



## מדינת ישראל

משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים

מועד הבחינה: קיץ תש"ף, 2020

סמל השאלון: 036382

נספחים: 1. חוברת מדידות

2. נתונים ונוסחאות בפיזיקה

לחמש יח"ל

## פיזיקה – שאלון חקר

### הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים וחצי.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלוש עשרה שאלות. עליך לענות על כל השאלות. סה"כ – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון וסרגל. ניתן להשתמש בסרגל שבעמוד 11 בחוברת המדידות.

ד. הוראות מיוחדות:

1. כתוב את כל תשובותיך בגוף השאלון, במקומות המיועדים לכך.

2. כתוב בעט בלבד. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

ה. עמודים 20–21 משמשים לטיוטה.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים 20–21, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

תתיבת טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 22 עמודים, חוברת מדידות ונוסחאון.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

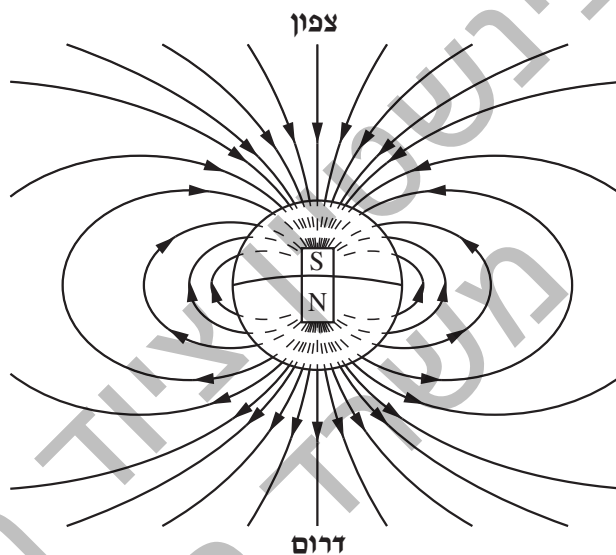
פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

מציאת הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי

ענה על כל השאלות 1-13.

רקע עיוני

לכדור הארץ יש שדה מגנטי. על מחט של מצפן פועל הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ.

קווי השדה המגנטי של כדור הארץ

כאשר מציבים את המצפן במרכזה של כריכה מעגלית נושאת זרם, פועל על המצפן – נוסף על השדה המגנטי של כדור הארץ – גם השדה המגנטי של הכריכה.

כריכה מעגלית הנושאת זרם יוצרת במרכזה שדה מגנטי שגודלו תלוי ב:

1. עוצמת הזרם,  $I$  [A]2. מספר הליפופים בכריכה,  $N$ 3. רדיוס הכריכה,  $R$  [m]

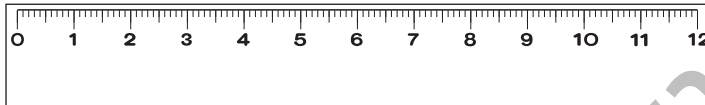
גודל השדה המגנטי שיוצר הזרם שבכריכה,  $B_{\text{כריכה}}$ , הוא:  $[T] = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot R}$ , וכיוונו נקבע על-פי כיוון הזרם.



פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

בניסוי שלהלן תתבקש לקרוא מתצלומים את זוויות הסטייה של מחט מצפן, ולמדוד בעזרת סרגל מרחקים מצולמים.

**לדוגמה:** מדוד את אורכו של קטע הסרגל שבתצלום 1 בעזרת הסרגל שברשותך. ניתן להשתמש בסרגל שבעמוד 11 (נספח ד') בחוברת המדידות.



**תצלום 1:** קטע מסרגל באורך 12 ס"מ, מוקטן ביחס של 3:4

**שים לב:** אורך קטע הסרגל שמדדת הוא 9 ס"מ, בעוד אורכו האמיתי הוא 12 ס"מ. האורך המצולם של הסרגל **בדוגמה הזו מוקטן** לעומת האורך האמיתי ביחס של 3:4.

**שאלה 1 (2 נקודות)**

המלבן שבאיור לשאלה 1 הוקטן ביחס של 2:3. מדוד בעזרת הסרגל שברשותך את אורך המלבן ואת רוחבו, וחשב את המידות האמיתיות שלהם.



**איור לשאלה 1:** מלבן מוקטן ביחס של 2:3

אורך המלבן:

רוחב המלבן:

פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

### רשימת הציוד שבו השתמשו בניסוי

1. לוח שעליו חמש כריכות מעגליות
2. ספק מתח **ללא ספק**
3. נגד משתנה (ריאוסטט עם גררה) -  $20 \Omega \div 0$
4. מצפן
5. תושבת מצפן, הניתנת להזזה לאורך מסילה
6. מסילה לתושבת המצפן, שעליה מודבק סרגל מדידה
7. מד-זרם
8. ארבעה תיילי חיבור

### סעיף 1 - מציאת הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי באמצעות שינוי הרדיוס של כריכה מעגלית נושאת זרם שבמרכזו מצפן

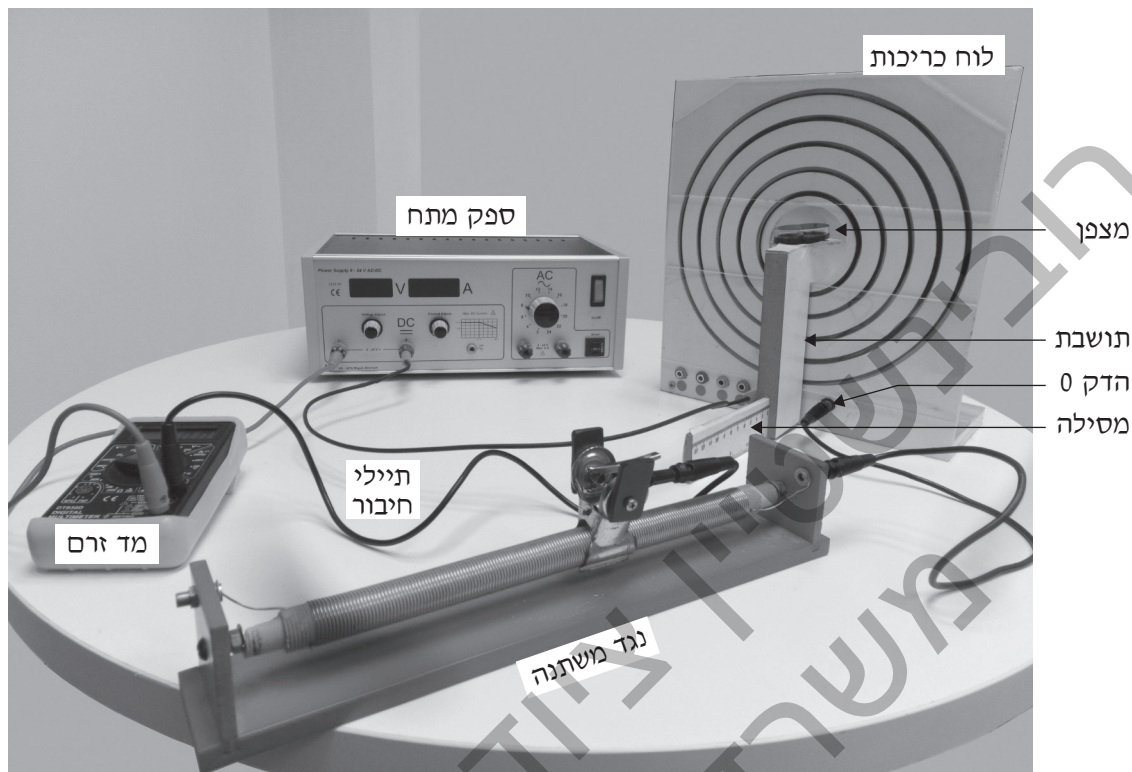
בסעיף זה נחשב את הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי, על-ידי מדידת זווית הסטייה של מחט המצפן.

### תיאור הניסוי

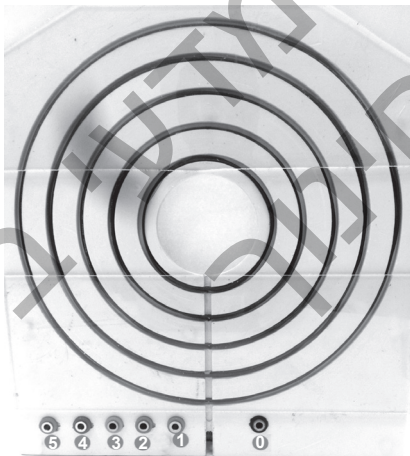
- הרכיבו את המעגל החשמלי שבתצלום 2 בעמוד הבא. חיברו בטור ספק מתח, נגד משתנה, מד-זרם, ולוח כריכות. על הלוח חמש כריכות מעגליות ברדיוסים שונים בעלות מרכז משותף. כל כריכה כוללת שלושה ליפופים ( $N = 3$ ). על תושבת במרכז הכריכות מונח מצפן, בניצב למישור הכריכות.
- מיקמו את המצפן במרכז הפתח המעגלי, וכיוונו את לוח הכריכות בכיוון צפון-דרום.
- כיוונו את הנגד המשתנה, כך שלכל אורך הניסוי הזרם במעגל היה  $1 \text{ A}$ , כמוצג בתצלום 3 בעמוד הבא.
- חיברו את לוח הכריכות למעגל באמצעות שני תיילי חיבור: תייל אחד חובר להדק 0 בלוח הכריכות, ותייל שני חובר בכל פעם לאחד מההדקים הממוספרים  $1 \div 5$ . הכריכה בעלת הרדיוס הקטן ביותר חוברה להדק 0 ולהדק 1, וכך הלאה - הכריכה בעלת הרדיוס הגדול ביותר חוברה להדק 0 ולהדק 5. לוח הכריכות מוצג בתצלום 4 בעמוד הבא.



פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382



תצלום 2 : מערכת הניסוי



תצלום 4 : לוח הכריכות



תצלום 3 : קריאת מד-הזרם בניסוי

בכל פעם מחט המצפן התייצבה בכיוון השדה המגנטי השקול  $B_T$ , היוצר זווית סטייה  $\alpha$  ביחס לכיוון הצפון. תצלומי מחט המצפן עבור כל אחת מהכריכות כשהיא מחוברת למעגל החשמלי נתונים בנספח ב' בחוברת המדידות.

פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

## שאלה 2 (6 נקודות)

חיברו בטור את הספק, הנגד המשתנה, הכריכה בעלת הרדיוס הקטן ביותר בלוח הכריכות (הדק 0 והדק 1) ומד-הזרם.

- 1) (נק') א. מדוד בעזרת סרגל את קוטר הכריכה הקטנה ביותר **בנספח א'** (ולא בנספח ב') בחוברת המדידות, וכתוב את התוצאה בשורה הראשונה בטבלה 1.
- 1) (נק') ב. לוח הכריכות **בנספח א'** שבחוברת המדידות הוקטן מגודלו האמיתי ביחס של 2:3. כתוב בשורה הראשונה בטבלה את קוטר הכריכה האמיתי ואת הרדיוס האמיתי שלה.
- 2) (נק') ג. קרא מהתצלומים **בנספח ב'** שבחוברת המדידות, המתאימים לכריכה הקטנה ביותר (כריכה 1), את ערכי הסטייה של מחט המצפן מכיוון הצפון ימינה ( $\alpha_R$ ) ושמאלה ( $\alpha_L$ ), וכתוב אותם בשורה הראשונה בטבלה 1.
- 2) (נק') ד. חשב את הסטייה הממוצעת של מחט המצפן מכיוון הצפון ( $\alpha_{ave}$ ) ואת  $\tan \alpha_{ave}$ , וכתוב אותם בעמודות המתאימות בטבלה.

## שאלה 3 (14 נקודות)

בהמשך הניסוי העבירו את החיבור לכריכות הנוספות,  $2 \div 5$ , כל פעם לכריכה אחרת. חזור על הסעיפים של שאלה 2 עבור כל אחת מהכריכות **שבנספח א'** בחוברת המדידות, ועבור תצלומי המצפן המתאימים לכל כריכה, הנתונים **בנספח ב'** בחוברת המדידות.

טבלה 1

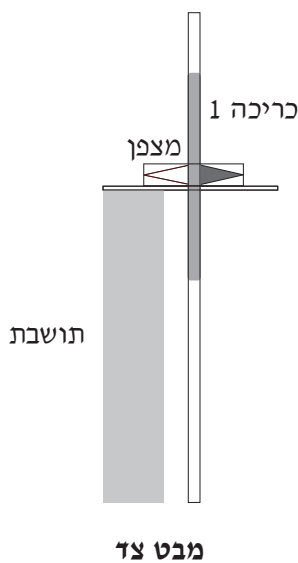
מספר מדידה	מספר כריכה	קוטר הכריכה הנמדד	קוטר הכריכה האמיתי	רדיוס הכריכה האמיתי R (m)	$\alpha_R$ (°) (ימין)	$\alpha_L$ (°) (שמאל)	$\alpha_{ave}$ (°) (ממוצע)	$\tan \alpha_{ave}$
1	1							
2	2							
3	3							
4	4							
5	5							



פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

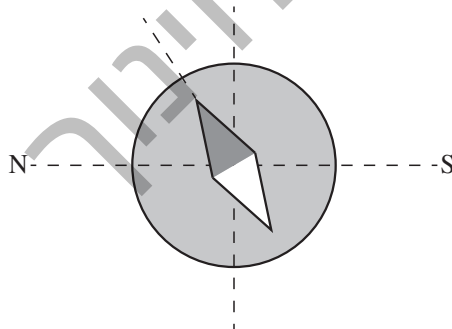
שאלה 4 (8 נקודות)

א. (3 נק') להלן תצלום במבט על ואיור במבט צד של המצפן וכריכה 1. על-פי התצלום – קבע מהו כיוון הזרם בכריכה (עם כיוון השעון או נגדו). נמק את תשובתך.



מבט על

ב. (3 נק') סרטט על גבי התרשים שלהלן את כיוון הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי  $(B_E)$ , ואת רכיב השדה המגנטי שיוצר הזרם שבכריכה  $(B_{כריכה})$ . סמן על גבי הסרטוט את זווית הסטייה  $\alpha$ .



ג. (2 נק') הוכח את הקשר:  $\tan \alpha = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot B_E \cdot R}$ , בהתאם לתשובתך בסעיף ב'.





פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382



לרשותך נייר מילימטרי נוסף בעמוד 18, למקרה הצורך.

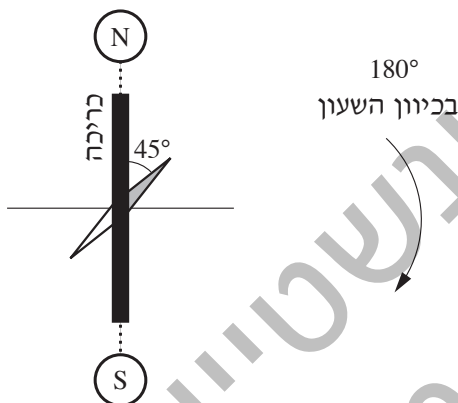
لا تكتب في هذه المنطقة

لا لכתוב באזור זה

פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

שאלה 8 (4 נקודות)

א. באיור לשאלה 8 מתואר מצב שבו הסטייה של מחט המצפן הייתה  $45^\circ$ . סובבו את לוח הכריכות ב- $180^\circ$  בכיוון השעון.



איור לשאלה 8

כיצד תגיב לכך מחט המצפן? נמק את תשובתך.

ב. שינו שוב את הכיוון של לוח הכריכות, כך שהפעם מחט המצפן התייצבה בכיוון צפון-דרום, כמוצג בתצלום שלהלן. במצב החדש שינו את הזרם במעגל בתחום  $0 \div 1.5 \text{ A}$ , כמוצג בתצלומים שמתחתיו.



כיוון מחט המצפן נשאר צפון-דרום למרות השינוי בזרם. הסבר מדוע.

لا تكتب في هذه المنطقة

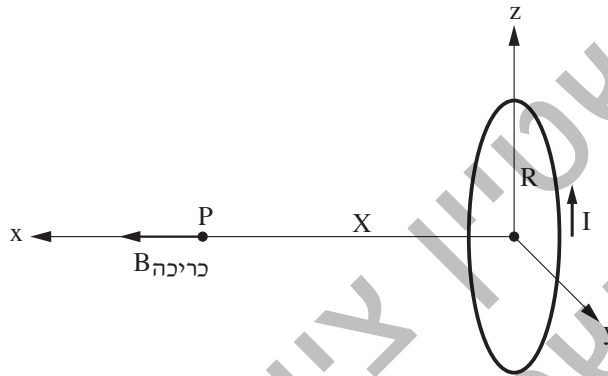


פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

**רקע עיוני (המשך)**

בסעיף 2 שלהלן נכיר שיטה נוספת למציאת הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ: מדידת השדה המגנטי שיוצר הזרם שבכריכה בנקודה P, הנמצאת על הקו המאונך למישור הכריכה ועובר במרכזה, במרחק X ממרכז הכריכה.

נניח שהכריכה נמצאת במישור yz ושהנקודה P נמצאת על ציר x. כיוון השדה המגנטי של הכריכה ( $B_{\text{כריכה}}$ ) בנקודה P מצוין באיור על-ידי חץ.



גודל השדה המגנטי שיוצרת הכריכה במרחק X ממרכזה לאורך ציר ה-x נתון בביטוי:

$$B_{\text{כריכה}} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I \cdot R^2}{2 \cdot (R^2 + X^2)^{3/2}} \quad (1)$$

שים לב: כאשר  $X = 0$  (במרכז הכריכה) נקבל את הביטוי המוכר:  $B_{\text{כריכה}} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot R}$  (2)

**סעיף 2 – מציאת השדה המגנטי לאורך ציר המאונך לכריכה מעגלית נושאת זרם**

**תיאור הניסוי**

את זווית הסטייה  $\alpha$  של מחט המצפן מכיוון צפון שינו בסעיף הזה של הניסוי כך: התושבת והמצפן שעליה הוצבו על המסילה, באופן שהמצפן נמצא במרכז הכריכה. את התושבת ועליה המצפן הרחיקו לאורך ציר ה-x, ממרכז הכריכה המעגלית ועד לנקודה P, סנטימטר אחד בכל פעם.

בכל נקודה כזו, מחט המצפן סתתה בזווית  $\alpha$  אחרת. מחט המצפן מושפעת הן מהשדה המגנטי של הכריכה ( $B_{\text{כריכה}}$ ) והן מהרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי ( $B_E$ ).

לוח הכריכות מוקם באופן שכיוון השדה המגנטי של הכריכה על ציר ה-x ( $B_{\text{כריכה}}$ ) והכיוון של הרכיב האופקי

של השדה המגנטי הארצי ( $B_E$ ) מאונכים זה לזה, כך שמתקיים הקשר:  $\tan \alpha = \frac{B_{\text{כריכה}}}{B_E}$  (3)

لا تكتب في هذه المنطقة

لا لכתوب באזור זה

פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

בסעיף זה של הניסוי, בוצעו כל המדידות כאשר הכריכה בעלת הרדיוס הקטן ביותר מחוברת למעגל.

שאלה 9 (20 נקודות)

א. **בנספח ג'** שבחוברת המדידות נתונים מבט-צד של מערכת הניסוי ותצלומי מחט המצפן עבור כל אחד מהמרחקים **בין מרכז המצפן למרכז הכריכה**,  $X$ . כתוב את המרחקים  $X$  בעמודה המתאימה בטבלה 2 שלהלן.

ב. **(12 נק')** כתוב בעמודות המתאימות בטבלה 2 שלהלן את ערכי זוויות הסטייה  $\alpha_L$  ו- $\alpha_R$  שנראים בתצלומי מחט המצפן **בנספח ג'** שבחוברת המדידות. חשב את ערכי הסטייה הממוצעת של מחט המצפן מכיוון הצפון ( $\alpha_{ave}$ ) ואת ערכי  $\tan \alpha_{ave}$ , וכתוב אותם בעמודות המתאימות בטבלה.

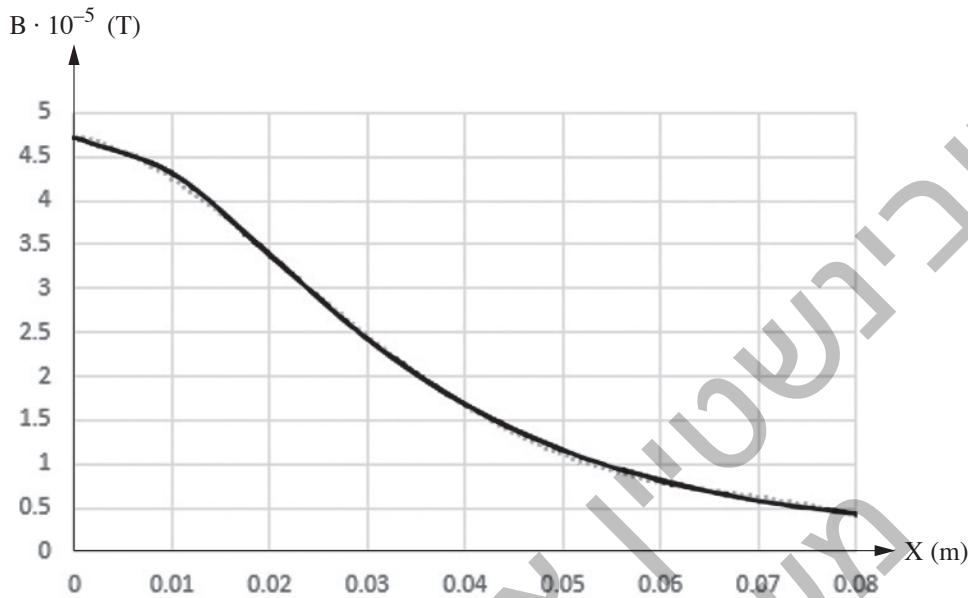
טבלה 2

$B_{\text{כריכה}} \cdot 10^{-5} \text{ (T)}$	$\tan \alpha_{ave}$	$\alpha_{ave} \text{ (}^\circ\text{)}$ (ממוצע)	$\alpha_L \text{ (}^\circ\text{)}$ (שמאל)	$\alpha_R \text{ (}^\circ\text{)}$ (ימין)	$X \text{ (m)}$

ג. **(6 נק')** בעמוד הבא נתון גרף המתאר את השדה המגנטי של הכריכה על ציר ה- $x$  כפונקצייה של המרחק  $X$ . הגרף הזה התקבל בהצבת הערכים של  $X$  בנוסחה (1), הנתונה ברקע העיוני שבעמוד הקודם. מצא את ערכי השדה המגנטי  $B_{\text{כריכה}}$  המתאימים לערכי המרחקים  $X$ , וכתוב אותם בעמודה המתאימה בטבלה 2.



פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382



שאלה 10 (10 נקודות)

7 נק') א. סרטט על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור שתתאר את הקשר בין  $\tan \alpha_{ave}$  ובין השדה המגנטי לאורך ציר הכריכה ( $B_{כריכה}$ ), על-פי התוצאות שכתבת בטבלה 2.

3 נק') ב. העבר קו מגמה בדיאגרמת הפיזור שסרטטת (הקו הישר המתאים לה ביותר).

הערה: תוכל להשתמש גם בגיליון אלקטרוני. אם השתמשת בו, הדבק את מדבקת הנבחן שלך גם על-גבי תדפיס המחשב, וצרף אותו לשאלון.

لا تكتب في هذه المنطقة

لا لכתוב באזור זה



פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382



לרשותך נייר מילימטרי נוסף בעמוד 19, למקרה הצורך.

לא לכתוב באזור זה

لا تكتب في هذه المنطقة



פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

שאלה 11 (7 נקודות)

(3 נק') א. חשב את שיפוע קו המגמה, וכתוב את היחידות הפיזיקליות שלו.

---



---



---

(4 נק') ב. מצא בעזרת שיפוע הקו ובאמצעות נוסחה (3) בעמוד 13 את הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי,  $B_E$ , וכתוב את היחידות הפיזיקליות שלו. הצג את חישוביך.

---



---



---

שאלה 12 (4 נקודות)

(2 נק') א. באיזה מקרה השגיאה היחסית במדידת המרחק ממרכז הכריכה המעגלית גדולה יותר, במדידת המרחק של 1 ס"מ או במדידת המרחק של 6 ס"מ? נמק את תשובתך.

---



---



---

(2 נק') ב. באיזה מרחק ממרכז הכריכה המעגלית, 1 ס"מ או 6 ס"מ, השגיאה היחסית במדידת הסטייה של מחט המצפן הייתה גדולה יותר? נמק את תשובתך בהתייחס לנוסחאות (1) ו-(3) שבעמוד 13.

---



---



---

שאלה 13 (2 נקודות)

חשב את הסטייה באחוזים בין הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ שהתקבל בסעיף 1 של הניסוי, נקרא לו  $B_{E1}$ , ובין הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ שהתקבל בסעיף 2 של הניסוי, נקרא לו  $B_{E2}$ , על-פי הביטוי:

$$\frac{|B_{E1} - B_{E2}|}{\left(\frac{B_{E1} + B_{E2}}{2}\right)} \cdot 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

لا تكتب في هذه المنطقة

لا لכתוב באזור זה





פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382



لا تكتب في هذه المنطقة

לא לכתוב באזור זה

פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

טיוטה

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ  
משרד החינוך

לא לכתוב באזור זה

لا تكتب في هذه المنطقة



פיזיקה – שאלון חקר, קיץ תש"ף, סמל 036382

## טיוטה

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ  
משרד החינוך

**בהצלחה!**

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

لا تكتب في هذه المنطقة

לא לכתוב באזור זה



מדבקת משגיח

ملصقة مراقب

"איתך בכל מקום, גם בבגרות.  
בהצלחה, מועצת התלמידים והנוער הארצית"  
"معك في كل مكان، وفي البجروت أيضًا.  
بالنجاح، مجلس الطلاب والشبيبة القطري"

# חוברת מדידות

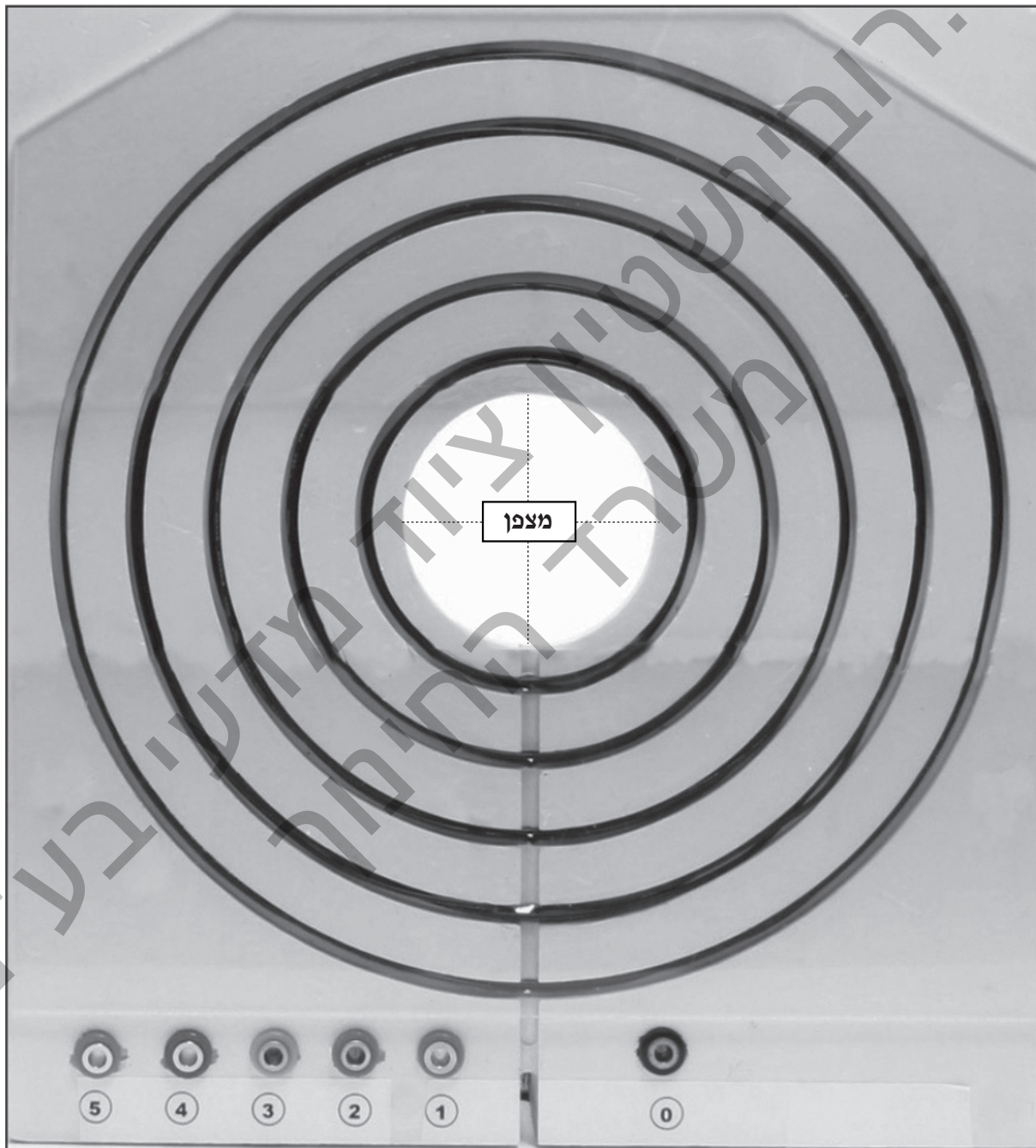
פיזיקה – שאלון חקר

סמל שאלון 036382

קיץ תש"ף

בחוברת זן 11 עמודים

## נספח א'



## נספח ב'

כריכה 2



כריכה 1



כריכה 4



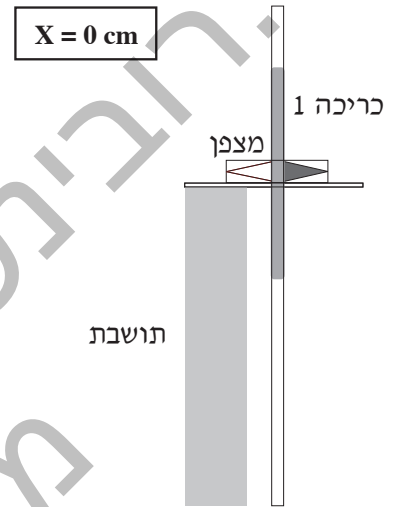
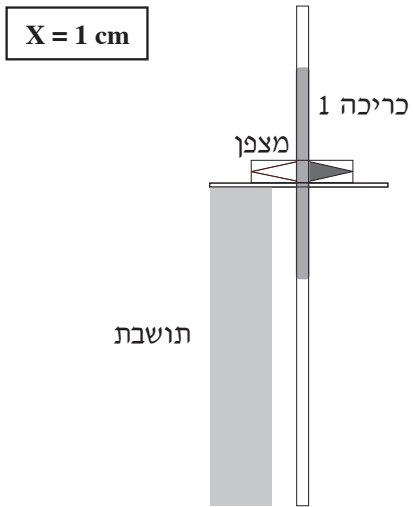
כריכה 3



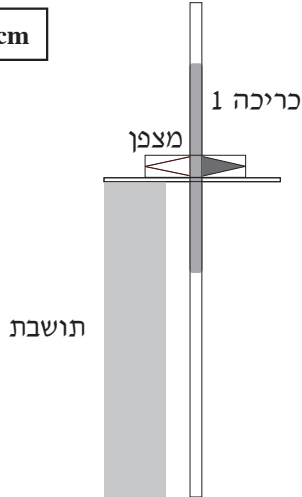
כריכה 5



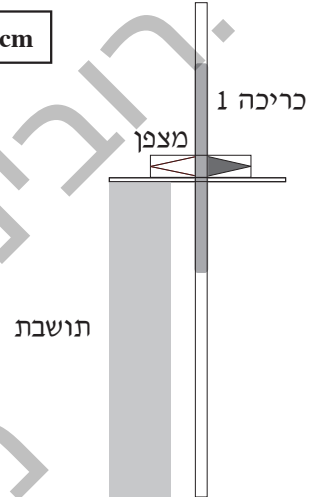
## נספח ג'



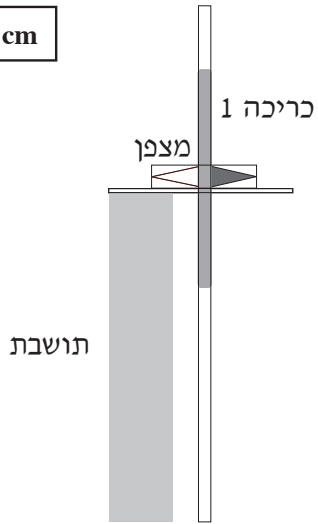
X = 3 cm



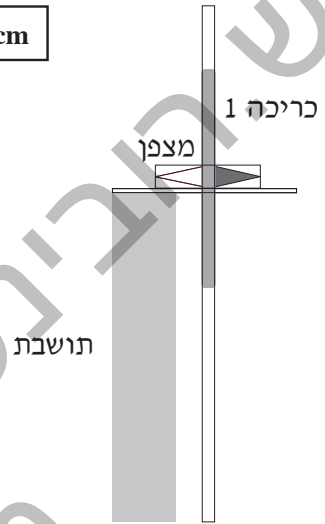
X = 2 cm



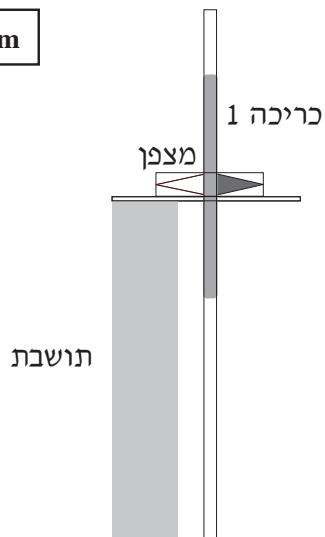
**X = 5 cm**



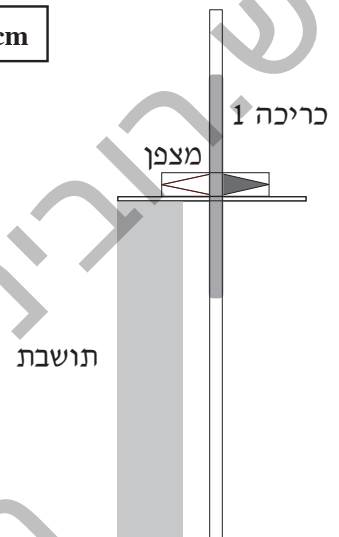
**X = 4 cm**

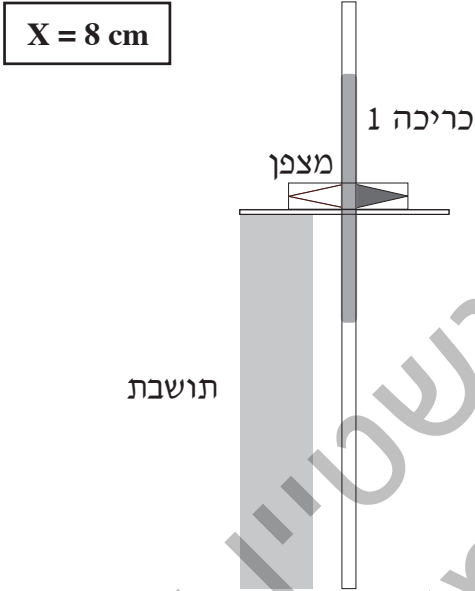


$X = 7 \text{ cm}$

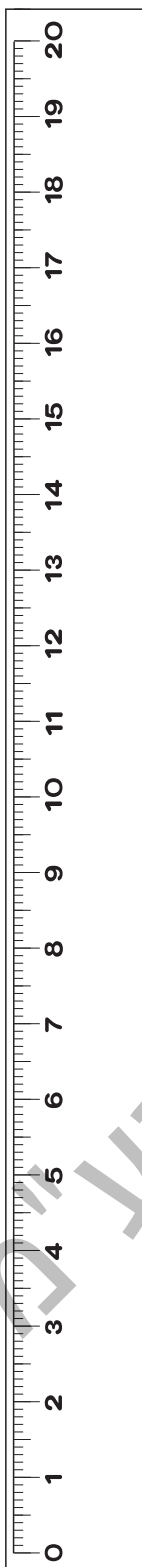


$X = 6 \text{ cm}$





## נספח ד'



ש.רובינשטיין ציוד מדעי  
משרד החינוך