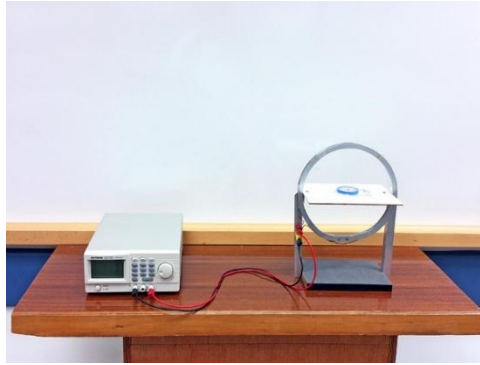




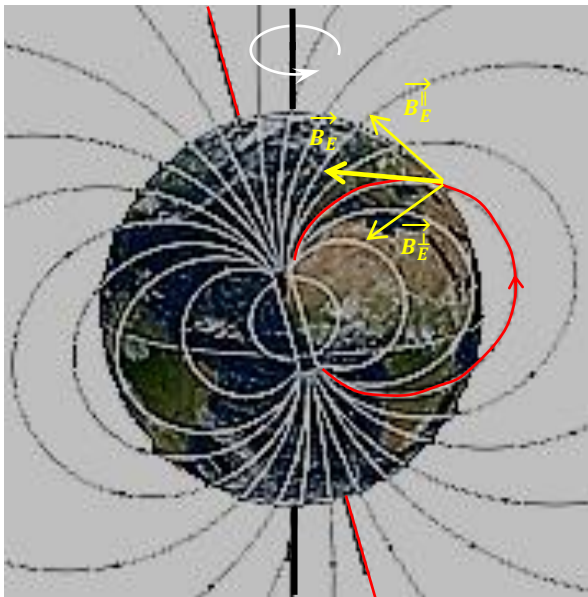
גלוונומטר טנגנטי



הציוד

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

רקע עיוני



לכדור הארץ יש שדה מגנטי, $\vec{B}_E$. ברוב המקומות על פני כדור הארץ וקטור השדה המגנטי הארצי איננו אופקי. מחוג המצפן, שהוא מגנט קטן, מתייצב תמיד לאורך הרכיב האופקי של השדה המגנטי הקיים במקום. אם במקום בו מוצב המצפן קיים השדה המגנטי הארצי בלבד, המצפן מצביע בכיוון הרכיב האופקי (משיקי, או טנגנטי בלועזית) של שדה זה, $\vec{B}_E^||$ (איור 1). אם באותו המקום יש שדות מגנטיים נוספים, המצפן מצביע בכיוון הרכיב האופקי של שקול השדות. לכן הניסוי, בו משתמשים במצפן, עוסק רק ברכיב האופקי של השדה הארצי. בניסוי זה סליל דק נושא זרם יוצר שדה מגנטי אופקי $\vec{B}_I$ המאונך לרכיב המשיקי $\vec{B}_E^||$ של השדה הארצי - איור 2. השדה המגנטי האופקי השקול הוא:

$$\vec{B}_T = \vec{B}_E^|| + \vec{B}_I$$

הקשר בין זווית הסטייה של מחוג המצפן, α , לבין הרכיב $\vec{B}_E^||$ של השדה הארצי הוא:

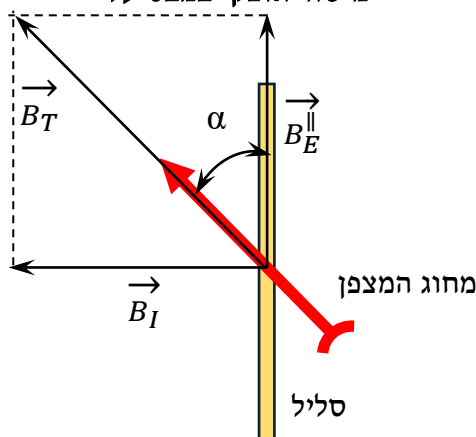
$$\tan \alpha = \frac{|\vec{B}_I|}{|\vec{B}_E^|||}$$

שאלות הכנה

1. באילו מקומות השדה של כדה"א הוא בקירוב מקביל לקרקע? בקירוב מאונך לקרקע?
2. בזמן הניסוי יש להרחיק את הגלוונומטר הטנגנטי משאר חלקי המעגל החשמלי ומגופים עשויים חומר פרומגנטי (ferromagnetic) כמו ברזל (טבעת עליה מלופף הסליל עשויה אלומיניום ולא משפיעה על הניסוי). הסבירו מדוע.
3. מהו הכלל שלפיו ניתן למצוא את כיוון השדה המגנטי במרכז סליל מעגלי דק?
4. מדוע חשוב להניח את המצפן במרכז הסליל?
5. מדוע צריכים להציב את הגלוונומטר הטנגנטי כך שמחוג המצפן יהיה במישור הסליל?
6. מה עדיף: מצפן בעל קוטר גדול או מצפן בעל קוטר קטן? נמקו.
7. פיתחו ביטוי המביע את הקשר בין טנגנס זווית הסטייה של מחוג המצפן לבין עוצמת הזרם הזורם בסליל הגלוונומטר.
8. כיצד אפשר לחשב את גודל הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי בעזרת הגרף המתאר את הביטוי שפיתחתם?
9. מהי זווית הרכינה? כיצד ניתן לתלות מחט ממוגנטת כדי שתצביע על כיוון השדה המגנטי הארצי הכולל? אם נתלה את המחט באמצעות חוט גמיש הקשור במרכזה, לאיזה כיוון תפנה המחט - לכיוון הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי או לכיוון השדה הכולל?

איור 1

מישור אופקי במבט על



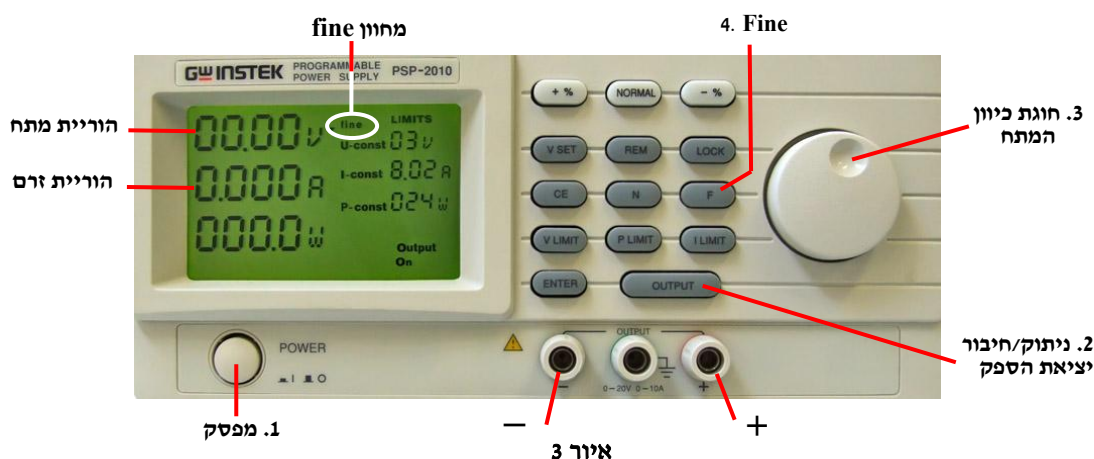
איור 2

ביצוע הניסוי

1. פותחים גיליון Excel ומכניסים בו טבלה בה בתרשמו את תוצאות המדידות:

I_1 (A)	I_2 (A)	$\bar{I}$ (A)	α (°)	$\tan \alpha$

2. מודדים את הרדיוסים הפנימי והחיצוני של טבעת הסליל, מחשבים את הרדיוס הממוצע ורושמים אותו.
3. רושמים את מספר הכריכות של סליל הגליונומטר (כתוב על המדבקה שעליו).
4. מרחיקים את הגליונומטר ככל האפשר מספק המתח ומחפצים עשויים חומרים פרומגנטיים. מכוונים את הגליונומטר על השולחן כך שמחוג המצפן יהיה במישור הסליל, ומקבעים את בסיס העץ של הגליונומטר על שולחן בעזרת נייר דבק.
5. מחברים את הגליונומטר להדקים "+" ו "-" של ספק מתח DC.
6. מפעילים את הספק באמצעות כפתור (1) (איור 3). אם מחוון fine לא מופיע על צג הספק (איור 3), לוחצים על כפתור Fine (4). מאפסים את מתח הספק באמצעות סיבוב חוגת ויסות המתח (3) נגד כיוון השעון.



7. סוגרים את המעגל החשמלי על ידי לחיצה על כפתור (2) Output.
8. מעלים בהדרגה את הזרם בסליל באמצעות חוגת (3) עד שזווית הסטייה של מחוג המצפן תהיה קרובה ככל האפשר ל- 10° . מזינים את הזווית ואת ערך הזרם I_1 בטבלה בגיליון.
9. מנתקים את ספק המתח מהסליל (לוחצים על כפתור Output), הופכים את חיבור הסליל לספק (את התקע שחובר ל- "+" מעבירים כעת ל- "-", ולהפך) וסוגרים את המעגל – מחוג המצפן יסטה בכיוון נגדי. משנים את הזרם בסליל (אם יש צורך בכך) לקבלת בערך אותה זווית הסטייה ומזינים את ערך הזרם I_2 בטבלה.
10. מחשבים את הזרם הממוצע $\bar{I}$.
11. חוזרים על המדידות הנ"ל 6 פעמים נוספות, כאשר בכל פעם מגדילים את זווית הסטייה של מחוג המצפן (באמצעות שינוי הזרם) בכ- 10° ומבצעים את המדידות עבור שני כיווני הזרם.

עיבוד תוצאות המדידות

1. בונים ב- Excel גרף של $\tan \alpha$ כפונקציה של הזרם הממוצע $\bar{I}$. מהי צורת הגרף שהתקבל? מה המסקנה?
2. מוסיפים לגרף קו מגמה יחד עם משוואתו. מהי יחידת המדידה של השיפוע?
3. בהסתמך על הביטוי המקשר בין $\tan \alpha$ לזרם בסליל, חישובו את גודל הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי.
4. זווית הרכינה בתל אביב היא 58° . חישובו על פי תוצאות מדידותיכם את גודלו של וקטור השדה המגנטי הארצי הכולל $\vec{B}_E$ והשוו אותו לשדה המגנטי הארצי בישראל ($4.5 \cdot 10^{-5} \div 4.2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ – תלוי במקום).

בסיום הניסוי

- נתקו את הגליונומטר מהספק על ידי לחיצה על כפתור Output וכבו את הספק (כפתור (1) באיור 3),
- כבו את המחשב,
- פירקו את המעגל,
- סדרו את הציוד והחזירו אותו לעגלה.

שאלות סיכום

1. מדוע נקרא המכשיר שבו השתמשו "גלוונומטר טנגנטי", וכיצד הוא יכול לשמש כגלוונומטר ?
2. במה גלוונומטר טנגנטי דומה ובמה הוא שונה מאמפרמטר רגיל?
3. מהם חסרונותיו העיקריים של גלוונומטר טנגנטי כמכשיר למדידת עוצמת זרם חשמלי?
4. נניח שסטיית מחוג המצפן בניסוי מסוים הייתה 45° . מה יקרה לסטיית המחוג אם נסובב את הגלוונומטר (א) ב $+90^\circ$; (ב) ב -90° ביחס למצבו ההתחלתי (כלומר כאשר כיוון מישור הליפופים יהיה מזרח-מערב)?
5. ענו מחדש על השאלה מס' 4 בהנחה שלפני סיבוב המערכת זווית הסטייה הייתה (i) 30° ; (ii) 60° .
6. כיצד משפיע השדה המגנטי הארצי על קרינה קוסמית? מהו "זוהר צפוני"?