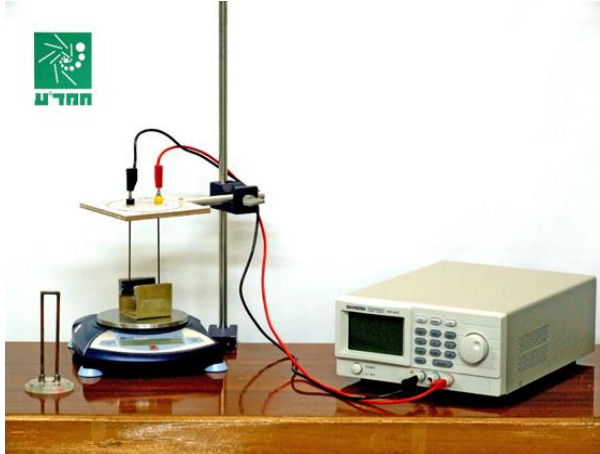


כוח מגנטי על תיל נושא זרם



רשימת ציוד

- ספק מתח נמוך PSP2010
- שני תילים כפופים בצורת U - ברוחב של 2 ס"מ ו- 4 ס"מ
- מגנט פרסה עשוי מסגרת ברזל בצורת U עם שני מגנטים
- כן עם תפסן
- לוחית עץ עם נייר פולארי
- מאזניים דיגיטליים חצי-אנליטיים
- 2 תילי חיבור של 75 ס"מ
- סרגל

מטרת הניסוי

לאשש את התלות של הכוח המגנטי שפועל על תיל שדרכו זרם, בעוצמת הזרם ובזווית שבין התיל לכיוון השדה:

$$F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin \alpha$$

I – עוצמת הזרם בתיל,

L – אורך התיל,

B – עוצמת השדה המגנטי,

α – הזווית שבין כיוון התיל לבין וקטור השדה המגנטי.

הקדמה

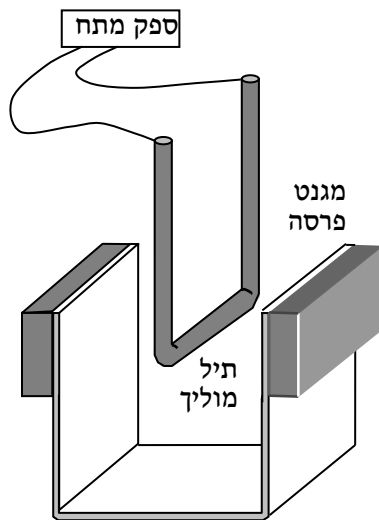
בתרשים 1 מתואר מגנט קבוע בצורת פרסה, ותיל מוליך בצורת U הנמצא בין קטבי המגנט.

כאשר מזרמים זרם דרך התיל המוליך, פועל עליו כוח מגנטי. כיוון הכוח מתקשר לכיוון השדה ולכיוון הזרם בתיל לפי כלל היד, כלל הבורג, או כלל דומה אחר.

הכוח המגנטי השקול על התיל שווה לכוח פועל על החלק האופקי שלו בלבד (מדוע?)

כדי לאשש את נוסחת הכוח המגנטי יש לשנות את הפרמטרים הבלתי תלויים **I, L, B, α** ולבדוק את השפעתו של כל שינוי על גודל הכוח. בניסוי זה נסתפק בבדיקת השפעתן של עוצמת הזרם והזווית בלבד.

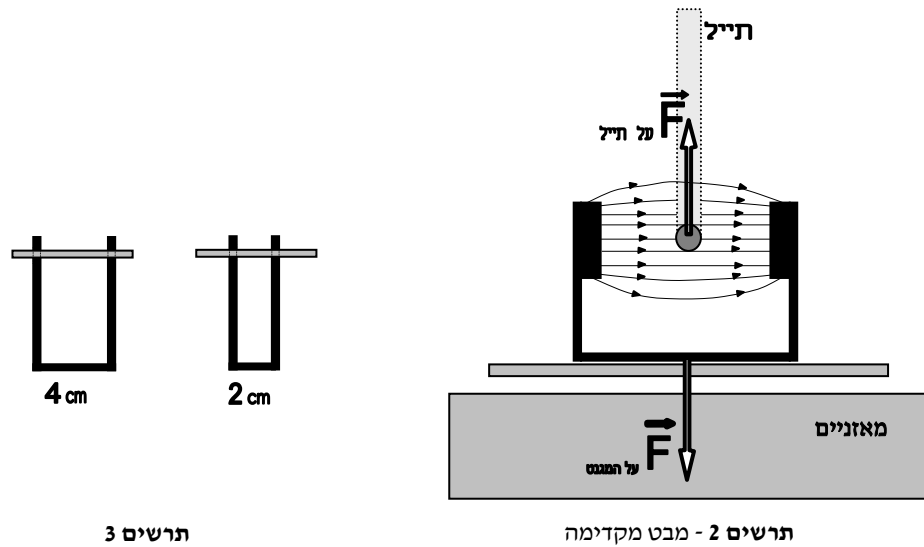
מדידת הכוח המגנטי על התיל מבוססת על החוק השלישי של ניוטון - כאשר המגנט מפעיל כוח על התיל באמצעות השדה המגנטי, גם התיל מפעיל כוח על המגנט. שני הכוחות שווים בגודלם ומנוגדים בכיוונם. לפני הזרמת זרם בתיל שבין קטבי המגנט, שמים את מגנט על מאזניים (תרשים 2) ומאפסים אותם. עתה, כאשר דרך התיל יזרום זרם, המאזניים יראו את הכוח המופעל על המגנט על ידי הזרם שבתיל.



תרשים 1

תאור מערכת הניסוי

- בניסוי משתמשים בשני תילים כפופים בצורת "U" (תרשים 3). אורך הקטע האופקי שונה בשני התילים, כאשר האורכים הם בערך 2cm ו-4cm.
- מגנט הפרסה מורכב ממסגרת פרומגנטית וזוג מגנטים קרמיים שהם קטבי המגנט. בין הקטבים קיים שדה מגנטי אחיד בקירוב, כיוונו אופקי וגודלו כ- 60 mT .
- התיל בצורת "U" מוחזק בשדה המגנטי באמצעות לוחית עץ מכוסה נייר פולארי. בעזרת התפסן והכך ניתן להבטיח שהקטע האופקי של התיל נמצא תמיד במרכז האזור (גם אופקית וגם אנכית) שבין קטבי מגנט הפרסה.



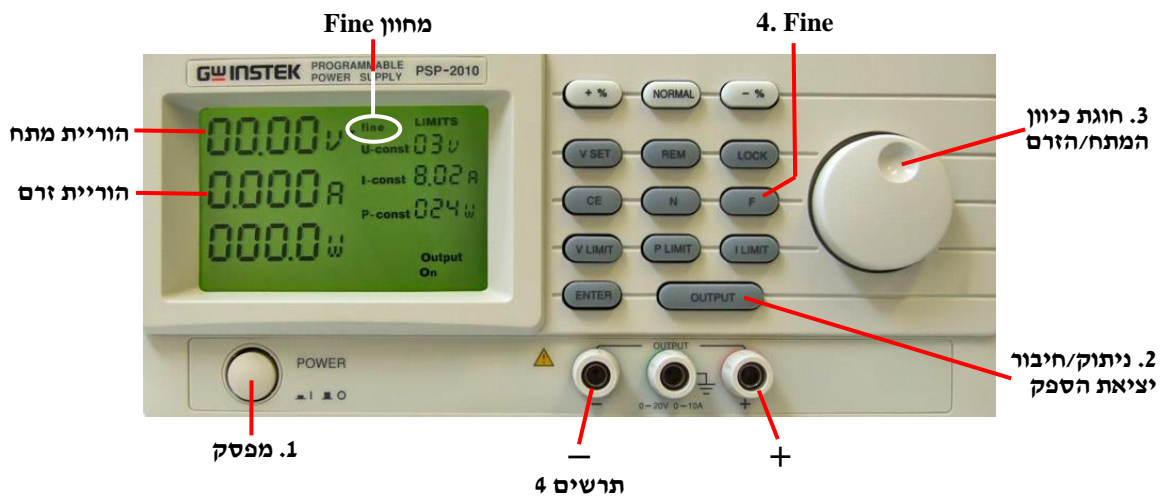
ביצוע הניסוי ועיבוד התוצאות

אזהרות:

1. במהלך הניסוי התיל הנחקר מתחמם מאוד, לכן יש להימנע מלגעת בו ולסיים את המדידות מהר ככל האפשר.
2. אין ללחוץ על כפתורי ספק המתח שאינם מוזכרים בתדריך.

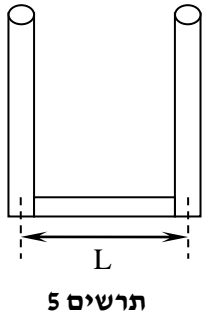
חלק ראשון - תלות הכוח המגנטי בזרם שבתיל

1. מדוד במדויק את אורך התיל הארוך יותר.
2. תפוס לכן בעזרת התפסן את לוחית העץ המחזיקה את התיל.
3. הנח את המאזניים כך שמרכז משטח המאזניים יהיה מתחת לתיל הנחקר והדלק אותם.
4. הנח את המגנט על המאזניים כך שהקטע האופקי של התיל יהיה במרכז האזור שבין שני המגנטים, במקביל להם. לאחר מכן אפס את המאזניים.
5. על הדופן האחורית של ספק המתח מותקן מאוורר קירור אשר מתחיל לפעול כאשר הספק היציאה מגיע לערך מסוים. זרימת האוויר מהמאוורר עלולה להשפיע על הוריית המוזננים, לכן יש למקם את ספק המתח כך שזרם האוויר לא יגיע למאזניים.
6. חבר את התיל הכפוף ליציאות "+" ו "-" של ספק המתח. הדלק את הספק באמצעות כפתור 1 אך אל תלחץ בינתיים על כפתור 2 - Output (תרשים 4).



7. אפס את מתח היציאה (לפי הוריית המתח של ספק המתח) על ידי סיבוב החוגה 3 נגד כיוון השעון.
8. שינוי המתח בספק אינו רציף, וכך גם סיבוב החוגה 3 שמתבצע בקפיצות. כל קפיצת החוגה גורמת לשינוי קבוע במתח היציאה של ספק המתח. לחץ על כפתור 4 (Fine) לקביעת קפיצות מתח קטנות.

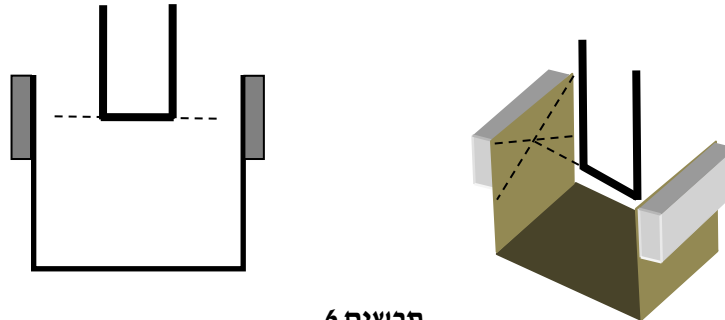
9. חבר את יציאת ספק המתח למעגל על ידי לחיצה על כפתור 2.
10. הגדל את עוצמת הזרם במעגל בערך ב- $0.5A$ על ידי סיבוב החוגה 3 בכיוון השעון. רשום במחברתך בטבלה את ערכה המדויק של עוצמת הזרם ואת ערך הכח המגנטי על התיל. חזור על הפעלה 8 פעמים נוספות.
11. נתק את יציאת הספק מהתיל (לחץ על הכפתור 2), וודא שהזריית הזרם היא 0. תן לתיל להתקרר כדקה לפני שתיגע בו.
12. שרטט גרף של הכוח המגנטי F שפועל על התיל כתלות בעוצמת הזרם I שעובר דרכו. האם הגרף עובר דרך ראשית הצירים? מה מייצג שיפוע הגרף? חשב את עוצמת השדה המגנטי במערכת הניסוי.
13. מדוד את עוצמת השדה המגנטי במרכז המגנט באמצעות מד שדה מגנטי. חשב את אחוז הסטייה של עוצמת השדה בניסוי.



חלק שני - תלות הכוח המגנטי בזווית שבין כיוון התיל לכיוון השדה המגנטי

בחלק זה של הניסוי השתמש בתיל הקצר. בחירה זו קשורה בצורך לעבוד בשדה מגנטי אחיד, ודבר זה נכון באזור צר יחסית, במרכז בין קטבי המגנט.

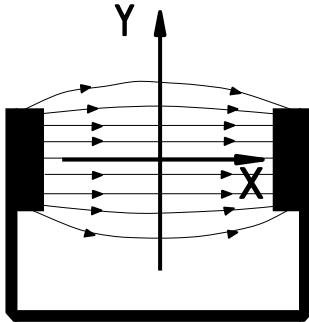
1. מדוד את אורך התיל הקצר (L) בין מרכזי התילים הצדדיים (ראה תרשים 5) ורשום אותו במחברתך.
2. החלף את התיל הארוך איתו עבדת, בתיל הקצר. כוון את מישור הלוח הפולארי במקביל למישור המשטח של המאזניים. בדוק שהקטע האופקי של התיל נשאר מקביל למשטח המאזניים תוך כדי סיבוב התיל בלוחית העץ.
3. חפוף את החרוץ על בסיס התיל עם שנתה 0° של הנייר הפולארי על ידי סיבוב בסיס התיל בלוחית העץ. סדר את המערכת בהתאם לתרשים 6:
 - התיל הנחקר מכוון לאורך קווי השדה המגנטי ונמצא בדיוק במרכז המסגרת עליה מותקנים המגנטים,
 - ההמשכים הדמיוניים של התיל מגיעים למרכזי המגנטים.



4. הפעל את יציאת ספק המתח (לחץ על כפתור 2) וכוון את הזרם בתיל לכ- $8A$ באמצעות חוגה 3. אפס את המאזניים - במצב זה הכוח המגנטי על התיל הוא אפס (מדוע?). בדוק זאת על ידי ניתוק הזרם (כפתור 2) וחיבורו מחדש.
5. הגדל את הזווית בדילוגים של 10° עד שתגיע ל- 70° . אחרי כל שינוי בזווית, המתן מספר שניות להתייצבות של קריאת המאזניים. רשום בטבלה את הכוח המגנטי על התיל ואת הזווית α בין הזרם לשדה המגנטי.
6. על פי נתוני הטבלה, בנה בגיליון Excel את גרף הפיזור של הכוח המגנטי F שפועל על התיל כתלות ב- $\sin \alpha$ (במילוי הגיליון, עליך להמיר מעלות לרדיאנים). מהי צורת הגרף? מה מייצג שיפוע הגרף?
7. הצג את קו המגמה של הגרף ואת משוואת הקו. לקבלת תוצאה מדויקת יותר, יש להגדיל את מספר הספרות מימין לנקודה העשרונית ל-3 ספרות. לשם כך בצע את הפעולות הבאות:
 - א. הקלק על המשוואה עם המקש הימני של העכבר ובחר מהתפריט את "עיצוב תווית קו מגמה".
 - ב. מתוך רשימת התצוגות ("קטגוריה"), בחר תצוגה מדעית והגדר 3 ספרות לימין לנקודה עשרונית.
 חשב את עוצמת השדה המגנטי כפי שמתקבלת בחלק זה של הניסוי.

בסיום הניסוי

- כבה את הספק ונתק אותו מרשת החשמל,
- פרק את המעגל,
- החזר למגש את הציוד כפי שהיה לפני תחילת הניסוי והחזר את המגש לעגלה.

שאלות סיכום

תרשים 7

1. האם בניסוי זה יש להתחשב בשדה המגנטי הארצי? הסבר.
2. מהו כיוון הכוח המגנטי שפועל על החלקים האנכיים של תיל ה-"U" שנמצאים בשדה המגנטי? האם יש להתחשב בכוחות אלה במדידותיך? מדוע?
3. אילו היינו מעבירים קרן אלקטרונים מהירה בשדה המגנטי שבניסוי (במקום התיל המוזרם), האם היה הדבר משפיע על הוריית המאזניים? הסבר.
4. האם השדה המגנטי משתנה בין קוטבי המגנט? הצע דרך לבדוק את השתנות השדה לאורך הציר X (תרשים 7). הצג גרף עקרוני של $B(X)$ ודון בעוצמת השדה במרכז שבין הקטבים ובסמוך לאחד הקטבים. כיצד לדעתך משתנה השדה המגנטי בכיוון Y?