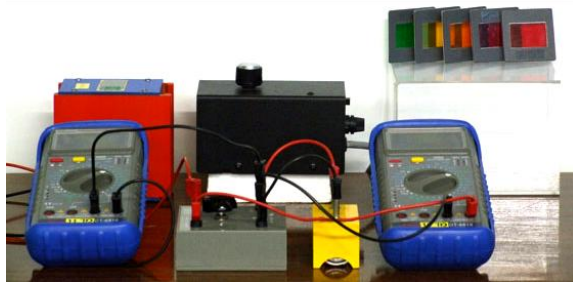




האפקט הפוטואלקטרי וקביעת קבוע פלנק

ציוד

- סוללה של 1.5V
- תא פוטואלקטרי
- מערכת מסננים (פילטרים)
- 2 מולטימטרים דיגיטליים
- פוטנציומטר 10 kΩ רב-סיבובי
- מקור אור (נורת ליבון)
- 7 תילים (מתוכם 4 קצרים)



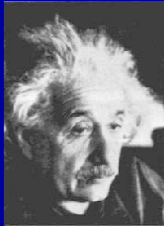
מטרות הניסוי

- אישוש ההסבר של איינשטיין לאפקט הפוטואלקטרי, המתבטא בקשר: $E_{\text{photon}} = B + E_k$.
- חישוב קבוע פלנק.

הקדמה

Einstein's Photoelectric Effect

- Only light with a frequency greater than a certain threshold will produce a current
- Current begins almost instantaneously, even for light of very low intensity
- Current is proportional to the intensity of the incident light



Planck's Quantum Postulate

- Energy of radiation can only be emitted in discrete packets or quanta, i.e., in multiples of the minimum energy

$$E = hf$$

where h is a new fundamental constant of nature:
 $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Joules sec



ניסוי זה עוסק בתופעה שהבנתה מבוססת על האופי החלקיקי של האור. בהשפעת האור הפוגע בפולט (קתודה) נפלטים ממנו אלקטרונים. בניסוי התא הפוטואלקטרי יחובר למקור מתח בקוטביות המאפשרת לעצור את האלקטרונים שנפלסו. ניתן להסיק על האנרגיה הקינטית של האלקטרונים הנפלטים על ידי מדידת המתח הנגדי המינימאלי V_0 הגורם לאיפוס הזרם במעגל הקולט, כלומר לעצירת האלקטרונים בקרבת הקולט (אנודה):

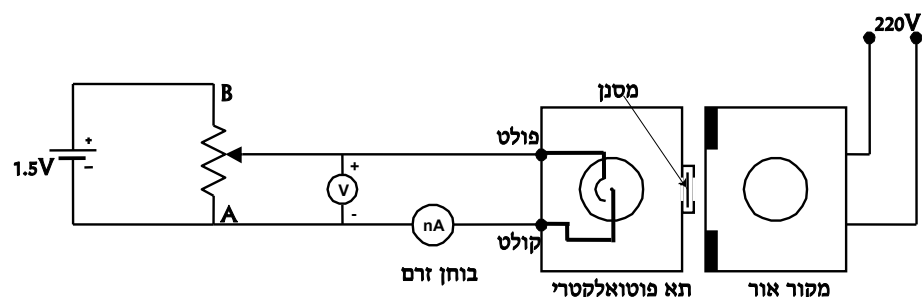
$$E_k = e \cdot V_0$$

ממצאי הניסוי תוכלו גם לחשב את קבוע פלנק h בעזרת נוסחת איינשטיין:

$$E_k = h \cdot \nu - B$$

הכנת המערכת

מערכת הניסוי מתוארת בתרשים המוצג באיור 1.



איור 1



חיבור מולטימטר למעגל
איור 2

1. חברו את מקור האור לרשת החשמל.
2. הרכיבו את המעגל החשמלי לפי התרשים באיור 1, ללא חיבור מכשירי מדידה.
3. אחד המולטימטרים העומדים לרשותכם ישמש כבוחן הזרם שיזרום בתא הפוטואלקטרי. רגישותו למתח מגיע ל 1mV ומאחר שהתנגדות הפנימית היא כ- $10\text{M}\Omega$, הוא יכול להרגיש זרמים של ננו-אמפרים (הסבירו!). נתקו את התיל מקולט התא וחברו אותו לכניסה "COM" של מולטימטר זה. את קולט התא חברו לכניסה " $V\Omega$ " (איור 2). כווננו את המולטימטר למדידת מתח DC במיליוולטים (mV).
4. חברו את המולטימטר השני, שימש כוולטמטר, בהתאם לתרשים המעגל ואיור 2. מכשיר זה ימדוד את מתח העצירה, כווננו אותו למדידת מתח DC בוולטים (V).

ביצוע הניסוי

1. הדליקו את המולטימטרים.
2. בעזרת הפוטנציומטר כווננו את המתח על התא הפוטואלקטרי לאפס. **שימו לב – אפשר לסובב את הפוטנציומטר ביותר מ- 360° .** כסו את פתח קופסת התא, כך שלא יכנס אליו אור.
3. חספו לרגע את התא הפוטואלקטרי לאור של מקור האור ובדקו האם בוחן הזרם מגיב. אם אין תגובה, סימן שיש איזושהי תקלה במערכת הניסויית שבניתם.
4. הרכיבו במקום המיועד לכך בקופסת התא הפוטואלקטרי את המסנן האדום (בעל התדירות הנמוכה ביותר) והפעילו את מקור האור. קריאה של בוחן הזרם שונה מאפס. קרבו והרחיקו את מקור האור לתא. כיצד משפיע הדבר על עוצמת הזרם?
5. פתחו גיליון Excel והכינו בו טבלה בה תזינו בהמשך הניסוי את הערכים של תדירות האור ושל מתח העצירה המתאים לכל תדירות. הצמידו את מקור האור לקופסת התא הפוטואלקטרי. הגדילו באיטיות בעזרת הפוטנציומטר את המתח הנגדי החל מאפס עד שבוחן הזרם יורה אפס. הזינו את התדירות ומתח העצירה בטבלה שהכנתם. הוסיפו לטבלה עמודה בה ציינו את הצבע הנראה של המסנן ליד כל תדירות.
6. חזרו על המדידות עם המסננים האחרים שברשותכם.
7. על אחד המסננים לא רשומה התדירות. בצעו לגבי את אותן הפעולות והזינו בטבלה את מתח העצירה המתאים למסנן זה.

בסיום המדידות

- כבו את מקור האור ואת המולטימטרים.
- נתקו את מקור האור מרשת החשמל,
- פירקו את המעגל החשמלי,
- החזירו את כל הציוד למגש ואת המגש לעגלה.

עיבוד התוצאות ושאלות סיכום

1. שרטטו גרף של האנרגיה הקינטית של האלקטרונים ב- eV כפונקציה של התדירות והוסיפו לו קו מגמה. האם הגרף מתאים לצפוי? הסבירו.
2. מצאו בעזרת הגרף את קבוע פלנק h בדיוק של 3 ספרות משמעותיות ואת פונקציית העבודה B של המתכת ממנה עשויה הקתודה, ביחידות eV .
3. מצאו מהי נקודת החיתוך של הגרף עם ציר התדירות והסבירו את משמעותה. הסבירו את הקשר של ערך הנקודה לפונקציית העבודה שמצאתם.
4. חישובו את סטייה היחסית של ערך קבוע פלנק שהתקבל בניסוי מערכו בספרות.
5. הסבירו מדוע חל השינוי בעוצמת הזרם שמדדתם בסעיף 4 של ביצוע הניסוי.
6. אם בסעיף 5 של ביצוע הניסוי הייתם מרחיקים את התא ממקור האור, האם היה משפיע הדבר על מתח העצירה? מבחינת דיוק המדידות, מדוע רצוי לבצע אותן כשמקור האור צמוד לתא הפוטואלקטרי?
7. מצאו בעזרת הגרף את תדירות האור המרבית אותה מעביר המסנן עליו לא רשומה התדירות. האם התדירות מתאימה איכותית לצבע הנראה של המסנן?