โดยการใช้เมาส์คลิกไปที่หลอดไฟ (หรือโคมไฟก็ได้) สังเกตว่าในที่นี้การสว่างของหลอดไฟเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป ผู้ทดลองลองพิจารณาการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ว่ามีความสอดคล้องกับความเข้มของแสงตามที่ทฤษฎีกล่าวไว้หรือไม่อย่างไร

หมายเลข 2 อุปกรณ์กรองสีแบบล้อหมุน ทำหน้าที่กรองเฉพาะสีที่ต้องการให้ตกกระทบลงบนโลหะในหลอดสูญญากาศ (หมายเลข 3) โดยในที่นี้มีให้เลือกใช้ทั้งหมด 6 สีบนล้อหมุน ผู้ทำการทดลองสามารถเปลี่ยนสีได้โดยใช้เมาส์คลิกไปที่ล้อ ล้อหมุนจะเลื่อนไปเป็นลำดับ ค่าความยาวคลื่นของแสงที่ผ่านที่กรองสีแต่ละสีแสดงที่บริเวณหมายเลข 4

หมายเลข 3 โฟโตเซลล์ ส่วนประกอบต่างๆ ที่เห็นในรูปที่ 2 ถูกบรรจุอยู่ในหลอดสูญญากาศนี้ซึ่งมักเรียกว่า **“**โฟโตเซลล์**”** (photocell) อันที่จริงแล้วโฟโตเซลล์มักจะถูกบรรจุอยู่ภายในกล่องบรรจุที่มีช่องเปิดให้แสงผ่านจากมุมที่กำหนดเท่านั้น ในการทดลองเสมือนนี้จึงนำภาพโฟโตเซลล์มาแสดงให้ดูเพื่อแสดงว่ามีโฟโตเซลล์อยู่ภายในกล่องทึบในภาพ ไม่มีการควบคุมโฟโตเซลล์โดยผู้ทำการทดลองแต่อย่างใด

หมายเลข 4 ค่าความยาวคลื่นของแสงที่ผ่านที่กรองสี แสดงค่าความยาวคลื่นของแสงที่ผ่านที่กรองสี (หมายเลข 2) เพื่อใช้ในการคำนวณในการทดลอง

หมายเลข 5 แหล่งกำเนิดความต่างศักย์ ควบคุมค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วแคโทดและอาโนด โดยปุ่มหมุนใช้สำหรับเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ โดยสามารถควบคุมได้โดยการกดเมาส์แล้วลากซ้าย-ขวา หรือในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนค่าทีละน้อยๆ ก็สามารถใช้ล้อหมุนของเมาส์ (scroll wheel) ก็ได้ ส่วนสวิตช์ที่ติดอยู่ใช้สำหรับสลับขั้วความต่างศักย์ระหว่างขั้วแคโทดและอาโนด ผู้ทำการทดลองสามารถสลับสับสวิตช์ขึ้น-ลงได้โดยการคลิกเมาส์ โดยเครื่องหมาย (+) คือ ความต่างศักย์เร่ง หมายถึง ขั้วอาโทดมีศักย์ไฟฟ้าเป็น **“**บวก**”**เทียบกับขั้วคาโนด และ เครื่องหมาย (-) คือ ความต่างศักย์เหนี่ยวรั้ง หมายถึง ขั้วอาโทดมีศักย์ไฟฟ้าเป็น **“**ลบ**”**เทียบกับขั้วคาโนด

หมายเลข 6 แอมมิเตอร์ แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรอันเนื่องมาจากโฟโตอิเล็กตรอน (photocurrent) เป็นอุปกรณ์แสดงผล ไม่มีการควบคุมแต่อย่างใด

หมายเลข 7 ใบบันทึกผลการทดลอง เมื่อคลิกเมาส์ลงบนใบบันทึกผลการทดลองจะนำใบบันทึกผลการทดลองมาแสดง และผู้ทำการทดลองสามารถบันทึกผลที่วัดได้ลงไป

วิธีการทดลอง

จุดประสงค์ของการทดลองนี้คือเพื่อวัดค่าคงที่ของพลังค์โดยอาศัยการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก โดยในการทดลองนี้เราจะได้ค่าเวิร์กฟังก์ชันของโลหะที่อยู่ในหลอดสุญญากาศด้วย

1. เปิดโปรแกรมจำลองการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก VLab 05-Photoelectric.swf
2. เปิดแหล่งกำเนิดแสง
3. เลือกความยาวคลื่นแสง (λ) ที่จะตกกระทบลงบนเครื่องมือโฟโตอิเล็กทริกโดยหมุนที่กรองแสงไปยังสีที่ต้องการ ในขั้นตอนนี้เลือก ($\lambda = 400$ nm) อาศัยความยาวคลื่นของแสงที่ผ่านที่กรองสีดังที่ระบุเอาให้แล้วคำนวณหาความถี่แสง บันทึกค่าลงในใบบันทึกผลการทดลอง
4. สังเกตกระแสไฟฟ้าที่หน้าปัดแอมมิเตอร์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าแสดงว่าเกิดโฟโตอิเล็กตรอน
5. ปรับความต่างศักย์ไฟฟ้าโดยให้ความต่างศักย์ในลักษณะที่เหนี่ยวรั้งโฟโตอิเล็กตรอนโดยใช้สวิทช์ที่เครื่องกำเนิดความต่างศักย์เพื่อกำหนดขั้วไฟฟ้าระหว่างแคโทดกับอาโนด (ถ้าขั้วที่เลือกมีทิศเหนี่ยวรั้งอิเล็กตรอนจะเห็นได้ว่ากระแสไฟฟ้าที่

หน้าปัดแอมมิเตอร์จะมีค่าลดลง) จนกระทั่งกระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์มีค่าเป็นศูนย์ บันทึกความต่างศักย์ที่อ่านได้ ค่าความต่างศักย์นี้ก็คือความต่างศักย์หยุดยั้ง (**V_o**) นั่นเอง

6. ปรับค่าความต่างศักย์ไปที่ค่าอื่นแล้วหาค่าความต่างศักย์หยุดยั้งดังในขั้นตอนที่ 4 ใหม่อีกสองครั้ง บันทึกความต่างศักย์หยุดยั้งที่ได้แล้วค่าความต่างศักย์หยุดยั้งเฉลี่ย
7. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 4-5 ใหม่โดยใช้แสงที่ความยาวคลื่นอื่น (450 nm, 520 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm ตามลำดับ) บันทึกค่าทั้งหมดที่ได้ลงในใบบันทึกผลการทดลอง
8. จากค่าที่วัดได้ เขียนกราฟระหว่างความถี่**แสง**, ν (แกน **X**) กับความต่างศักย์หยุดยั้ง**,** $\mathbf{V_o}$ (แกน **Y**)
9. คำนวณหาค่าคงที่ของพลังค์และเวิร์คฟังก์ชันจากความชันและจุดตัดแกน y ของกราฟตามลำดับ
10. เปรียบเทียบค่าคงที่ของพลังค์ที่ได้กับค่าที่ทราบแล้ว ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ J.s) และหาเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อน
11. สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์การทดลองและความผิดพลาดต่างๆ ในการทดลอง มีตัวแปรใดอีกหรือไม่ที่อาจทำให้การทดลองใกล้เคียงความจริงมากยิ่งขึ้น

ค่าคงที่สำหรับการคำนวณ

ประจุของอิเล็กตรอน **;** $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C อัตราเร็วแสงในสุญญากาศ **;** $c = 3.00 \times 10^{8}$ m/s

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 1. **การหาค่าคงที่ของพลังค์จากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก**

ความยาวคลื่นแสง λ (nm)	ความถี่ ν (Hz)	วัดครั้งที่	กระแสโฟโตอิเล็กตรอน (mA)	ความต่างศักย์หยุดยั้ง V_o (V)	กระแสโฟโตอิเล็กตรอนเฉลี่ย (mA)	ความต่างศักย์หยุดยั้งเฉลี่ย (V)
400		1				
		2				
		3				
		4				
450		1				
		2				
		3				
		4				
…		1				
		2				
		3				
		4				
…		1				
		2				
		3				
		4				
700		1				
		2				
		3				
		4				

<u>หมายเหตุ</u> ความยาวคลื่นแสงที่ใช้ในการทดลองคือ 450, 450, 520, 600, 650, 700 nm ตามลำดับ

เขียนกราฟระหว่างความถี่**แสง**, ν (แกน **X**) กับความต่างศักย์หยุดยั้ง**,** $\mathbf{V_o}$ (แกน **Y**)

จากกราฟระหว่างความถี่ของแสง และความต่างศักย์หยุดยั้ง

ความชันของกราฟ = …… **หน่วย** ……..

ค่าคงที่ของพลังค์ = …… **หน่วย** J.s

จุดตัดแกน Y = …… **หน่วย** ……..

เวิร์กฟังก์ชันของโลหะที่ใช้ = …… **หน่วย** eV

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง กรณีสับสวิตช์ศักย์ไฟฟ้าไปที่ลบ (-) และ**<u>เพิ่มค่าความต่างศักย์</u>** กระแสโฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
2. จากการทดลอง เมื่อเลือกความยาวคลื่นแสงเป็น 450 nm และปรับศักย์ไฟฟ้าเร่งไปที่ 0.25 V กรณีสับสวิตช์ศักย์ไฟฟ้าไปที่บวก (+) และลบ (-) กระแสโฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นทั้งสองกรณี กรณีใดมีค่ามากกว่ากัน และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

เอกสารอ้างอิง

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Photoelectric_effect
2. http://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric