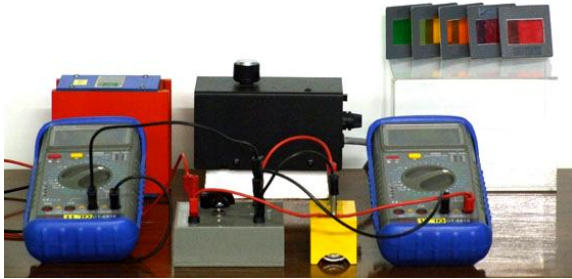


# האפקט הפוטואלקטרי וקביעת קבוע פלנק

## רשימת 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)



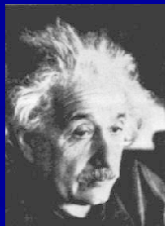
## מטרות הניסוי

- לאשש את ההסבר של איינשטיין לאפקט הפוטואלקטרי, המתבטא בקשר:  $E_{\text{photon}} = B + E_k$ .
- לחשב את 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 שנפלטו. ניתן להסיק על האנרגיה הקינטית של האלקטרונים הנפלטים על ידי מדידת המתח הנגדי מינימאלי  $V_0$  הגורם לאיפוס הזרם במעגל הקולט, כלומר לעצירת האלקטרונים בקרבת הקולט (אנודה):

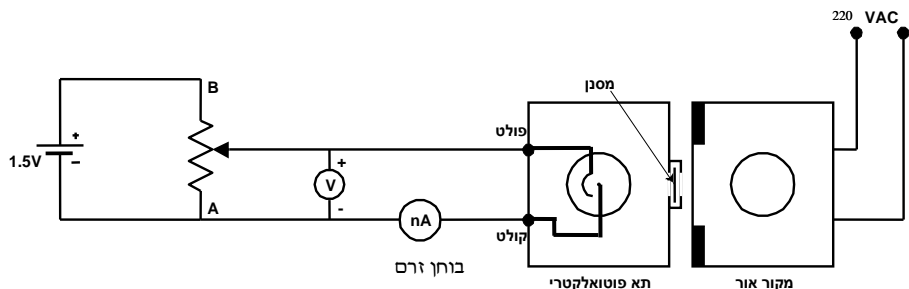
$$E_k = e \cdot V_0$$

ממצאי הניסוי תוכל גם לחשב את קבוע פלנק h תוך כדי שימוש בנוסחת איינשטיין:

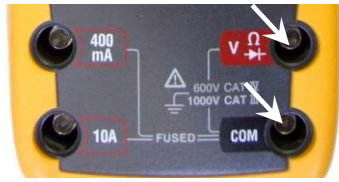
$$E_k = h \cdot \nu - B$$

## הכנת המערכת

מערכת הניסוי מתוארת בתרשים שלהלן.



1. חבר את הנורה לרשת החשמל (מתח חילופין של 220V). וודא שהנורה פועלת.
2. הרכב את המעגל החשמלי שבתרשים ללא חיבור מכשירי מדידה.



חיבור רבי-מוודד למעגל

3. אחד המולטימטרים העומדים לרשותך ישמש כבוחן הזרם שיזרום בתא הפוטואלקטרי. רגישותו למתח מגיע ל  $1\text{mV}$  ומאחר שהתנגדותו הפנימית היא כ-  $10\text{M}\Omega$ , הוא יכול להרגיש זרמים של ננו-אמפרים (הסבר!). נתק את התיל מקולט התא וחבר אותו לכניסה "COM" של מולטימטר זה. את קולט התא חבר לכניסה " $V\Omega$ ". כוון מולטימטר זה למדידת מתח DC במיליוולטים ( $\text{mV}$ ).

4. חבר את המולטימטר השני, שישמש כוולטמטר, בהתאם לתרשים המעגל. מכשיר זה ימדוד את מתח העצירה, כוון אותו למדידת מתח DC בוולטים ( $\text{V}$ ).

### ביצוע הניסוי

1. הדלק את המולטימטרים.
2. כוון את הפוטנציומטר למתח אפס. **שים לב** – אפשר לסובב את הפוטנציומטר ביותר מ- $360^\circ$ . כסה את פתח קופסת התא, כך שלא יכנס אור לתא.
3. חשוף לרגע את התא הפוטואלקטרי לאור הפנס וראה אם בוחן הזרם מגיב. אם אין תגובה, סימן שיש איזושהי תקלה במערכת הניסויית שבנית ויש לטפל בה.
4. הרכב, במקום המיועד לכך בקופסת התא הפוטואלקטרי, את המסנן האדום (בעל התדירות הנמוכה ביותר) והפעל את מקור האור. קריאה של בוחן הזרם שונה מאפס. קרב והרחק את מקור האור לתא. כיצד משפיע הדבר על עוצמת הזרם? האם תוצאות המדידה תואמות את הציפיות התיאורטיות? הסבר.
5. הכן טבלה בה תרשום בהמשך הניסוי את הערכים של תדירות האור ושל מתח העצירה המתאים לכל תדירות. הצמד את מקור האור לקופסת התא הפוטואלקטרי. הגדל באיטיות בעזרת הפוטנציומטר את המתח הנגדי החל מאפס עד שבוחן הזרם יורה על אפס. רשום את התדירות ומתח העצירה בטבלה שהכנת. ציין ליד כל תדירות את הצבע הנראה של המסנן.
6. חזור על סעיף 5 עם המסננים האחרים שברשותך.
7. על אחד המסננים לא רשומה התדירות. בצע לגביו את אותן הפעולות ורשום בטבלה את מתח העצירה המתאים למסנן זה.
8. כבה את מקור האור ואת המולטימטרים.

### עיבוד התוצאות ושאלות סיכום

1. שרטט גרף של האנרגיה הקינטית של האלקטרונים ב-  $\text{eV}$  כפונקציה של התדירות. האם הגרף שקיבלת מתאים לצפוי? הסבר.
2. חשב מתוך הגרף את קבוע פלנק  $h$  בדיוק של 3 ספרות משמעותיות ואת אנרגיית הקשר B של המתכת ממנה עשויה הקתודה, ביחידות  $\text{eV}$ .
3. השווה את קבוע פלנק שמדדת לערכו בספרות. חשב את סטייה היחסית בניסוי.
4. מצא מהי נקודת החיתוך של הגרף עם ציר התדירות והסבר את משמעותה. ציין והסבר את הקשר ל-B שמצאת.
5. הסבר מדוע חל השינוי שמדדת בעוצמת הזרם בסעיף 4 של ביצוע הניסוי.
6. אם בסעיף 5 של ביצוע הניסוי תרחיק את התא ממקור האור, האם ישפיע הדבר על מתח העצירה? מבחינת דיוק המדידות, מדוע רצוי לבצע אותן כשמקור האור צמוד לתא הפוטואלקטרי?
7. מצא בעזרת הגרף את תדירות האור המרבית אותה מעביר המסנן עליו לא רשומה התדירות. האם התדירות מתאימה איכותית לצבע הנראה של המסנן?

### בסיום הניסוי

- כבה את המולטימטרים ואת הספק,
- נתק את מקור האור ואת הספק מרשת החשמל,
- פרק את המעגל החשמלי,
- החזר את כל הציוד למגש ואת המגש לעגלה.