

תדריך מעבדה: חוק אוהם ובדיקת תלות ההתנגדות בפרמטרים שונים

מטרות הניסוי

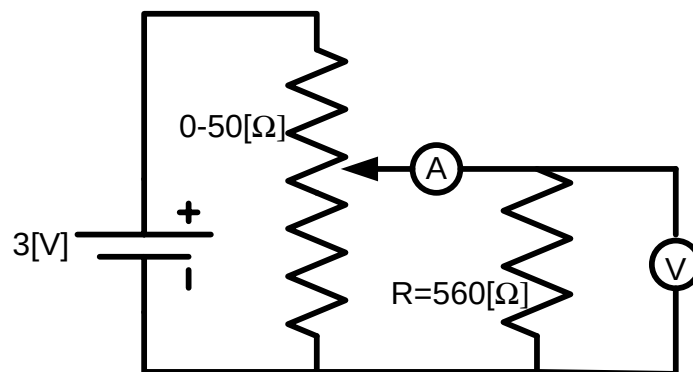
- קבלת אופיין של נגד $I(V)$ ומציאת ההתנגדות של הנגד.
- קבלת אופיין של נורת להט.
- בדיקת תלות ההתנגדות באורך המוליך וקבלת ההתנגדות הסגולית.

הציוד הדרוש

- נגד של $560[\Omega]$.
- נגד משתנה $0-50[\Omega]$ או $0-11[\Omega]$.
- נורת להט $3.5[V]$.
- חוט מוליך שעשוי מניכרום.
- חוט ובקצהו "תנין".
- ספק למתח ישר.
- שני רבי מודדים.
- 7 חוטים.

חלק א: קבלת האופיין של הנגד בעזרת מדידות מתח וזרם.

בונים את המעגל הבא:



בזמן הרכבת המעגל יש להקפיד על מערכת מסודרת, דהיינו – חוטים שבוכים ורכיבי מעגל אחרים המצויים במרחק סביר זה מזה, בצורה המאפשרת מעקב אחרי כל אחד מהם בזמן חיבור המעגל. הקפידו על חיבור שיטתי של המעגל והימנעו מחיבור רכיבים בצורה מזדמנת או אקראית. הקפדה על סדר ושיטתיות

בהרכבת המעגל תמנע את מרבית הבעיות המתעוררות במהלך ביצוע ניסויים בחשמל ותאפשר איתור זריז ויעיל של בעיות אלו. בזמן הרכבת המעגל מכשירי המדידה והספק כבויים. כנ"ל לגבי כל שינוי שאתם מבצעים במעגל.

מספר הערות בטרם הרכבת המעגל:

- (1) בחרו בספק המתח הישר את היציאות הרלוונטיות וכוונו את בורר המתח לערך נדרש.
- (2) הנגד המשתנה שבו נשתמש הוא בעל 3 נקודות חיבור: 2 החיבורים שבתחתיתו מהווים את קצותיו והחיבור העליון מהווה את החלק הנייד של הנגד המשתנה. בידקו שלנגד המשתנה יש את שלושת החיבורים הללו והם תקינים. האם במעגל הנגד המשתנה מחובר כריאוסטט או כפוטנציומטר?
- (3) בידקו שהנגד שאתם עובדים איתו מחובר בשני קצותיו כהלכה ושאר אחד מהחוטים שבקצותיו אינו מנותק מהבסיס עליו יושב הנגד. אנו נשתמש כאן בנגד שגודלו $560[\Omega]$. (או סדר גודל דומה). (במידה ומתעורר ספק ניתן לבדוק לפי קוד הנגדים שמופיע בנספח)
- (4) בחרו סקלות מתאימות למכשירי המדידה: וולטמטר $20[V]$, אמפרמטר $20[mA]$.
- (5) בעת חיבור המעגל מקמו את הזחלן של הנגד המשתנה כך שחלק ההתנגדות המחובר לצרכן יהיה קטן יחסית ובידקו שיש קריאת זרם ומתח במכשירי המדידה. מדוע חשוב להקפיד על התחלה מהתנגדות נמוכה? בידקו ששינוי מקום הזחלן של הנגד המשתנה, משנה את הקריאות. (במגמת הגדלה)

בצעו 6-7 מדידות של מתח וזרם ורכזו את התוצאות בטבלה:
שימו לב: לטבלה מוסיפים "נקודה בטוחה". מדוע?

N	V[v]	I[mA]
1	0	0
2	0.5	
3	1	
4	1.5	
5	2	
6	2.5	

שרטטו אופיין של נגד: $I(V)$.

האם צפויה תלות לינארית?

מצאו קירוב למשוואת הישר. מה מבטא שיפוע הגרף ובאילו יחידות?
את התנגדות הנגד שמתקבל בניסוי השוו לערך מדוד של התנגדות הנגד בעזרת הרב מודד. (אל תשכחו לבדוק את התוצאה אל מול הסטייה המותרת לפי קוד הנגדים' אם הנגד גלוי). מצאו את אחוזי השגיאה. ערכו רשימה של גורמי שגיאה.

חלק ב: קבלת האופיין של נורת להט

בחלק זה של הניסוי נעבוד עם רכיב אשר התנגדותו מושפעת משינויי טמפרטורה בצורה ניכרת הרבה יותר מאשר בנגד. רכיב זה הוא נורת להט. חוט הלהט בנויה מיוצר מחומרים (כמו טונגסטן, הידוע גם בשם וולפרם) אשר מסוגלים להתלהט עד לטמפרטורות גבוהות יחסית מבלי להשרף. מקדם הטמפרטורה α של

חומרים אלו גדול יותר מזה שבחומרים מהם מיוצרים נגדים. כך, לדוגמה, מקדם הטמפרטורה של טונגסטן שווה ל- $0.0045[\frac{1}{C^{\circ}}]$. הנוסחה המקשרת (בקירוב) בין ההתנגדות לטמפרטורה קובעת כי:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

R_t - ההתנגדות הטמפרטורה של $t^{\circ}[C]$.

R_0 - ההתנגדות בטמפרטורה $0^{\circ}[C]$.

t - השינוי בטמפרטורה ביחס ל- $0^{\circ}[C]$.

α - מקדם הטמפרטורה שמבטא את התוספת היחסית בהתנגדות לכל מעלת חימום.

האם נצפה גם בחלק זה לתלות לינארית בין I ל-V? הסבר!

לשם ביצוע הניסוי יש להחליף את הנגד שבמעגל הקודם בנורת להט. התנגדות הנורה הרבה יותר קטנה מהתנגדות הנגד ולכן יש לבחור סקלה חדשה ברב המודד שמתפקד כ-אמפרמטר: $10[A]$. בניסוי זה על מנת לקבל את האופיין יש לבצע מספר גדול יותר של מדידות בעיקר בתחום המתח הנמוך. יש להגדיל את המתח לאט ולמדוד מתח וזרם. גם במקרה זה נתן להוסיף לטבלה "נקודה בטוחה" (0,0). מדוע?

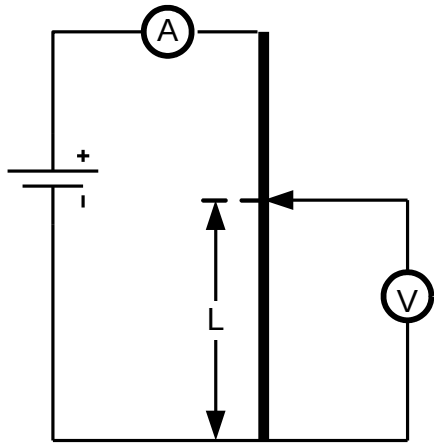
N	V[v]	I[A]	R[Ω]
1	0	0	-----
2	0.05		לחשב לפי חוק אוהם
2	0.08		
4	0.1		
5	0.15		
6	0.2		
7	0.25		
8	0.3		
9	0.4		
10	0.5		

הערה: העמודה של ההתנגדות היא עמודת בקרה מחושבת לפי חוק אוהם כדי לראות שאכן יש גידול בהתנגדות של הנורה. שרטטו גרף של אופיין הנורה. הסבירו את צורת הגרף ומידת התאמתו לתאוריה המנבאת את גידול ההתנגדות עם הגידול בטמפרטורה. הערה: מכיון שלא ידועה הטמפרטורה בזמן ביצוע הניסוי לא ניתן להפיק תוצאות מספריות מן הגרף.

חלק ג': חקירת תלות ההתנגדות באורך של מוליך

המוליך הוא חוט ניכרום שמתוח על לוח עץ ואורכו $1[m]$. שטח החתך של החוט ניתן לחישוב מידיעת קוטר החוט (בד"כ מדובר בחוט בעל עובי של $0.25[mm]$ או של $0.4[mm]$). אם על הלוח מצוי יותר מחוט אחד, יש להשתמש בחוט העבה יותר. אם נסמן את קוטר החוט ב-d, שטח החתך שלו ניתן לחישוב מתוך הנוסחה:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$



לשם ביצוע הניסוי יש לחבר את המעגל הבא:
 אם עובדים עם סוללה מספיקה סוללה אחת של $1.5[V]$.
 הוולטמטר מחובר באופן קבוע לאחד מקצות החוט ואילו הצד השני
 שלו משמש כמגע נייד על פני החוט. לשם כך ניתן להיעזר בחוט
 שבקצהו "תנין". שינוי מקום המגע משנה את ערך המתח הנמדד.
 האם חל שינוי בערך הזרם הנמדד? מדוע?
 יש לבצע 9 מדידות בהתאם לטבלה.
 עבור כל אחת מן המדידות יש לרשום קריאות זרם ומתח.
 אם מתקבלים מתחים נמוכים יותר עבור אורכים גדולים יותר,
 החוט חובר הפוך. במקרה כזה אפשר להחליף בין שני קצות
 החוט או להחליף כל אורך L באורך $(100-L)$. (ביחידות של cm)

את המדידות יש לרכז בטבלה הבאה:

N	L[m]	V[v]	I[A]	R[Ω]
1	0	0		0
2	0.1			מחושב לפי חוק אוהם
3	0.2			
4	0.3			
5	0.4			
6	0.5			
7	0.6			
8	0.7			
9	0.8			
10	0.9			

משרטטים גרף של R כתלות ב- L . האם צפויה תלות ליניארית? מה מייצג שיפוע הגרף?
 מחשבים מתוך השיפוע את ההתנגדות הסגולית של ניכרום.
 ידוע מן הספרות שערך ההתנגדות הסגולית ρ (רו) של ניכרום שווה בקירוב ל- $1.1 \times 10^{-6} [\Omega \cdot m]$.
 חשבו אחוזי שגיאה וערכו רשימה של גורמי שגיאה בניסוי.

עבודה נעימה!
רחל אלון

נספח 1: קוד הנגדים

אם תסתכלו על הנגד תראו שיש עליו 4 פסים בצבעים שונים. פסים אלו מציינים את ערך ההתנגדות של הנגד על פי סימון קבוע הקרוי בשם "קוד הנגדים". החזיקו את הנגד כך שהפס הימני ביותר הוא בצבע זהב או כסף. נלמד איך למצוא את ערך הנגד על פי השלבים הבאים:

(א) שני הפסים השמאליים מבטאים את שתי הספרות הראשונות של ערך הנגד. ערכו של כל צבע נקבע על פי הקוד הבא:

0-שחור	5-ירוק
1-חום	6-כחול
2-אדום	7-סגול
3-כתום	8-אפור
4-צהוב	9-לבן

רשמו לפניכם את ערכן של שתי הספרות הראשונות על פי הקוד האמור.

(ב) הפס השלישי משמאל מבטא את מספר האפסים שיבואו לאחר 2 הספרות שמצאתם לפני כן. גם כאן

נשתמש בקוד הנגדים שהובא לעיל. רשמו את מספר האפסים ליד שתי הספרות שרשמתם קודם.

(ג) הפס הימני מבטא את אחוזי הסטייה האפשריים מערך ההתנגדות המתקבל על ידי קוד הנגדים. פס בצבע

כסף מבטא סטייה של $\pm 10\%$ ופס בצבע זהב מבטא סטייה של $\pm 5\%$. כמובן שסטייה זו תהווה אחד מגורמי

השגיאה של הניסוי שאליהם תצטרכו להתייחס לאחר עיבוד התוצאות.

דוגמה: הנגד של $560[\Omega]$ המשמש אותנו בניסוי צריך להיראות-

זהב	חום	כחול	ירוק
$\pm 5\%$	1	6	5

נספח 2 : שאלות הכנה וסכום

1. נסח את חוק אוהם, הגדר התנגדות, זרם ומתח.
2. מהם המשתנים בהם תלויה ההתנגדות? תן דוגמא לרכיב שלא מקיים את חוק אוהם. שרטט את האופיין שלו.
3. מהו המאפיין של חיבור נגדים בטור ומהו המאפיין של חיבור נגדים במקביל?
4. פתח נוסחה לחיבור נגדים בטור ובמקביל.
5. מהי התכונה הנדרשת ממד מתח ומהי התכונה הנדרשת ממד זרם? הסבר.

6. הסבר כיצד ניתן למדוד את התנגדותו של נגד באמצעות מד מתח ומד זרם, שרטט את המעגל החשמלי.
האם קיימת רק אופציה אחת?
7. כאשר מכשירי המדידה לא אידאליים מהי השיטה הטובה ביותר לחבר אותם כדי למדוד את התנגדות הנגד כאשר:
7.1 $R_v \ll R$
7.2 $R \ll R_A$
8. הסבר כיצד ניתן למדוד בעזרת גשר וינסטון התנגדות לא ידועה של נגד.
9. שרטט חיבור ריאוסטטי ופוטנציומטרי של נגד משתנה. מהו היתרון והחסרון של כל שיטה?
10. בחלק הראשון של הניסוי משנים את ההתנגדות של הפוטנציומטר. מדוע, אם כן, קבלנו גרף של $I(V)$ בעל שיפוע קבוע?
11. האם התנגדות הנורה גדלה עם הגידול בטמפרטורה? הסבר.
איך אתה למד זאת מתוך תוצאות הניסוי?
12. תלמיד בוחר לבצע את החלק ה-3 של הניסוי עם חוט מוליך מניכרום שקוטרו גדול פי 1.5 מקוטר החוט המקורי. הסבר את השינוי הצפוי בגרף $R(L)$.