

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 4
מספר השאלון: 036371
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

חשמל ומגנטיות - 5 יחידות לימוד

הוראות

- א. משך הבחינה: שעותיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה - $\frac{1}{3}33$ נקודות; $3 \times \frac{1}{3}33 = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות. (2) נוסחאות ונתונים בפיזיקה (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות: יש לענות על שלוש שאלות בלבד; אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברת, ויש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף. בשאלות חישוב יש להציג את הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות, פיתוח מתמטי, הצבת הנתונים, ותוצאה כשבר עשרוני עם מספר מתאים של ספרות משמעותיות ויחידות; את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g - תאוצת הנפילה החופשית.
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

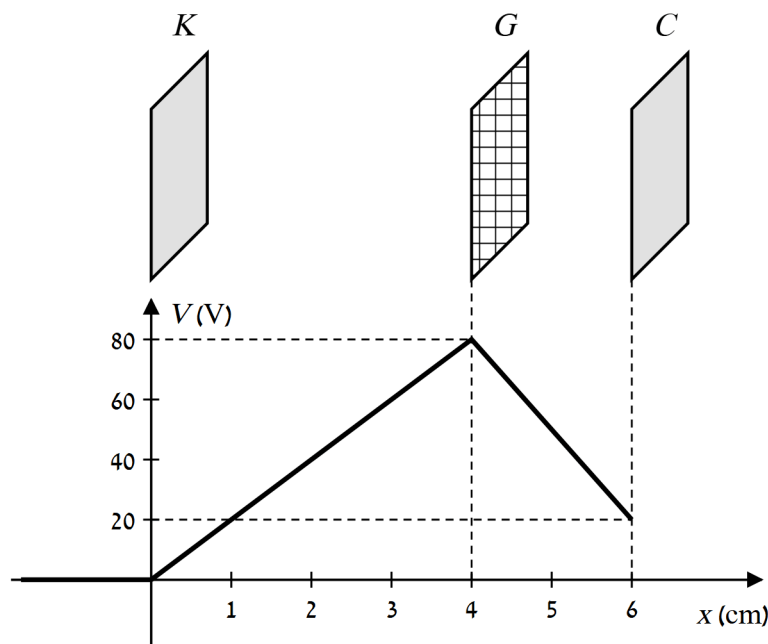
בהצלחה!

השאלות

1.

בשופרת ריק (ואקום) של מכשיר מדידה מוצבות שלוש אלקטרודות מישוריות גדולות מאוד, במקביל זו לזו: קתודה K , רשת מתכת דקה G (חלקיקים יכולים לעבור דרך החורים שבה) ולוח קולט C .

הגרף שלפניכם מתאר את הפוטנציאל החשמלי בשופרת כפונקצייה של המרחק x מן הקתודה. מיקומי האלקטרודות מסומנים מעל הגרף.



א. קבעו את כיוון השדה החשמלי בין הקתודה K לרשת G , ואת כיוון השדה החשמלי בין הרשת G ללוח C .
נמקו את קביעותיכם.
(6 נקודות)

ב. חשבו את עוצמת השדה החשמלי בין K ל- G (E_{KG}), ואת עוצמת השדה החשמלי בין G ל- C (E_{GC}).
(7 1/3 נקודות)

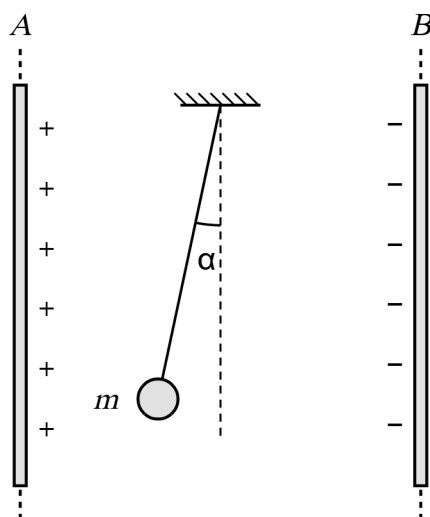
אלקטרון יוצא מן הקתודה K במהירות זניחה (הניחו שמהירותו ההתחלתית אפס).

ג. הסבירו מדוע תנועת האלקטרון בין הקתודה K לרשת G היא תנועה שוות תאוצה (הזניחו את כוח הכובד הפועל על האלקטרון).
(6 נקודות)

ד. חשבו את המהירות המרבית של האלקטרון בתנועתו בין הקתודה K לרשת G .
נתון: מסת האלקטרון $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, ומטענו $q = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
(8 נקודות)

- ה. האלקטרון עובר דרך הרשת G אל האזור שבין G ללוח C .
האם האלקטרון יגיע ללוח C ? נמקו.
(6 נקודות)

2. תלמידה ערכה שני ניסויים. במערכת הניסוי הראשון הוצבו זה מול זה שני לוחות מוליכים גדולים, אנכיים ומקבילים, A ו- B . הלוח A טעון במטען חיובי והלוח B טעון במטען שלילי; צפיפויות המטען השטחיות של שני הלוחות אחידות ושוות בגודלן, σ .
באמצע המרווח שבין הלוחות תלתה התלמידה, על חוט מבודד וקל, כדור קטן מוליך שמסתו $m = 2g$ והוא טעון במטען q_1 . הכדור סטה לעבר הלוח A , וכאשר הגיע למצב מנוחה נוצרה זווית α בין החוט ובין הכיוון האנכי (ראו תרשים).
יש להתייחס לכדור כאל גוף נקודתי. השפעת הכדור הטעון על צפיפות המטען בלוחות זניחה, והכדור אינו נוגע בלוחות.



- א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על הכדור התלוי. ליד כל כוח כתבו את שמו.
(4 נקודות)

במהלך הניסוי שינתה התלמידה כמה פעמים את צפיפות המטען σ של הלוחות (בכל פעם צפיפויות המטען של שני הלוחות נשארו שוות בגודלן ומנוגדות בסימן). בכל פעם מדדה את הזווית α וחישבה את $\tan(\alpha)$. התוצאות מוצגות בטבלה:

$\sigma \left[\frac{C}{m^2} 10^{-7} \right]$	1.20	2.00	3.00	3.80	5.00
$\alpha [^\circ]$	3	5	8	10	13
$\tan(\alpha)$	0.05	0.09	0.14	0.18	0.23

- ב. סרטטו גרף (דיאגרמת פיזור) של $\tan(\alpha)$ כפונקציה של צפיפות המטען σ , והוסיפו בו את קו המגמה.
(7 נקודות)

ג. חשבו את השיפוע של קו המגמה שסרטטתם.

(5 נקודות)

ד. פתחו ביטוי של $\tan(\alpha)$ כפונקציה של σ . השתמשו בקבועים: g , ε_0 , m ו- q_1 .

(6 נקודות)

ה. (1) קבעו את הסימן של המטען q_1 . נמקו את קביעתכם.

(2) חשבו, על פי הגרף שסרטטתם, את גודלו של המטען q_1 .

(6 נקודות)

בניסוי השני הוסיפה התלמידה כדור קטן מוליך הטעון במטען q_2 , ותלתה גם אותו על חוט מבודד וקל.

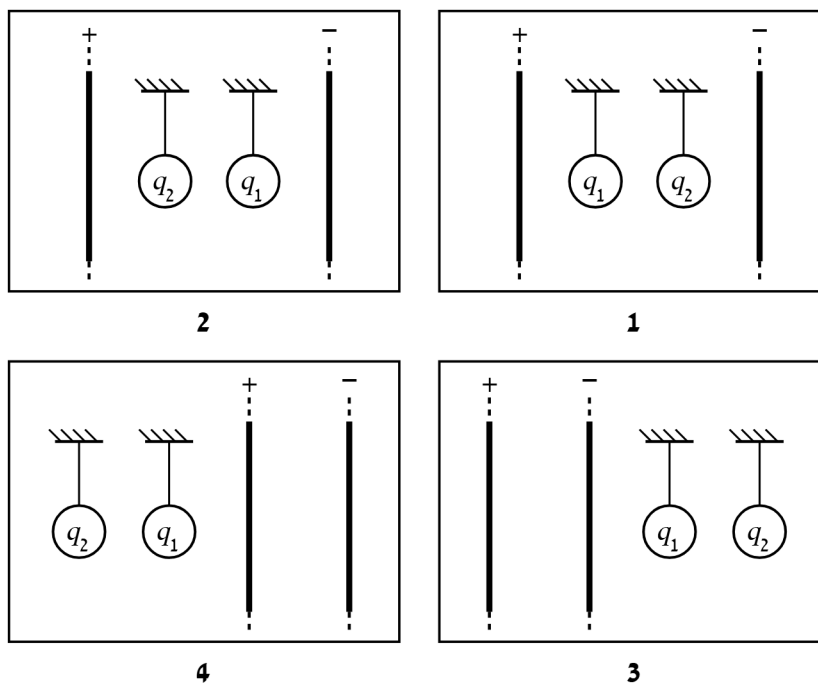
נתון כי גודל המטען של שני הכדורים שווה, אך סימני מטעניהם הפוכים.

בלי לשנות את צפיפות המטען σ של הלוחות, מיקמה התלמידה את שני הכדורים כך שכאשר

הגיעו למצב מנוחה שני החוטים היו אנכיים (בשני החוטים $\alpha = 0$).

ו. לפניכם ארבעה תרשימים, 1-4, המתארים את מיקום הכדורים והלוחות.

קבעו איזה מן התרשימים אפשרי. נמקו את קביעתכם.



(5 1/3 נקודות)

3. תלמידה בנתה נגד מחוט מתכת דק (חוט א) שלופף על גליל מבודד. כדי למדוד את ההתנגדות היא חיברה אותו לספק מתח משתנה, ומדדה את הזרם בחוט עבור מתחים שונים. התוצאות מוצגות בטבלה.

V (V)	I (A)
0	0
1.5	0.18
3.0	0.38
4.5	0.55
6.0	0.76
7.5	0.93

א. על פי הנתונים שבטבלה, סרטטו גרף של הזרם כפונקציה של המתח, וקבעו אם בתחום המדידות החוט מקיים את חוק אוהם. אם כן – חשבו את ההתנגדות החוט. אם לא – הסבירו מדוע.

(9 נקודות)

ב. אורך החוט 1.5 m , וחתכו עיגול שקוטרו 0.35 mm . חשבו את ההתנגדות הסגולית ρ של החומר שממנו עשוי החוט, ביחידות $\Omega \cdot \text{m}$.

(7 נקודות)

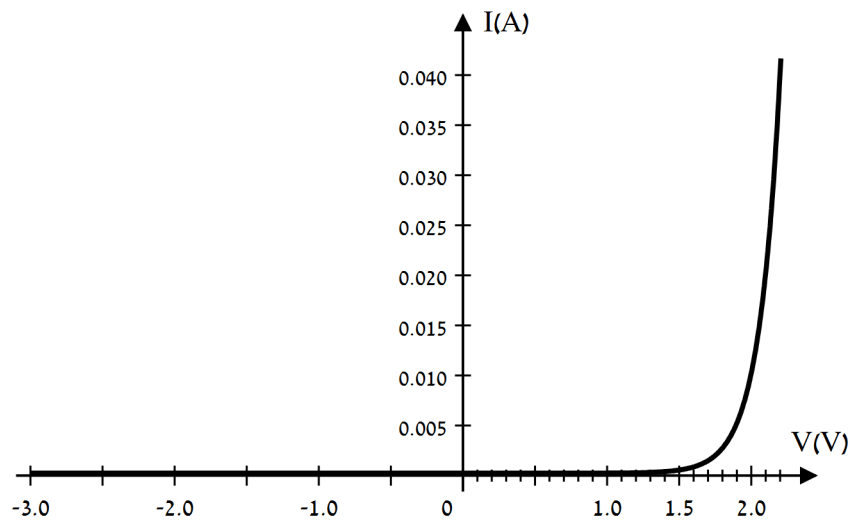
לתלמידה חוט נוסף (חוט ב), העשוי מאותו חומר ובעל אותו קוטר כמו חוט א, אבל ארוך ממנו. ג. (1) קבעו אם ההתנגדות של חוט ב קטנה מן ההתנגדות של חוט א, גדולה ממנה או שווה לה. הסבירו את תשובתכם.

(2) הוסיפו במערכת הצירים של הגרף שסרטטתם בסעיף א, גרף איכותי המתאים לחוט ב.

($9\frac{1}{3}$ נקודות)

ד. בתרשים שלפניכם מוצג גרף של הזרם כפונקציה של המתח (אופייני) של נורית פולטת אור (LED).

המתחים משתנים בתחום שבין -3 V ל- 2.2 V .



לפניכם שלושה היגדים 1 – 3. קבעו איזה היגד או אילו היגדים אינם מתאימים לגרף המתואר, ונמקו את קביעותיכם.

- (1) בתחום שבו עובר זרם בנורית, הזרם יחסי למתח בין הדקי הנורית.
 - (2) אם מחברים את הנורית לסוללה של 2 V , יעבור בה זרם בלי קשר לאופן החיבור של הדקי הנורית לסוללה.
 - (3) כאשר עובר זרם בנורית, ההתנגדות שלה במתח 2.1 V קטנה מההתנגדות שלה במתח 1.9 V .
- (8 נקודות)

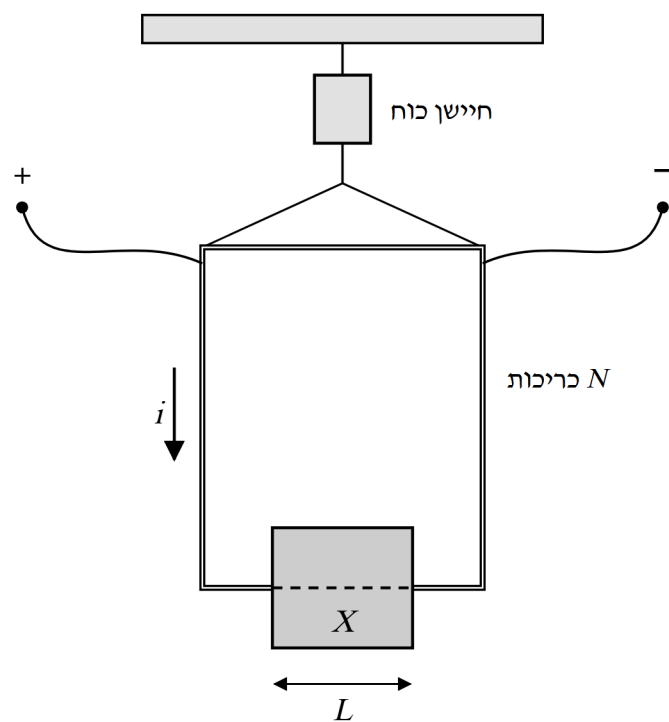
4. תלמידים בנו "מאזני זרם": מסגרת מלבנית מוליכה בת $N = 20$ כריכות תלויה מחיישן כוח, במישור אנכי (מישור הדף).

הצלע התחתונה של המסגרת אופקית, והיא עוברת בין שני הקטבים של מגנט פרסה: הקוטב X נמצא לפני הדף (בין המסגרת לבין המתבונן) והקוטב Y - מאחורי הדף. השדה המגנטי B בין הקטבים אחיד ומאונך לדף, ושאר חלקי המסגרת נמצאים מחוץ לשדה. אורך הקטע של הצלע התחתונה הנמצא בשדה הוא $L = 5.0 \text{ cm}$.

מסת המסגרת m . המסגרת מחוברת בתילים גמישים וקלים מאוד למקור זרם, וכך אפשר לשנות את עוצמת הזרם i בכריכות. כיוון הזרם בצלע השמאלית מסומן בתרשים 1.

חיישן הכוח מודד את גודל הכוח F שהמסגרת מפעילה עליו.

בשאלה כולה יש להזניח את השדה המגנטי של כדור הארץ ואת הכוחות שמפעילים תילי ההזנה.



תרשים 1

התלמידים שינו את עוצמת הזרם i כמה פעמים, ובכל פעם הם רשמו את הוריית חיישן הכוח F .

התוצאות מוצגות בטבלה שלפניכם.

$i \text{ (A)}$	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00
$F \text{ (N)}$	0.46	0.53	0.57	0.65	0.69

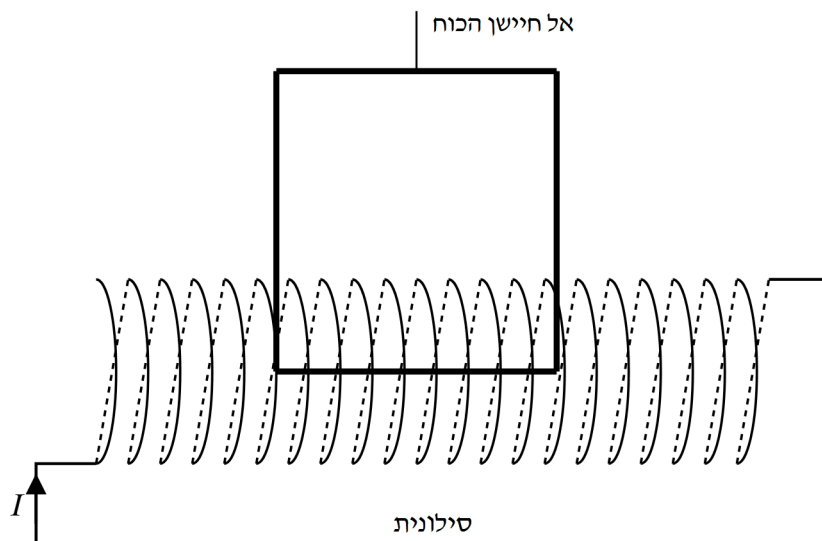
א. קבעו מהו הכיוון של השדה המגנטי בין קטבי המגנט (מ- X ל- Y או מ- Y ל- X).

הסתמכו בתשובתכם על תרשים 1 ועל תוצאות המדידות המוצגות בטבלה. נמקו את קביעתכם.

(6 נקודות)

- ב. פתחו ביטוי של הוריית החיישן F כפונקציה של עוצמת הזרם i . השתמשו בפרמטרים m , N , L , B , וקבועים פיזיקליים בהתאם לצורך.
(6 נקודות)
- ג. (1) סרטטו במחברתכם את דיאגרמת הפיזור (נקודות במערכת צירים) של הוריית החיישן כפונקציה של הזרם.
(2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו המגמה).
(8 נקודות)
- ד. חשבו את המסה m של המסגרת ואת עוצמת השדה המגנטי B של מגנט הפרסה. הסתמכו בחישוב על הביטוי שפיתחתם ועל הגרף שסרטטתם.
(8 נקודות)

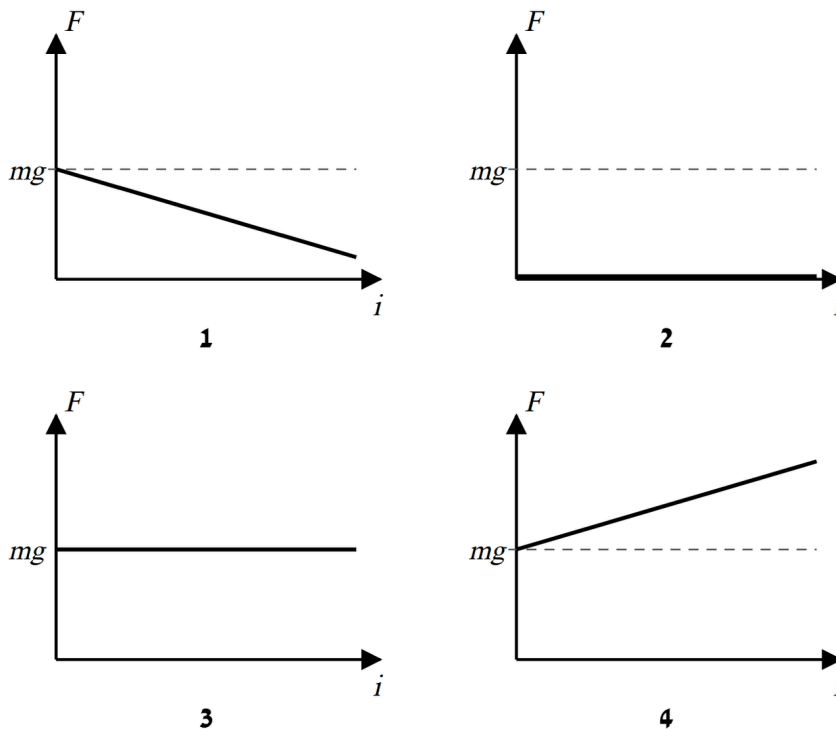
התלמידים הוציאו את מגנט הפרסה, ומיקמו סילונית ארוכה ואופקית כך שהצלע התחתונה של המסגרת מונחת לאורך הציר של הסילונית (הצלעות האנכיות עוברות בין הכריכות של הסילונית). בסילונית זורם זרם קבוע (תרשים 2).



תרשים 2

ה. בתרשים 3 מוצגים גרפים 1-4.

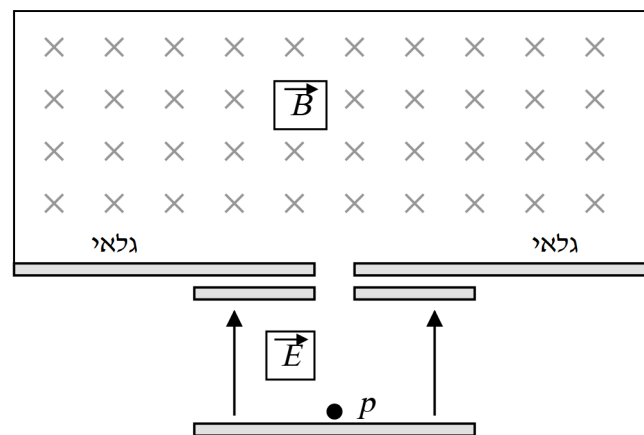
קבעו איזה גרף מתאר נכון את הוריית חישן הכוח כפונקצייה של עוצמת הזרם i העובר במסגרת. נמקו את קביעתכם.



תרשים 3

(5⅓ נקודות)

5. בתרשים 1 מתוארת מערכת לזיהוי חלקיקים טעונים. פרוטון יוצא ממנוחה (בקירוב) מנקודה הסמוכה ללוח התחתון, ומואץ בין שני לוחות מקבילים על ידי שדה חשמלי אחיד E שגודלו קבוע, המכוון כלפי מעלה. הפרוטון יוצא דרך סדק בלוח העליון ונכנס, במהירות המכוונת כלפי מעלה, לאזור שבו שורר שדה מגנטי אחיד B שגודלו קבוע. כיוון השדה המגנטי לתוך הדף, והוא ניצב למהירות הפרוטון. הפרוטון נע באזור השדה המגנטי עד שהוא פוגע בגלאי, המונח לאורך הגבול התחתון של אזור השדה המגנטי, משני צדי הסדק. כוח הכובד זניח בשאלה כולה.

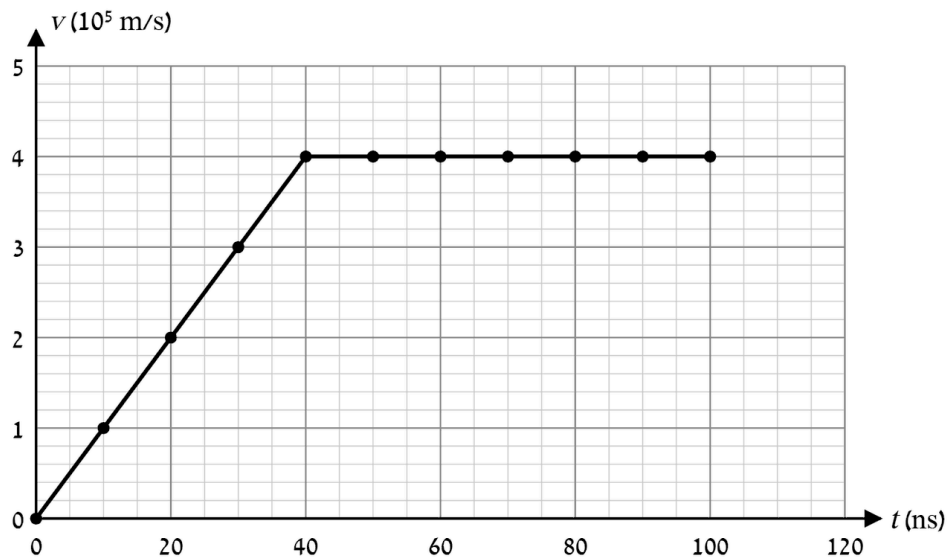


תרשים 1

- א. (1) הסבירו מדוע תנועת הפרוטון באזור השדה המגנטי היא תנועה מעגלית קצובה (בקירוב), ומדוע הרדיוס של המסלול גדול יותר כאשר השדה החשמלי בין הלוחות חזק יותר.
- (2) קבעו אם הפרוטון נע בשדה המגנטי בכיוון השעון או נגד כיוון השעון, וקבעו אם הוא פוגע בגלאי משמאל לסדק או מימינו.
- (8 נקודות)
- ב. הוכיחו כי זמן התנועה של הפרוטון באזור השדה המגנטי (מן הסדק ועד הגלאי) אינו תלוי בגודל השדה החשמלי שבין הלוחות.
- (6 נקודות)

באחד הניסויים מדדו חוקרים את מהירות הפרוטון כפונקצייה של הזמן, מרגע יציאתו ממנוחה ועד לפגיעתו בגלאי.

מנתוני המדידות סרטטו החוקרים גרף המתאר את גודל מהירות הפרוטון כפונקצייה של הזמן, כמתואר בתרשים 2 (שימו לב ליחידות המידה בשני הצירים).



תרשים 2

נתון: מסת פרוטון היא $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

ג. חשבו באמצעות הגרף את הגודל של השדה המגנטי B .
(6 נקודות)

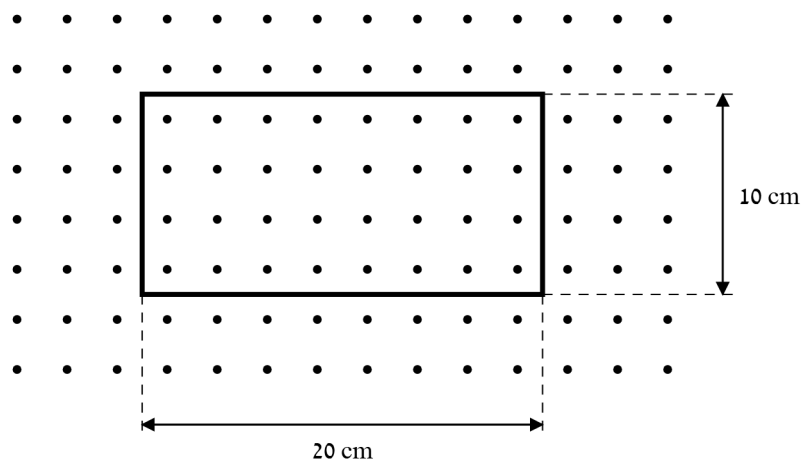
ד. חשבו באמצעות הגרף את הגודל של השדה החשמלי E .
(7 נקודות)

F_1 הוא גודל הכוח הרדיאלי שפעל על הפרוטון ברגע כניסתו לאזור השדה המגנטי. מחליפים את הפרוטון בדויטרון (גרעין של איזוטופ המימן), שמטענו שווה למטען הפרוטון ומסתו גדולה בקירוב פי 2 ממסת הפרוטון. הדויטרון יוצא ממנוחה מאותה נקודה, באותה מערכת ובאותם שדות.

F_2 הוא גודל הכוח הרדיאלי שפעל על הדויטרון ברגע כניסתו לאזור השדה המגנטי.

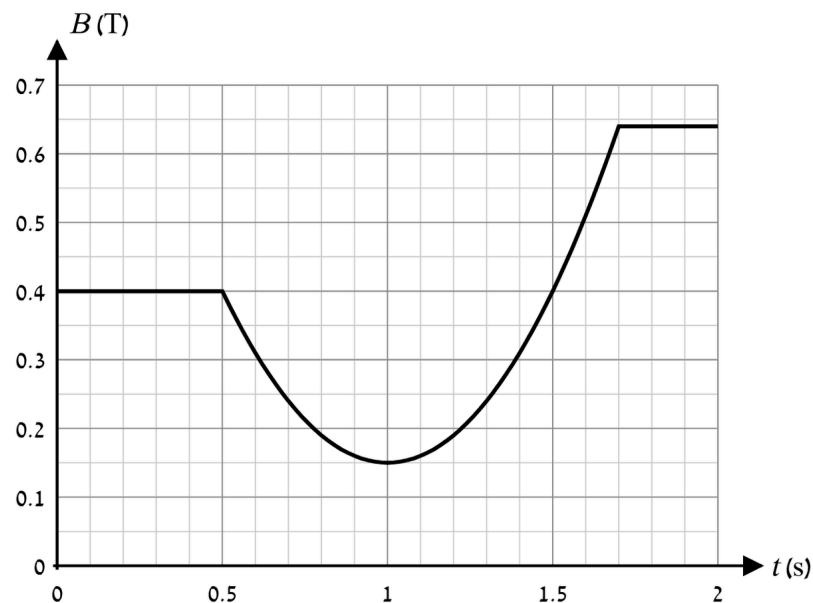
ה. קבעו אם F_1 גדול מ- F_2 , קטן ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם.
($6\frac{1}{3}$ נקודות)

6. על סליל מלבני שטוח ובו $N = 10$ כריכות מופעל שדה מגנטי אחיד B שכיוונו החוצה מן הדף ובניצב למישור הסליל (ראו תרשים 1).
נתון: מידות הסליל $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$, וההתנגדות הכוללת של הסליל היא $R = 2 \Omega$.



עוצמת השדה B נתונה בשלושת פרקי הזמן I-III בטבלה שלפניכם, ומתוארת בתרשים 2.

	פרק הזמן	$B \text{ (T)}$
I	$0 \leq t < 0.5 \text{ s}$	0.40
II	$0.5 \text{ s} \leq t < 1.7 \text{ s}$	$t^2 - 2t + 1.15$
III	$1.7 \text{ s} \leq t < 2.0 \text{ s}$	0.64



- א. עבור כל אחד משלושת פרקי הזמן I-III, בטאו כפונקציה של t או חשבו את הגדלים האלה:
- (1) השטף המגנטי ϕ_B דרך כריכה אחת של הסליל.
 - (2) הכא"מ $\mathcal{E}$ בסליל.
 - (3) עוצמת הזרם I הזורם בסליל.
- (12 נקודות)
- ב. קבעו אם כיוון הזרם הזורם בסליל ברגע $t = 1.3 \text{ s}$ הוא עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון.
- (4 נקודות)
- ג. סרטטו גרף של עוצמת הזרם I כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ ועד לרגע $t = 2.0 \text{ s}$. קבעו בגרף את הערך החיובי של הזרם כאשר הזרם בסליל זורם נגד כיוון השעון.
- (7 נקודות)
- ד. (1) חשבו את כמות המטען החשמלי שעבר בתיל הסליל בפרק הזמן מן הרגע $t = 0$ ועד הרגע $t = 1 \text{ s}$.
- (2) קבעו אם כמות המטען שעברה בתיל מן הרגע $t = 1 \text{ s}$ ועד הרגע $t = 2.0 \text{ s}$ גדולה מן הכמות שחישבתם בתת-סעיף ד(1), קטנה ממנה או שווה לה. נמקו את קביעתכם.
- (6 נקודות)
- הסליל עשוי להתכווץ או להתרחב מעט מאוד בגלל הכוחות המגנטיים שמפעיל השדה B על הזרם המושרה.
- ה. קבעו באיזה מפרקי הזמן 1-4 שלפניכם פעלו הכוחות לכיווץ הסליל. נמקו את קביעתכם.
1. $0.1 \text{ s} < t < 0.4 \text{ s}$
 2. $0.6 \text{ s} < t < 0.9 \text{ s}$
 3. $1.2 \text{ s} < t < 1.5 \text{ s}$
 4. $1.8 \text{ s} < t < 2.0 \text{ s}$
- (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

כל הבגריות בפיזיקה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/physics