

התדריך מסתמך על הספר "ניסויי מעבדה בפיסיקה" מאת אשר כץ
כתבה: שולי קפון, ערכו: מתן משכית, מוטי סלומון, דורון דגן

מטרות הניסוי

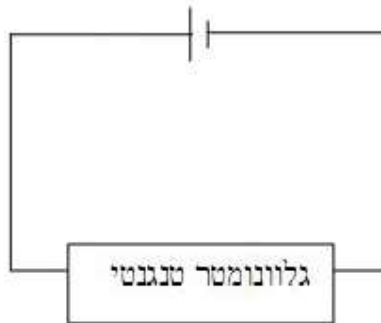
1. חקירת הקשר בין השדה המגנטי במרכז סליל מעגלי דק (בעל רדיוס R ו- N כריכות) לבין עוצמת הזרם בסליל (עבור מספר כריכות קבוע).
2. חקירת הקשר בין השדה המגנטי במרכז סליל מעגלי דק (בעל רדיוס R וזרם I) לבין מספר הכריכות בסליל (עבור זרם קבוע).
3. מציאת הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ B_H בחיפה בשתי דרכים.

ציוד

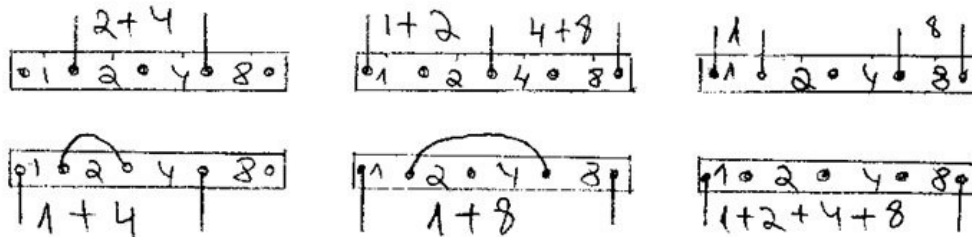
גלונומטר טנגנטי, מצפן, ספק מתח ישר הכולל גם מד-מתח ומד-זרם, תיילי חיבור, נייר פולארי, סרגל, סרטי הדבקה ו/או כליבה.

מהלך הניסוי

חברי את המעגל:



בהמשך הניסוי נקבע את מספר הכריכות הרצוי בעזרת התרשים הבא:



מדוד/י את קוטר הסליל: (רשום/י את הקוטר ביחידות של מטר) $2R=0.22$ (m)

כיוונים

1. וודא/י כי ספק הכוח כבוי.
2. הקפד/י להרחיק ככל האפשר את הגלונומטר משאר חלקי המעגל החשמלי, מגופים עשויים ברזל, ממכשירים אלקטרוניים ומספק הכוח.
3. הנח/י את המצפן על הנייר כך שיהיה **בדיוק במרכז הסליל המעגלי**.
4. סובב/י את כל הגלונומטר כך שמישור הסליל המעגלי יהיה בכיוון צפון-דרום.
5. מטעמי נוחות, סובב את המצפן סביב צירו כך שמחט המצפן תצביע על הכיתוב N (0 מעלות).
6. הדבק/י (הדק/י) את הגלונומטר לשולחן.

הערה: בכל המדידות הבאות יש להקפיד על זווית סטייה קטנה מ- 45°

המשך התדריך בעמוד הבא...

ניסוי ראשון: מדידת זווית הסטייה כפונקציה של הזרם (עבור מספר כריכות קבוע)

בחר/י מספר כריכות קבוע לכל הניסוי - למשל 6.

שנה/י את עוצמת הזרם ומדוד/י את זווית הסטייה של מחט המצפן.

לנוחותך: בחר/י זרם כך שזווית הסטייה תהיה 45° אח"כ הקטן/י בהדרגה את הזרם ומדוד/י את זווית הסטייה.

רשום/י את תוצאות הניסוי בטבלה הבאה: מספר הכריכות:

$$N = 6$$

I(A)	0	0.14	0.18	0.42	0.5	0.62	0.78	0.97	1.21	1.33
α°	0	6	8	23.5	25	30	35	42.5	46	50

ניסוי שני: מדידת זווית הסטייה כפונקציה של מספר הכריכות (עבור זרם קבוע)

השאר/י את הזרם קבוע.

שנה/י את מספר הכריכות, ומדוד/י את זווית הסטייה של מחט המצפן.

התחל/י את המדידה במספר כריכות גדול יחסית (למשל 15) וכוון/י את הזרם כך שייתן זווית של 45° בקירוב.

קעת בכל מדידה השאר/י את הזרם קבוע, והקטן/י את מספר הכריכות בהתאם לתרשים שהופיע למעלה.

יש לבצע 6 מדידות לפחות.

רשום/י את תוצאות הניסוי בטבלה הבאה: עוצמת הזרם:

N	1	2	4	6	7	8	12	14	15
α°	3	6	14	20	24	26	37.5	40	45

$$I = 0.44(A)$$

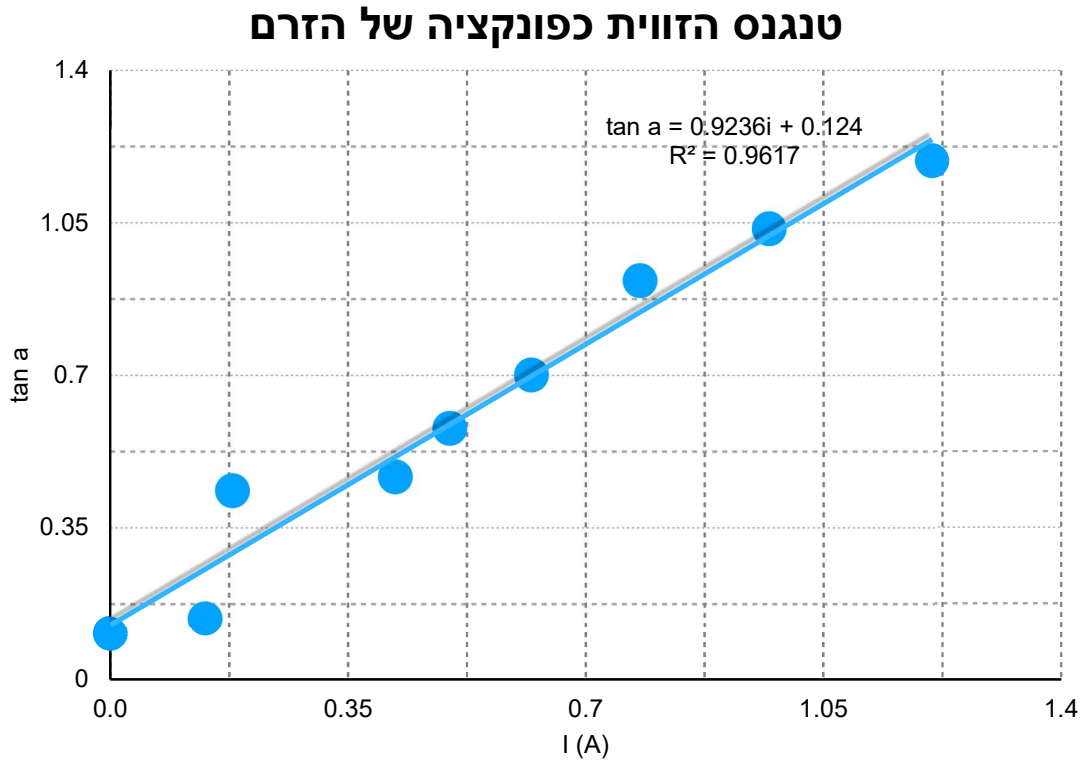
עיבוד התוצאות

א. פתח/י את הקשר בין $\tan(\alpha)$ (טנגנס זווית הסטייה) לבין עוצמת הזרם I ומספר הכריכות N.

$$\tan \alpha = \frac{\mu_0 N}{2RB_{||}} \cdot i$$

$$\tan \alpha = \frac{\mu_0 i}{2RB_{||}} \cdot N$$

ב. שרטט/י (באקסל) גרף (1) של $\tan(\alpha)$ כפונקציה של הזרם I (ניסוי ראשון, N קבוע). את טנגנס הזווית יש לחשב בעזרת הפונקציה המובנית TAN שבאקסל. פונקציית ה-TAN מחשבת את טנגנס הזווית, כאשר הזווית נתונה ברדיאנים, לכן את הזווית יש להמיר לרדיאנים ע"י הפונקציה המובנית RADIANS: $\text{TAN(RADIANS}(\alpha))$



ג. חשבו/י בעזרת שיפוע גרף (1) את גודל הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ בחיפה.

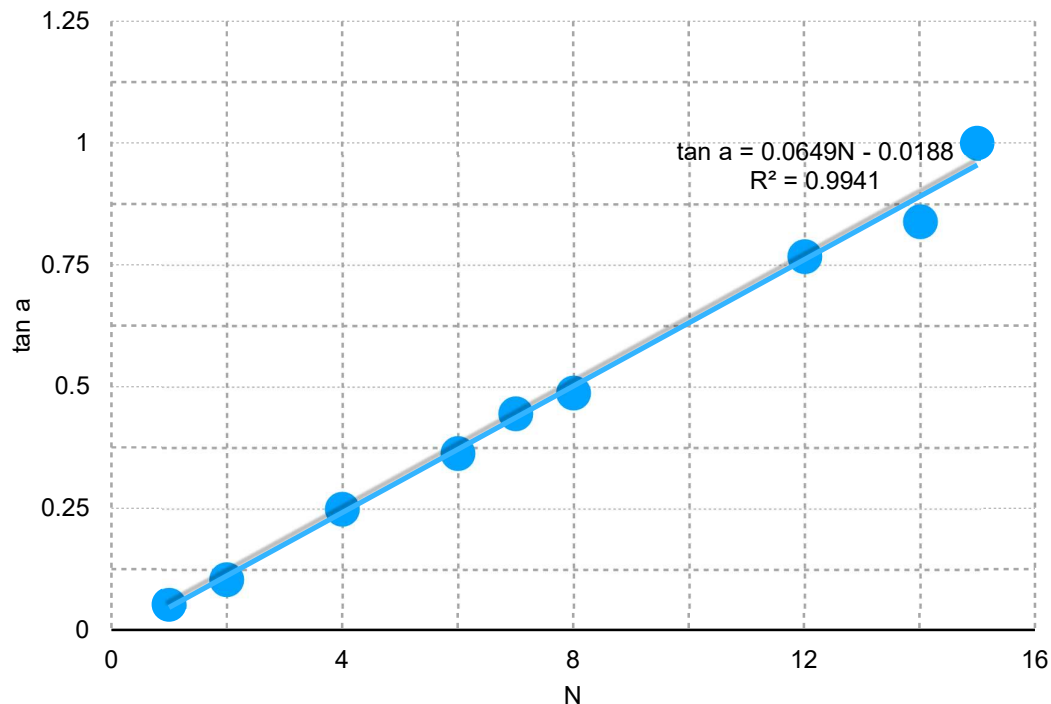
$$\text{slope} = 0.9236 \left(\frac{1}{A} \right) = \frac{\mu_0 N}{2RB_{E||}}$$

$$\begin{aligned} B_{E||} &= \frac{\mu_0 N}{2R \cdot \text{slope}} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 6}{0.22 \cdot 0.9236} \\ &= 3.71 \cdot 10^{-5} (T) \end{aligned}$$

ד. שרטט/י (באקסל) גרף (2) של $\tan(\alpha)$ כפונקציה של מספר הכריכות N (ניסוי שני, I קבוע).

ה. חשבי/ בעזרת שיפוע גרף (2) את גודל הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ בחיפה.

טנגנס הזווית כפונקציית מספר הליפופים



$$\text{slope} = 0.0649 = \frac{\mu_0 i}{2RB_{E||}}$$

$$\begin{aligned} B_{E||} &= \frac{\mu_0 i}{2R \cdot \text{slope}} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 6}{0.22 \cdot 0.0649} \\ &= 3.87 \cdot 10^{-5} (T) \end{aligned}$$

שאלות

קישור לאתר למציאת הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ:

<https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm>

1. מצא/י בעזרת הקישור המצ"ב את הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי בחיפה וחשבי/ את אחוז הסטייה בין התוצאה שהתקבלה בכל אחד מהניסויים לבין הערך שמצאת באינטרנט.

קיבלנו באינטרנט: $28,471.3(nT) = 2.847 \times 10^{-5}(T)$

• אחוז הסטייה בניסוי 1: 30.3%

• אחוז הסטייה בניסוי 2: 36%

2. מדוע בכל שלבי העבודה מתייחסים רק לרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ? האם הרכיב האנכי של השדה המגנטי של כדור הארץ משפיע על מחט המצפן? אם כן, כיצד? אם לא, הסברי/י מדוע לא. לפי כלל יד

ימין, הרכיב האנכי של השדה המגנטי של כדור הארץ לא מפעיל כוח על חוד המצפן, ולכן הוא אינו משפיע בניסוי זה.

3. מדוע יש להרחיק את הגלונומטר משאר חלקי המעגל החשמלי ומחומרים העשויים ברזל?
צריך להרחיק את הגלונומטר משאר חלקי המעגל החשמלי ומחומרים העשויים ברזל משום שגופים אלו יוצרים בסביבתם שדות מגנטיים, העלולים להשפיע על השדה המגנטי השקול בניסוי ובכך לשבש את המדידה ותוצאות הניסוי.
4. מה יקרה אם חלק מהלולאות היו מלופפות במגמה הפוכה?
אם חלק מהלולאות ילופפו במגמה הפוכה אזי תיגרם זרימת זרם במגמה הפוכה, דבר שיביא לקיזוז השדה המגנטי של הלולאות ההפוכות עם הלא הפוכות (כיווני הזרמים יבטלו זה את זה).
5. מדוע נקרא המכשיר גלונומטר טנגנטי?
גלונומטר הינו מכשיר המיועד למדוד זרם, טנגנטי בא מלשון המילה טנגנס – הביטוי המתמטי המייצג את הקשר בין עוצמת השדה המגנטי הנוצר כתוצאה מהזרם ובין עוצמת השדה המגנטי הארצי. הגלונומטר הטנגנטי הוא מכשיר המאפשר למדוד זרם באמצעות שינוי בזווית ההסתה של המצפן.
6. מדוע לא כדאי להשתמש בגלונומטר הטנגנטי בתחומים שיגרמו לסטייה בזוויות גדולות?
על מנת שמחט הגלונומטר תראה זוויות גדולות יש להשקיע הרבה אנרגיה כדי לייצר שדה מגנטי מספיק גדול שיגבר על השדה המגנטי של כדור הארץ.
7. נניח שסטיית מחט המצפן בניסוי מסוים היא 45° . מה יקרה לסטיית מחט המצפן אם נסובב כעת את המערכת ב- 90° ? (כלומר מישור הליפופים יהיה מזרח מערב). הסבר/י.
אם המערכת תסובב ב- 90° מעלות כשהמחט מראה שסטיית מחט המצפן היא 45° מעלות אזי המחט תחזור לכיוון צפון כי כיוון השדה של הכריכה נגדי לכיוון השדה של כדור הארץ והוא גדול יותר. אם המערכת תסובב ב- 270° מעלות תחזור המחט לכיוון צפון אך כיוון שדה הכריכה וכיוון השדה המגנטי של כדור הארץ יתאחדו.