

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

חשמל ומגנטיות

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה $33\frac{1}{3}$ נקודות; $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.

ד. הוראות מיוחדות:

- (1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה.)
- (2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
- (3) בפתרון שאלות שנדרש בהן להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .
- (4) בחישובך השתמש בערך של 10 מ' לשנייה² עבור תאוצת הנפילה החופשית.
- (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

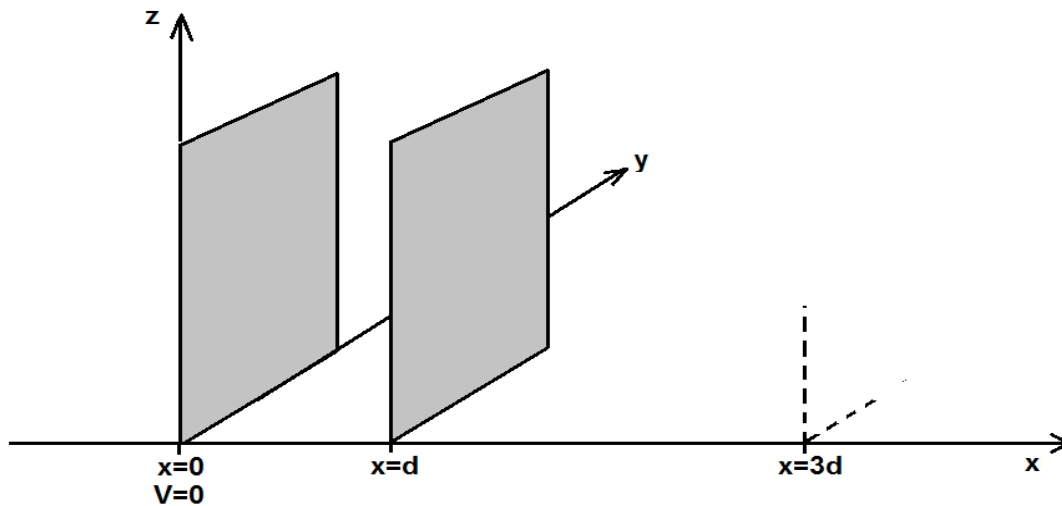
ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

נתונים שני לוחות ריבועיים טעונים חשמלית, כמתואר בתרשים. צלע כל לוח היא באורך 1 מטר.

הלוח הראשון נמצא במישור yz במיקום $x=0$, וטעון בצפיפות מטען $\sigma = +1.5 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$.

הלוח השני מקביל לראשון, במיקום $x=d=2\text{cm}$, וטעון בצפיפות מטען $\sigma = -1.5 \cdot 10^{-9} \frac{C}{m^2}$.

ניתן להתייחס לממדי הלוחות כגדולים בהרבה מהמרחק בין הלוחות.



- א. שרטטו גרף של עוצמת השדה כפונקציה של x , בתחום $-d < x < 3d$. בחרו סימן חיובי לשדה בכיוון x . ציינו ערכים משמעותיים על הצירים. הסבירו שיקוליכם. (8 נק')
 ב. שרטטו גרף של הפוטנציאל כפונקציה של x , בתחום $-d < x < 3d$. בחרו את נקודת הייחוס של הפוטנציאל כאפס בלוח השמאלי. ציינו ערכים משמעותיים על הצירים. הסבירו שיקוליכם. (8 נק')

מוסיפים לוח שלישי, זהה לשני הלוחות האחרים ובמקביל אליהם במיקום $x=3d=6\text{cm}$. כתוצאה מכך עוצמת השדה בין שני הלוחות הראשונים גדלה פי 2 (כיוון השדה לא השתנה).
 ג. מהי צפיפות המטען (גודל וסימן) על פני הלוח השלישי? נמקו שיקוליכם וחישוביכם. (5 1/3 נק')

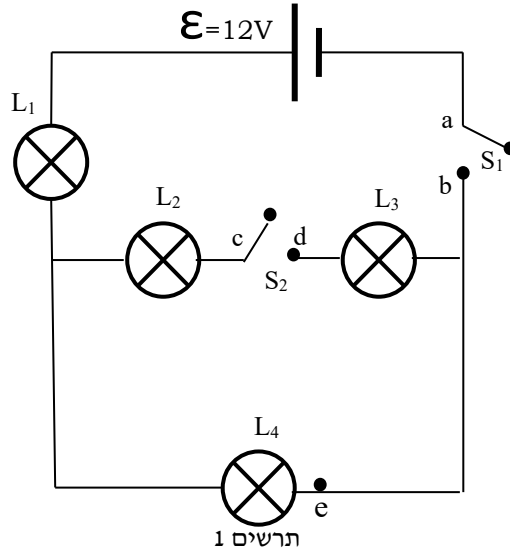
ד. במצב הנוכחי (3 לוחות טעונים) משחררים פרוטון מהלוח השמאלי. מה העבודה שמבצע השדה החשמלי על הפרוטון, עד פגיעתו בלוח האמצעי? נמקו. (5 נק')

יורים פרוטון מנקודה שנמצאת בין מרכזי הלוחות השמאלי והאמצעי ($x=1\text{cm}, y=z=0.5\text{m}$). הפרוטון נורה בכיוון ציר z ויוצא מהתחום שבין הלוחות בצמוד ללוח האמצעי. לאחר מכן יורים אלקטרון מאותה נקודה ובאותו הכיוון.

ה. האם כדי שהאלקטרון ייצא מהתחום שבין הלוחות בצמוד לאחד הלוחות יש לתת לו מהירות גדולה ממהירות הפרוטון, שווה לה או קטנה ממנה? נמקו שיקוליכם. (7 נק')

שאלה מספר 2

נתון מקור אידיאלי (שהתנגדותו הפנימית זניחה) בעל כ"מ 12 V , אליו מחוברות ארבע נורות להט (ליבון). שלושת הנורות L_1, L_2, L_3 זהות כאשר על כל אחת רשום $9\text{ W}, 12\text{ V}$ ועל הנורה הרביעית L_4 רשום $18\text{ W}, 12\text{ V}$.



א. במצב ההתחלתי שני המפסקים פתוחים. מהם המתחים V_{ab} ו- V_{cd} בין הדקי המפסקים? נמקו. (4 נק')

ב. סוגרים את מפסק S_1 בלבד.

1) חשבו את מספר האלקטרונים העוברים דרך הנורה L_1 במשך 3 שניות. (3 נק')
 2) עבור הנורות המאירות- האם במצב זה כל אחת מהן מקבלת את הספק המרבי? אם כן, הסבירו מדוע. אם לא, מצאו איזה אחוז מההספק המקסימלי שלה מקבלת כל נורה. פרטו חישוביכם. (3½ נק')

ג. סוגרים גם את מפסק S_2 .

1) מה יקרה לעוצמת ההארה של כל אחת מארבע הנורות? נמקו ללא חישוב. (9 נק')
 2) חשבו את הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות d ו- e. ציינו מי מהן בפוטנציאל גבוה יותר. פרטו חישוביכם. (4 נק')

ד. כעת מחברים בחוט מוליך עבה את הנקודות d ו- e. קבעו עבור כל היגד האם הוא נכון או שגוי. נמקו שיקוליכם בכל אחד מהמקרים. (10 נק')

(a) הזרם בסוללה לא ישתנה.

(b) הנורה L_3 תאיר בעוצמה גדולה יותר.

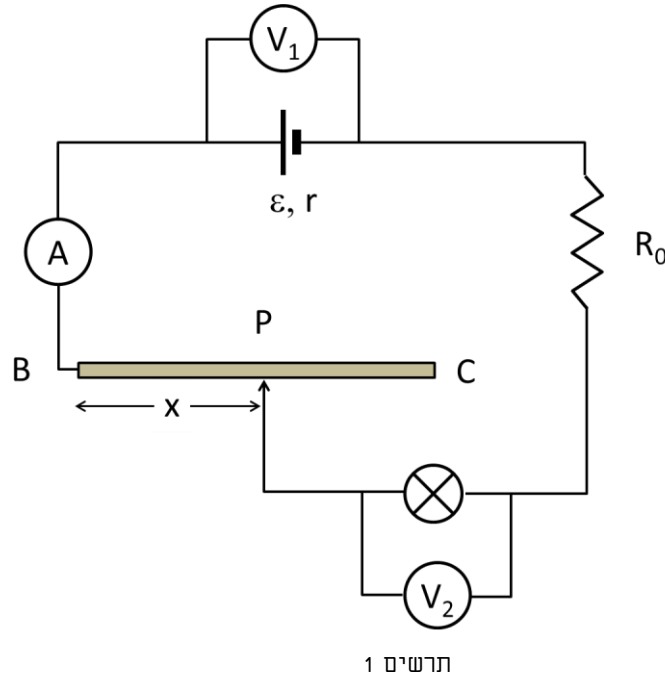
(c) הנורה L_1 תאיר בעוצמה גדולה יותר.

(d) הנורה L_4 תאיר בעוצמה קטנה יותר.

שאלה מספר 3

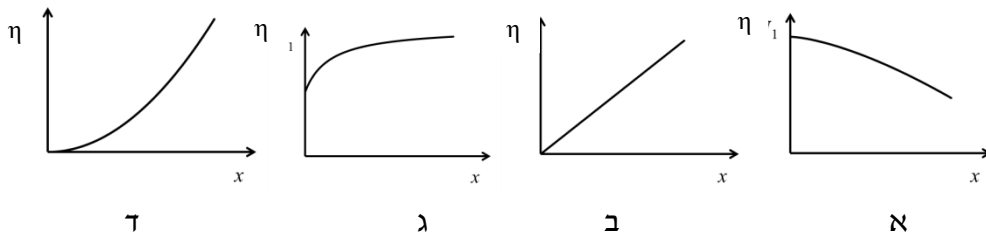
נתון המעגל החשמלי הבא (תרשים 1):

בנוסף נתון כי: כל מכשירי המדידה אידיאליים, $\varepsilon=3V$, $R_0=3\Omega$, התנגדות המוט BC - 10Ω .



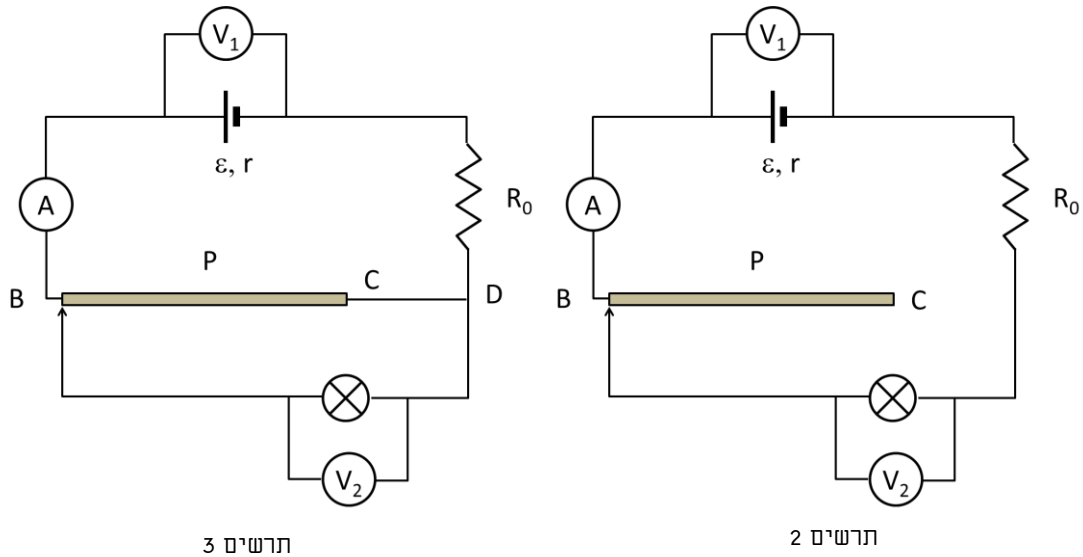
א. כאשר הגרר P מצויה בנקודה השמאלית ביותר של התיל B, מדידת האמפרמטר היא $0.3A$ ומדידת הוולטמטר – $V_1=2.4V$.

- 1) מה ערכם של ההתנגדות הפנימית של הסוללה ושל התנגדות הנורה? פרטו חישוביכם. (3 נק')
- 2) מה נצילות הסוללה η במצב הנתון? חשבו והסבירו. (3 נק')
- 3) משנים את מיקום הגרר P בצורה רציפה. כיצד ייראה הגרף $\eta(x)$? פרטו שיקוליכם. (5 נק')



שימו לב! המשך השאלה בעמוד הבא

בניסוי אחר, מחברים את הקצה C של המוט BC בחוט מוליך שהתנגדותו זניחה לנקודה D של המעגל החשמלי (ראו תרשים 3 משמאל). תרשים 2 מתיחס למצב מהעמוד הקודם, כשהגרר בנקודה B.



ב. כאשר בשני המעגלים (שבתרשימים 2 ו-3) הגרר בנקודה B:

1) באיזה משני המקרים ההספק הכולל שמספקת הסוללה גדול יותר? נמקו ללא חישוב. (5 נק')
 חישוב.

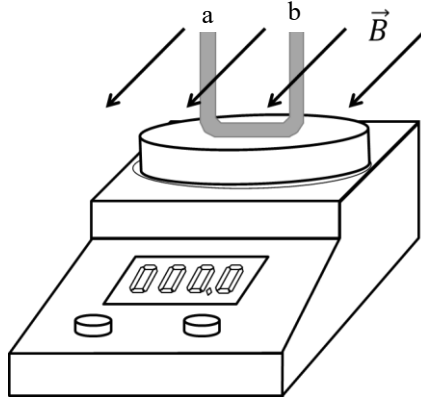
2) מסתבר שבמעגל שבתרשים 3, הנורה מאירה בעוצמה חלשה יותר. הסבירו מדוע, ללא חישוב. (4 נק')

ג. בשני המקרים מזיזים את הגרר לנקודה C. חשבו את הוריית V_2 , בכל אחד מ-2 המעגלים. פרטו חישוביכם. (9 נק')

ד. כעת מחליפים בין האמפרמטר לבין הוולטמטר V_1 , במעגל שבתרשים 3. מה תהיה הוריית שלושת מכשירי המדידה במעגל החדש? פרטו שיקוליכם. (4 1/3 נק')

שאלה מספר 4

תלמיד הניח תיל מוליך בצורת U שמסתו M ואורך כל צלע בו L על מאזניים בעלי משטח מבודד. התיל הונח בניצב למשטח המבודד של המאזניים כמתואר בשרטוט. באזור זה שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו $B=2T$ וכיוונו החוצה מהדף (ראו תרשים 1).



התלמיד רצה להעביר בתיל המכופף זרמים שונים, ולשם כך חיבר אותו למקור מתח דרך נגד משתנה.

התלמיד שם לב שכשהוא משנה את העוצמת הזרם העובר דרך התיל המכופף- משתנה הוריית המאזניים.

א. הסבירו מדוע משתנה הוריית המאזניים עם העברת זרמים שונים. לוו תשובתכם בשרטוט מתאים. (4 נק')
 ב. באיזה כיוון זורם הזרם דרך התיל המכופף - מ- a ל- b, או מ- b ל- a? נמקו תשובתכם. (5 נק')

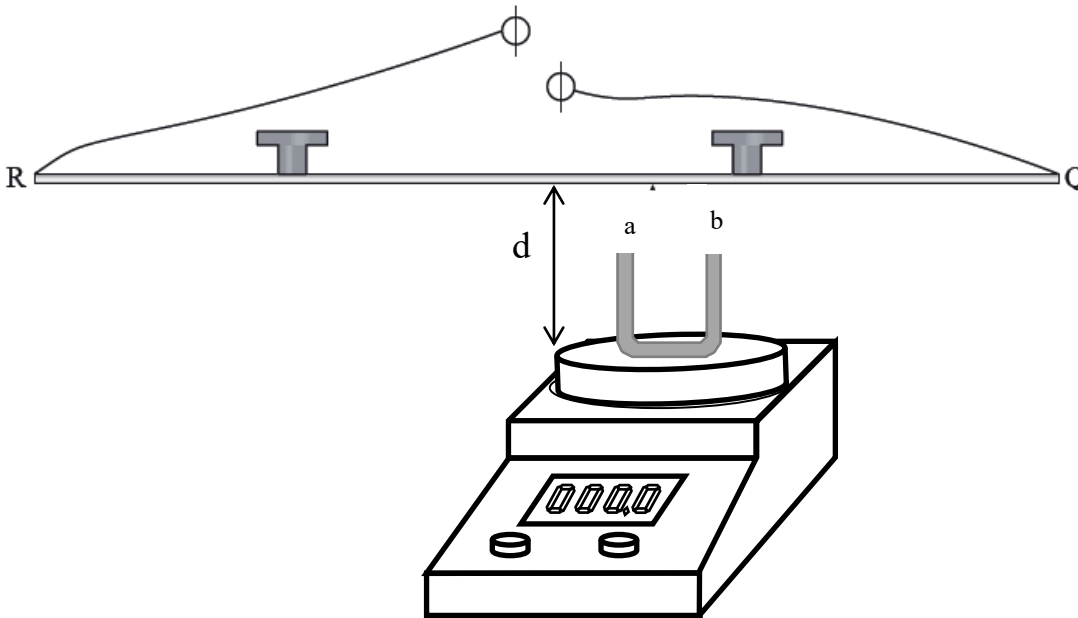
- תוצאות מדידות התלמידים מופיעות בטבלה לפניך:

0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	I (A)
0.003	0.004	0.005	0.0065	0.0075	0.009	הוריית המאזניים m (kg)

- ג. (1) פתחו ביטוי פרמטרי להוריית המאזניים m , כתלות בזרם I העובר בתיל. (4 נק')
- (2) שרטטו גרף המתאים למדידות הנ"ל, ובעזרתו מצאו את מסת התיל M ואת האורך L , של כל צלע. (8 נק')
- (3) הסבירו כיצד השתמש התלמיד במערכת הניסוי בכדי למדוד את הערכים המתאימים לנקודות החיתוך של הגרף עם הצירים. (4 נק')

שימו לב! המשך השאלה בעמוד הבא

במקרה אחר, הניח התלמיד תיל מכופף דומה על מאזניים באזור בו לא שורר שדה מגנטי חיצוני, ושוב העביר דרכו זרם, שגודלו I . מעליו, במרחק d מהצלע התחתונה שלו, תלה התלמיד מוט ארוך מאוד RQ והזרים בו זרם בגודל ובכיוון זהה לזה שבצלע תיל המכופף.



מסתבר שגם כעת, השתנתה קריאת המאזניים, ביחס למצב בו לא הוזרמו זרמים.

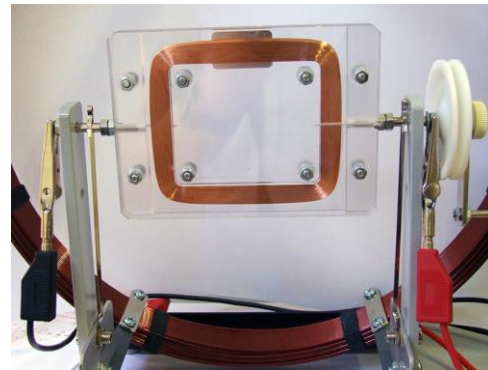
- ד. 1) פתחו ביטוי פרמטרי להוריית המאזניים כתלות בזרם I דרך שניהם, במסת התיל המכופף M , באורך הצלע L , ובמרחק d בין המוט והצלע התחתונה של התיל (וכמובן- קבועים פיזיקליים). (4 נק')
- 2) התלמיד החליט להפוך את קוטבי מקורות המתח שחוברו למוט ולתיל המכופף, כך שבשניהם הזרם יזרום בכיוון הפוך. הסבירו מה יקרה להוריית המאזניים. (4 1/3 נק')

שאלה מספר 5

במעבדה בפיזיקה חוקרים היווצרות של כא"מ מושרה בסליל דק מרובע המחובר לנגד חיצוני. נתון כי בסליל הדק 2400 ליפופים ושטח שלו $1.3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$. ראה איור 1.



איור 2 - מערכת הניסוי



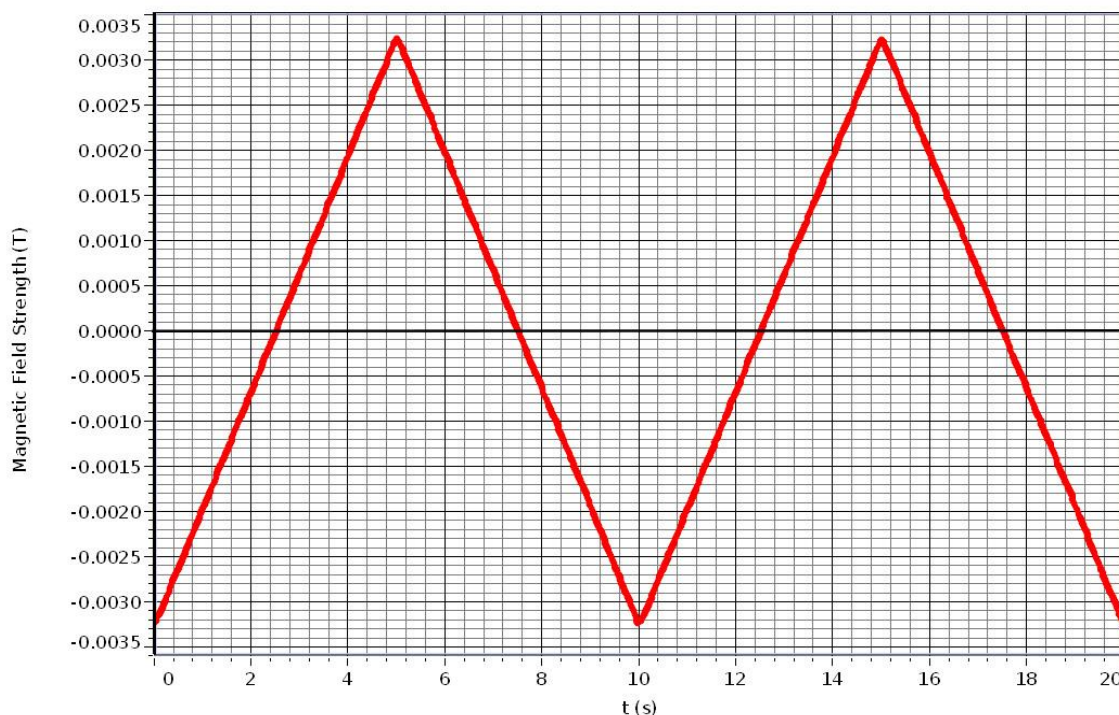
איור 1 - סליל דק מרובע

מציבים את הסליל הדק במרכז מערכת של סלילי הלמהולץ כך שמישורו מקביל למישור כל סליל. חיישן שדה מגנטי מודד את עוצמת השדה המגנטי הנוצר במרכז הסליל המרובע הדק. נתון כי בכל אזור הסליל המרובע הדק מתקבל שדה מגנטי אחיד (ראו איור 2). מערכת סלילי ההלמהולץ מחוברת לספק מתח המאפשר לשלוט בזרם שעובר בסלילים ולשנותו כתלות בזמן. עוד נתון כי קריאת חיישן השדה המגנטי חיובית כאשר וקטור השדה המגנטי פונה לתוך מישור הדף.

באחד הניסויים, כיוונו את ספק המתח המחובר לסלילי ההלמהולץ כך שהמתח משתנה

בפונקציה מחזורית בתדירות של 0.1 Hz .

הגרף שלפניך מתאר את השינוי בערך השדה המגנטי שנמדד בחיישן השדה המגנטי כפונקציה של הזמן בניסוי זה:



א. בסעיף זה התייחסו ל- 5 השניות הראשונות של המדידה :

1) תארו במילים את השינוי בשדה המגנטי (גודל וכיוון) שבו מונח הסליל הדק בפרק זמן זה. (4 נק')
זה.

2) בפרק זמן זה נוצר כא"מ מושרה בסליל הדק. הסבירו מדוע וציינו האם ערכו קבוע. (5 נק')

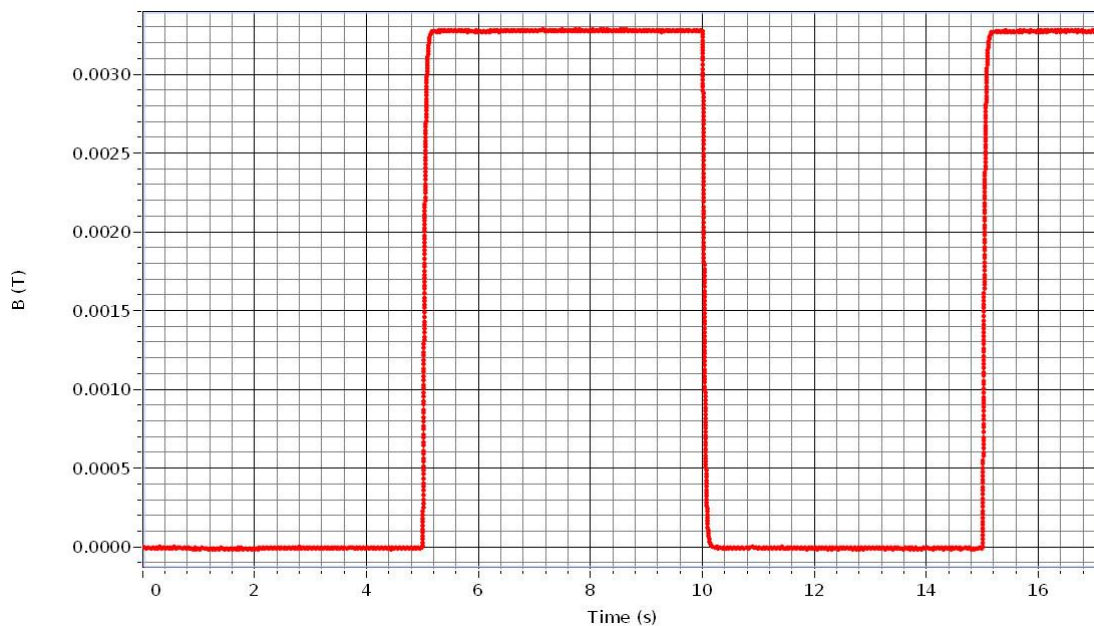
ב. נסחו את חוק לנץ, ובעזרתו קבעו את כיוון / כיווני הזרם בסליל הדק (עם או נגד כיוון השעון) במשך עשר השניות הראשונות של הניסוי. (6 נק')

ג. 1) חשבו את ערכו של הכא"מ המושרה בסליל הדק ברגע $t=4$ s בניסוי. (5 נק')

2) שרטטו גרף המתאר את הכא"מ המושרה בסליל הדק במשך עשרים השניות של הניסוי. (גודל חיובי לכא"מ מוגדר ככזה שיגרום לזרם עם כיוון השעון). הסבירו ופרטו שיקוליכם. (5 נק')

ד. הגדילו פי 2 את תדירות המתח בספק (כל שאר הפרמטרים נותרו ללא שינוי). בהשוואה למקרה הקודם, האם יהיה שינוי בכא"מ שיזרום בסליל הדק במשך 20 השניות של הניסוי? אם תשובתכם חיובית, ציינו מהו השינוי. נמקו. (5 נק')

בניסוי אחר, כיוונו את ספק המתח המחובר לסלילי ההלמהולץ כך שהמתח משתנה בפונקציה מחזורית המתוארת בגרף הבא :



ה. תארו כיצד ייראה גרף הכא"מ המושרה בסליל הדק כפונקציה של הזמן בניסוי זה. פרטו שיקוליכם. (גודל חיובי לכא"מ מוגדר ככזה שיגרום לזרם עם כיוון השעון). (4 1/3 נק')