



דיפראקציה של אלקטרונים מגבישוני גרפיט

מטרת הניסוי : בדיקת נוסחת דה ברולי המקשרת בין אורך הגל לתנע של חלקיק קוונטי בעל מסה.

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (1)$$

הכרת דיפראקציית בראג.

ציוד : מערכת דיפראקציה, סרגל גמיש, חדר חשוך, מחשב.

מבוא : ב 1913 הבינו האב והבן בראג שאטומים בגביש מסודרים במערך מחזורי היוצר מישורים. כאשר נקרין את הגביש בקרני X יחזיר כל מישור חלק מהקרנה הפוגעת. מאחר והקרנה היא מונוכרומטית (אורך גל אחד) וחד כיוונית (קרניים מקבילות), התנאי להתאבכות בונה (הנקרא תנאי בראג) הוא שההפרש הדרכים $2d \cdot \sin(\theta)$ בין הקרניים המוחזרות מכל מישור יהיה כפולה שלמה של אורך הגל λ . לכן עבור מישורים במרחק d הנוסחה המתארת תנאי בראג היא :

$$2d \cdot \sin(\theta) = n \cdot \lambda \quad (2)$$

עבור גביש גרפית מהסוג בו אנו משתמשים קיימים שני סטים של מישורי החזרה אשר המרחקים ביניהם נמדדו בעזרת קרני רנטגן :

$$d_1 = 2.13 \cdot 10^{-10} \text{ m} \quad , \quad d_2 = 1.23 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

מערכת הניסוי :

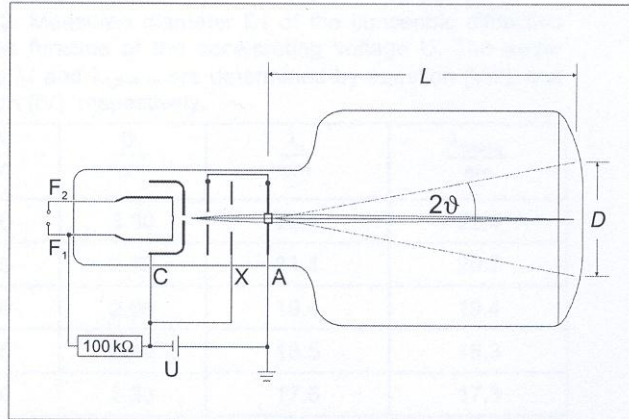
תותח אלקטרונים פולט אלקטרונים בפליטה תרמוניונית. אלומת אלקטרונים צרה עוברת את החריץ C. האלקטרונים מואצים בשפופרת בין נקודה C ל A. ע"י מתח V (מסומן U) וצוברים אנרגיה קינטית eV. עדשה מגנטית X הופכת את הקרניים למקבילות. בנקודה A נמצאת הדוגמה שם מתפזרים האלקטרונים בחרוט בעל זווית קודקוד של 2θ (זווית בין האלומה למישורי הגביש) מכיוון התקדמותם המקורי. לכן היחס בין הרדיוס המעגל R לזווית הפיזור הוא :

$$\tan(2\theta) = \frac{R}{L} \quad (3)$$

כאשר $0.135 \text{ m} = L$ המרחק בין הגבישים למסך. בקירוב של זוויות קטנות בו $\sin(\theta) \approx \tan(\theta) \approx \theta$ (תבדקו במחשבון ברדיאנים) נציב את θ מ-(3) ל-(2) ונקבל את אורך הגל הנובע מן המדידה באמצעות הנוסחה :



$$\lambda_{measured} = d \frac{R}{L} \quad (4)$$



הערה: הטבעת הקטנה (R_s) שייכת למרחק מישורים $d_1 = 2.13 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 הטבעת הגדולה (R_L) שייכת למרחק מישורים $d_2 = 1.23 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

מתוך נוסחת דה ברולי (1) וחוק שימור האנרגיה: $eV = \frac{1}{2}mv^2$

$$\lambda_{calculated} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m \cdot \left(\sqrt{\frac{2eV}{m}} \right)} = \frac{h}{\sqrt{2meV}} \quad (5)$$

$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$ קבוע פלנק
 $m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ מסת האלקטרון
 $e = 1.609 \cdot 10^{-19} \text{ c}$ מטען האלקטרון

מהלך הניסוי:

1. עבור המתחים המופיעים בטבלה מדוד את קוטר הטבעות.
2. בנה שתי טבלאות excel אשר אליהן מוכנסים המתחים, הרדיוסים (הגדול והקטן בהתאמה לכל טבלה), והטבלאות מחשבות בעמודה אחת את אורך הגל ממדידות הקוטר בעזרת נוסחה (4) ובעמודה נוספת את אורך הגל המחושב מתוך הנוסחה (5).



טבלה 1 לדוגמא

מתח הספק V(kV)	רדיוס הטבעת הקטנה R_s (m)	$\lambda_{\text{measured}}$	$\lambda_{\text{calculated}}$
3.0			
3.2			
3.4			
3.6			
3.8			
4			
4.2			
4.4			
4.6			
4.8			
5			

3. עבור כל טבלה בנה גרף $\lambda(V)$ ועליו שתי קבוצות הנקודות מתוך המדידה ומתוך החישוב.
4. בצע התאמה ליניארית.
5. האם רואים שגיאה סיסטמאטית (שיפוע שונה או תוספת ערך לנקודות מסוימות בגף). תאר את השגיאה והערך מקורות אפשריים.
6. אם אין שגיאה סיסטמית וקיימת שגיאת מדידה בלבד, מהן הדרכים לשיפור המדידה?