**חוק אום – אופיינים של תייל מתכתי ושל נורת להט**

**מטרת הניסוי:**

* מציאת הקשר שבין עוצמת הזרם והמתח בין קצותיהם של תיל מתכתי ושל נורת להט, באמצעות בניית מעגל המאפשר את מדידות הזרם והמתח. הקשר יימצא באמצעות הסקת המסקנות מגרף הזרם כפונקציה של המתח.
* אישור קיומו או אי קיומו של חוק אום באמצעות תוצאות הניסוי ומסקנותיו.
* חקירת הגורמים המשפיעים על התנגדות החומר

**רקע תיאורטי:**

* מוליך הוא חומר אשר בו מספר רב של אלקטרונים חופשיים (אלקטרונים אשר אינם קשורים לגרעין), ומבודד הוא חומר שבו אין אלקטרונים חופשיים או מספרם זניח. במתכת האלקטרונים הם המטענים החופשיים, ולכן תנועת המטענים תהיה תמיד תנועה של מטענים שלילים.
* אופיין - גרף של הזרם כפונקציה של המתח או גרף של המתח כפונקציה של הזרם.
* חיבור **פוטנציומטרי** הוא חיבור של נגד משתנה במקביל, וחיבור **ריאוסטטי** הוא חיבור של נגד משתנה בטור.
* התנגדות התיל או הנגד תלויה בין היתר גם בטמפרטורה שלו. כאשר זורם זרם בתיל, הטמפרטורה עולה באופן הדרגתי וההתנגדות משתנה.
* חוק אום:



V [v] – המתח על המוליך
I [A] – הזורם שזורם דרך המוליך

 R [Ω] – יכולת המוליך למנוע מעבר זרם דרכו / היחס שבין המתח והזרם במוליך. ככל
שההתנגדות המוליך גדולה יותר, כך הזרם העובר דרכו קטן יותר וההפך.

המתח הפועל בקצותיו של נגד משתנה הוא ביחס ישר לעוצמת הזרם שעוברת דרכו. כלומר הקשר בין המתח והזרם הוא קשר ליניארי, ולכן שיפוע גרף המתח כפונקציה של הזרם הוא R. כאשר הקשר הפוך, כלומר הגרף הוא גרף הזרם כפונקציה של המתח, שיפוע הגרף הוא $\frac{1}{R}$ .

* התנגדות של תיל:



[m] - אורך התייל

$ρ[\frac{Ω×(mm)^{2}}{m}]$ - ההתנגדות הסגולית של המוליך (תלות המוליך בסוג החומר)

$A[\left(mm\right)^{2}]$ - שטח החתך של המוליך

ככל שאורך המוליך L יהיה גדול יותר, ההתנגדות תהיה גדולה יותר. ככל ששטח החתך של המוליך יהיה גדול יותר, ההתנגדות תהיה קטנה יותר.

* הסבר היחידות של ההתנגדות הסגולית $ρ$ :

****

 **ציוד דרוש**

* מקור מתח.
* וולטמטר.
* אמפרמטר.
* נגד משתנה.
* סרגל התנגדות.
* נורה.
* תיילים.

**תיאור מהלך הניסוי:**

הניסוי מחולק לשלושה שלבים:

1. בשלב הראשון נבנה את המערכת הבאה:

S

M

T

 נגד משתנה המשמש כפוטנציומטר

תיל מתכתי

* הזזת המגע הנייד M לכיוון הקצה הימני T מגדילה את המתח על התייל המתכתי, ולכן עוצמת הזרם דרך התייל תגדל (יחס ישר). בעת הזזת המגע הנייד M לכיוון הקצה השמאלי S המתח קטן, ולכן עוצמת הזרם דרך התייל המתכתי קטנה.
* ההזזות של המגע M מגדילות או מקטינות את המתח, בהתאם לכיוון, על פי חוק מחלק המתח.

נשנה את המתח על התייל המתכתי באמצעות הנגד המשתנה המשמש כפוטנציומטר ונמדוד את עוצמת הזרם בהתאם, ע"י הוריית האמפרמטר שהתנגדותו שואפת לאפס. את המדידות נציג בגרף האופיין של התייל המתכתי. משיפוע הגרף נוכל לדעת מהי התנגדות התייל.

**הצגת תוצאות הניסוי:**

|  |  |
| --- | --- |
| **מתח וולט (V)** | **זרם אמפר (A)** |
| 0.04 | 0.01 |
| 0.19 | 0.06 |
| 0.44 | 0.14 |
| 0.7 | 0.26 |
| 1.06 | 0.28 |
| 1.2 | 0.35 |
| 1.53 | 0.45 |
| 1.65 | 0.49 |
| 1.72 | 0.51 |
| 1.99 | 0.59 |
| 2.19 | 0.65 |
| 2.46 | 0.72 |
| 2.97 | 0.86 |

**עיבוד תוצאות הניסוי:**

ניתן לראות כי הגרף של הזרם הזורם דרך התיל המתכתי כפונקציה של המתח על התיל הוא בעל קשר ליניארי ששיפועו קבוע והוא שווה 0.2885.

על פי חוק אוהם, שיפוע הגרף שווה ל $\frac{1}{R}$ ומכאן שהתנגדות התיל, על פי הניסוי היא $.R=3.4662\left[Ω\right]$



P=RxA/L=3.4662X((0.25)^2)Xπ

= 1.36 Ω x mm^2

m

0.5

**אחוז השגיאה:**

ההתנגדות הסגולית שצריכה לצאת:

*P=1.1*

**

23.63%

2. בשלב השני של הניסוי נבדוק את תלות ההתנגדות של המוליך בממדיו. נתבסס על הקשר שבין אורך המוליך להתנגדותו. המטרה בניסוי היא הוכחה שהקשר ליניארי ומציאת ההתנגדות הסגולית באמצעות קשר זה.

נזיז את אחד ממגעיו של הוולטמטר לאורך התיל ונמדוד את המתח שהוולטמטר מורה על כל אורך מסוים. בשינוי אורך התיל L ישתנה המתח, אך הזרם יישאר קבוע. לאחר מכן נשרטט גרף של המתח כפונקציה של אורך התיל ונעבד את התוצאות.

S

M

T

 נגד משתנה המשמש כפוטנציומטר



\* נקודה M קבועה ואחד ממגעי מד המתח זז.

**הצגת תוצאות הניסוי:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **אורך התיל במטרים (cm) L** | **אורך התיל במטרים (m) L** | **מתח בוולט V** |
| 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0.05 | 0.2 |
| 10 | 0.1 | 0.5 |
| 15 | 0.15 | 0.68 |
| 20 | 0.2 | 0.96 |
| 25 | 0.25 | 1.21 |
| 30 | 0.3 | 1.5 |
| 35 | 0.35 | 1.74 |
| 40 | 0.4 | 1.96 |
| 45 | 0.45 | 2.23 |
| 50 | 0.5 | 2.32 |

\* בטבלה מוצגים אורך התיל והמתח עליו.

**עיבוד תוצאות הניסוי:**

\* הזרם I קבוע, משנים את אורך התיל L, ולכן המתח שמוצג בוולטמטר משתנה.
\* ניתן לראות כי הגרף הוא ליניארי.

על ידי חוק אום נפתח:



זוהי משוואת הגרף הליניארי ושיפועו שווה ל $\frac{ρ×I}{A}$ . על פי הגרף השיפוע שווה 4.8655 .

שטח החתך של המוליך הוא $0.1963 [mm]^{2}$*, הזרם קבוע וגודלו* 0.8A *וכעת ניתן למצוא את ההתנגדות הסגולית של המוליך.*

*בעזרת שיפוע הגרף והביטויים המתמטיים שפיתחנו ניתן לחשב את ההתנגדות הסגולית של החומר והיא:*

**

1.194

***אחוז השגיאה:***

**

8.56%

*3. בשלב השלישי נחליף את התיל המתכתי בנורת להט* *ונמדוד את הזרם שזורם דרכה והמתח עליה. נמדוד את הזרם שזורם דרך הנורה בצורה הדרגתית. מהמדידות נבנה את האופיין של הנורה.*

S

M

T

 נגד משתנה המשמש כפוטנציומטר

**הצגת תוצאות הניסוי:**

|  |  |
| --- | --- |
| ***מתח בוולט*** | ***זרם באמפר*** |
| *0* | *0* |
| *0.04* | *0.06* |
| *0.08* | *0.19* |
| *0.1* | *0.57* |
| *0.12* | *0.81* |
| *0.14* | *1.18* |
| *0.16* | *1.63* |
| *0.18* | *2.15* |
| *0.2* | *2.38* |
| *0.22* | *2.85* |
| *0.24* | *3.56* |
| *0.27* | *4.24* |

**עיבוד תוצאות הניסוי:**

*ניתן לראות כי הגרף מתחלק לחלק ליניארי וחלק שצורתו פרבולה, ומכאן שהתנגדות הנורה אינה קבועה (עבור כל נקודה ונקודה בגרף השיפוע משתנה). דבר זה קורה בגלל שינויי הטמפרטורה בנורה.*

*שיפוע גרף זה שווה ל* $\frac{I}{V}= \frac{1}{R}$ *(חוק אום). ניתן לראות שככל שהמתח על הנורה גדל, שיפוע הגרף קטן, כלומר*  R *הולך וגדל. כאשר נופל על הנורה יותר מתח, היא יותר חמה, ולכן ניתן להסיק שככל שהטמפרטורה בנורה גבוהה יותר, כך התנגדותה גדולה יותר.*

*\* לגרף זה אין קירוב ליניארי מכיוון החוסר בשיפוע קבוע, וזאת כי קיים שינויי בטמפרטורה, המובילה לשינויי ההתנגדות.*

*\* ככל שהטמפרטורה גבוהה, כך האלקטרונים נעים מהר יותר וההפך. ככל שהאלקטרונים נעים מהר יותר, הם יותר מתנגשים בכיוונים שונים במוליך וההתנגדות גדלה כך, כיוון שיותר קשה להזרים אותם בכיוון אחד.*

***מסקנה מהשלב השלישי:***

*כאשר מוליך מתחמם התנגדותו עולה. ניתן להסביר זאת בצורה פיזיקאלית ע"י הסבר תנועת האלקטרונים החופשיים הנעים במוליך: כאשר המוליך חם, האלקטרונים נעים בצורה מהירה יותר לכל הכיוונים, ודרושה אנרגיה גדולה יותר (הפרש פוטנציאלים, מתח חשמלי) על מנת לגרום להם לנוע בכיוון אחד מוגדר. ניתן לראות הבדל בין התחממות התייל להתחממות הנורה. התייל יחסית לא מתחמם והתנגדותו קבועה, ולעומת זאת, הנורה מתחממת בהתחלה והתנגדותה משתנה**.*