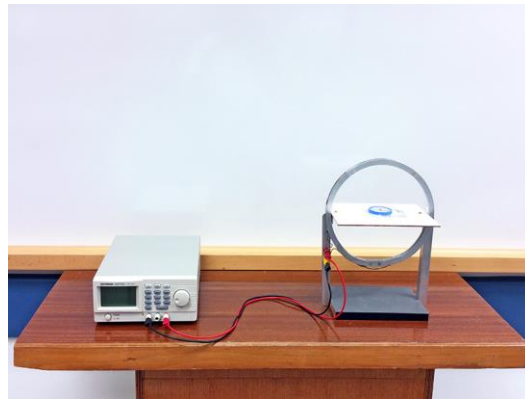




## גלונומטר טנגנטי



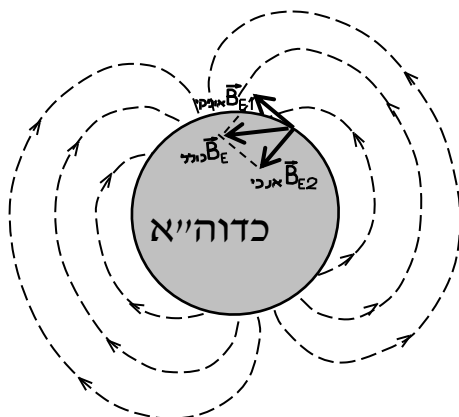
### רשימת הציוד

- ספק מתח DC מתכוונן
- גלונומטר טנגנטי
- מצפן
- 2 תילים של 75 ס"מ
- נייר דבק
- סרגל

### מטרות הניסוי

- לחקור את תלותו של השדה המגנטי שבמרכז כריכה מעגלית בזרם דרך הכריכה.
- להעריך את גודלו של הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור-הארץ.

### הקדמה



תרשים 1

לכדור הארץ יש שדה מגנטי  $\vec{B}_E$ . ברוב המקומות על פני כדור הארץ וקטור השדה המגנטי הארצי איננו אופקי. מחוג המצפן הוא מגנט קטן המתיצב תמיד לאורך הרכיב האופקי של השדה המגנטי שקיים במקום, לכן בניסוי זה אנו מתייחסים רק לרכיב האופקי  $\vec{B}_{E1}$  של השדה הארצי. אם השדה המגנטי במקום בו מוצב המצפן הוא השדה הארצי בלבד, המצפן מראה את כיוונו של הרכיב האופקי  $\vec{B}_{E1}$  (ראה תרשים 1).

אם באותו מקום יש שדה מגנטי אופקי נוסף, המצפן מראה את הכיוון של השדה האופקי השקול. בניסוי זה אנו יוצרים שדה מגנטי  $\vec{B}_I$ , גם הוא אופקי, אך מאונך ל- $\vec{B}_{E1}$  (ראה תרשים 2) בעזרת סליל מעגלי דק שזורם בו זרם. כאמור, המצפן מראה את הכיוון של השדה האופקי

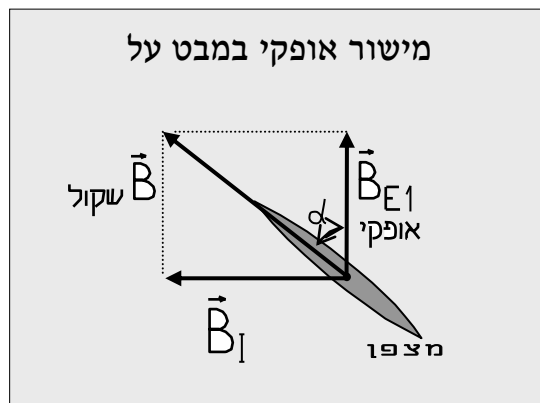
$$\text{השקול: } \vec{B}_T = \vec{B}_{E1} + \vec{B}_I \quad (\text{חיבור וקטורי !})$$

הקשר בין זווית סטיית מחט המצפן לבין  $\vec{B}_{E1}$  הוא:

$$\tan \alpha = \frac{B_I}{B_{E1}}$$

$\vec{B}_I$  תלוי בנתוני הסליל ובעוצמת הזרם בו,

לכן טנגנס זווית הסטייה,  $\alpha$ , של המצפן תלוי בעוצמת הזרם דרך כריכות הסליל.



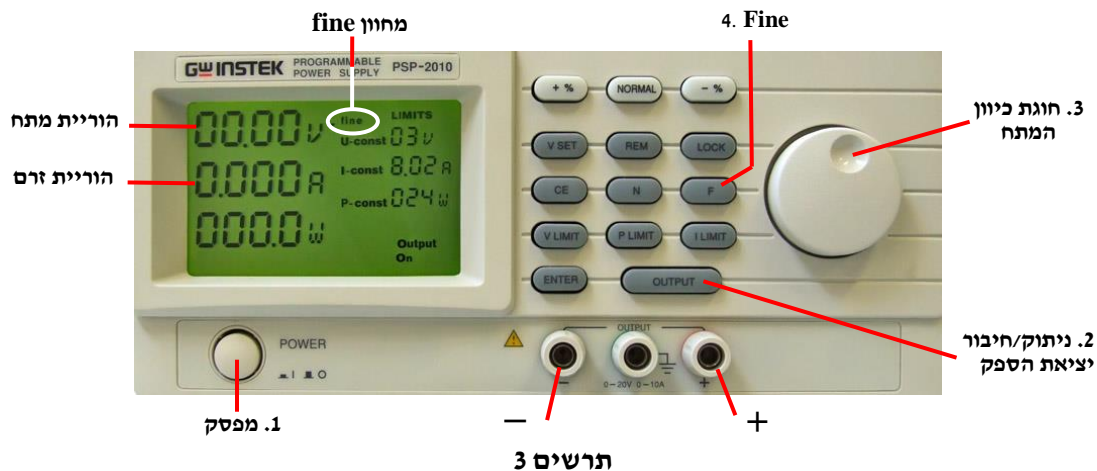
תרשים 2

## שאלות הכנה

1. באלו מקומות השדה של כדה"א הוא בקירוב מקביל לקרקע? בקירוב מאונך לקרקע?
2. בזמן הניסוי יש להרחיק את הגליונומטר הטנגנטי משאר חלקי המעגל החשמלי ומגופים עשויי ברזל, אך לא מפריע שהסליל מלוכף על טבעת עשוית אלומיניום. הסבר מדוע.
3. מהו הכלל שלפיו ניתן למצוא את כיוון השדה המגנטי במרכז סליל מעגלי דק? פרט.
4. מדוע חשוב להניח את המצפן במרכז הסליל?
5. מדוע צריכים להציב את מישור הכריכה של הגליונומטר הטנגנטי בכיוון צפון-דרום?
6. מה עדיף: מצפן בעל קוטר גדול או מצפן בעל קוטר קטן? נמק.
7. הראה ש- $\tan \alpha$  מייצג את השדה המגנטי  $\vec{B}_I$  שיוצר הזרם החשמלי במרכז הסליל.
8. הוכח שבניסוי מצפים שטנגס זווית הסטייה של המצפן תימצא ביחס ישר לעוצמת הזרם דרך הסליל של הגליונומטר.
9. כיצד אפשר לחשב את גודלו של השדה המגנטי הארצי מתוך הגרף המתאר את התלות שהוכחת בשאלה 8?
10. מדוע לא רצוי להשתמש בגליונומטר טנגנטי בתחומים שיגרמו לסטיית מחט המצפן בזוויות גדולות?
11. מהי זווית הרכינה? כיצד ניתן לתלות מחט מצפן כדי שיצביע על כיוון השדה הכולל? אם נתלה מחט מצפן קטנה באמצעות חוט גמיש הקשור במרכזה, לאיזה כוון תפנה המחט - בכיוון השדה המגנטי הארצי האופקי או הכולל?

## ביצוע הניסוי

1. חבר את הגליונומטר להדקים "+" ו "-" של ספק מתח DC. הקפד על כך שהגליונומטר יימצא רחוק ככל האפשר מספק המתח ומחפצים עשויים ברזל.



2. הפעל את הספק באמצעות כפתור 1 (תרשים 3). אפס את קריית מתח הספק באמצעות חוגת כיוון המתח 3, ולחץ על כפתור Fine (4).
3. הצב במרכז הסליל מצפן וכוון את המערכת כך שמישור טבעת האלומיניום יהיה בכיוון צפון-דרום.
4. לפי הכלל שציינת בשאלת ההכנה מס' 3 נבא לאיזה כיוון תסטה מחט המצפן כשתפעיל את הספק ותזרים זרם במעגל.
5. סגור את המעגל החשמלי על ידי לחיצה על כפתור Output (2). האם כיוון סטיית המחט הוא כפי שניבאת?
6. כוון, באמצעות חוגת כיוון המתח, את עוצמת הזרם עד אשר סטיית מחט המצפן תהיה כ- $40^\circ$ . הפוך את כיוון הזרם בסליל ובדוק אם סטיית המחט במגמה ההפוכה שווה לסטייתה לפני השינוי בכיוון הזרם. אם הסטיות אינן שוות שנה את כיוון הסליל בהתאם, עד שהסטיות בשתי המגמות תהיינה שוות. במצב זה קבע את בסיס העץ של הגליונומטר למשטח העבודה, בעזרת נייר דבק.
7. מדוד את רדיוס הממוצע של הסליל  $R = \text{_____} \text{ m}$

8. רשום את מספר הכריכות של סליל הגליונומטר ככתוב על מדבקה שעליו  $N = \underline{\hspace{2cm}}$
9. שנה את עוצמת הזרם במעגל ומדוד את זווית הסטייה  $\alpha$  של מחט המצפן רשום את התוצאות בטבלה להלן:

$\alpha$										
I(A)										
$\tan \alpha$										

10. נתק את הגליונומטר מהספק על ידי לחיצה על כפתור Output ובה את הספק (כפתור 1 בתרשים 3).

### עיבוד התוצאות

1. שרטט ידנית או בעזרת גיליון אלקטרוני Excel גרף של  $\tan \alpha$  כפונקציה של הזרם I. מה צורת הגרף שקיבלת? מה המסקנה?
2. מצא את שיפוע הגרף ששרטטת. מהי יחידת המדידה של השיפוע?
3. בהתחשב בתשובתך לשאלת ההכנה מס' 7 ובגרף שקיבלת, מהי מסקנתך על תלות  $\vec{B}_I$  בזרם I?
4. השתמש בגרף ששרטטת ובתשובתך לשאלת ההכנה מס' 9 כדי לחשב את הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי.
5. זווית הרכינה בישראל היא כ-  $46^\circ$ . חשב על פי ממצאי המדידות את גודלו של וקטור השדה המגנטי הכולל  $\vec{B}_E$  והשווה אותו לשדה המגנטי הארצי בישראל ( $4.2 \cdot 10^{-5} T$ ).

### בסיום הניסוי

- כבה את הספק ונתק אותו מרשת החשמל,
- פרק את המעגל,
- סדר את הציוד במגש והחזר את הכל – ספק, גליונומטר ומגש - לעגלה.

### שאלות סיכום

1. מדוע נקרא המכשיר שבו השתמשנו "גליונומטר טנגנטי" וכיצד הוא יכול לשמש כגליונומטר?
2. במה גליונומטר טנגנטי דומה ובמה הוא שונה מאמפרמטר רגיל?
3. מהם חסרונותיו העיקריים של הגליונומטר הטנגנטי כמכשיר למדידת עוצמת זרם חשמלי?
4. שרטט גרף של  $\tan \alpha$  כנגד  $\alpha$ . על סמך גרף זה הסבר מדוע לא רצוי להשתמש בגליונומטר טנגנטי עבור זוויות גדולות. האם מדידותך מאששות מסקנה זו?
5. נניח שסטיית מחט המצפן בניסוי מסוים הייתה  $45^\circ$ , מה יקרה לסטיית המחט אם נסובב את הגליונומטר (א) ב-  $+90^\circ$ ; (ב) ב-  $-90^\circ$  ביחס למצבו ההתחלתי (כלומר כאשר כיוון מישור הליפופים יהיה מזרח-מערב)?
6. ענה מחדש על השאלה מס' 5 בהנחה שלפני סיבוב המערכת זווית הסטייה הייתה (i)  $30^\circ$ ; (ii)  $60^\circ$ .
7. מה יקרה אם תלפף חלק מהלולאות במגמה הפוכה? הסבר.
8. כיצד משפיע השדה המגנטי הארצי על קרינה קוסמית? מהו "זוהר צפוני" (העזר בספרית חמד"ע).