

פיזיקה חשמל הוראות

א. משך הבחינה: שעתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש בלבד.

לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $100 = 33\frac{1}{3} \times 3$ נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

ד. הוראות מיוחדות:

- (1) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברת. יש לציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרתם.
- (2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, יש להציג את השלבים האלה:
רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו מספר מתאים של ספרות משמעותיות וכן יחידות המדידה.
- (3) את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. יש להשתמש בסרגל לסרטוט קווים ישרים.
- (4) כאשר נדרשים להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצת הנפילה החופשית g .
- (5) בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g – תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
- (6) יש לכתוב את התשובות בעט. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.
- (7) במקרה של טעות, אפשר להסתפק בהעברת קו חוצה כפול על המילים או המשפטים השגויים.

יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

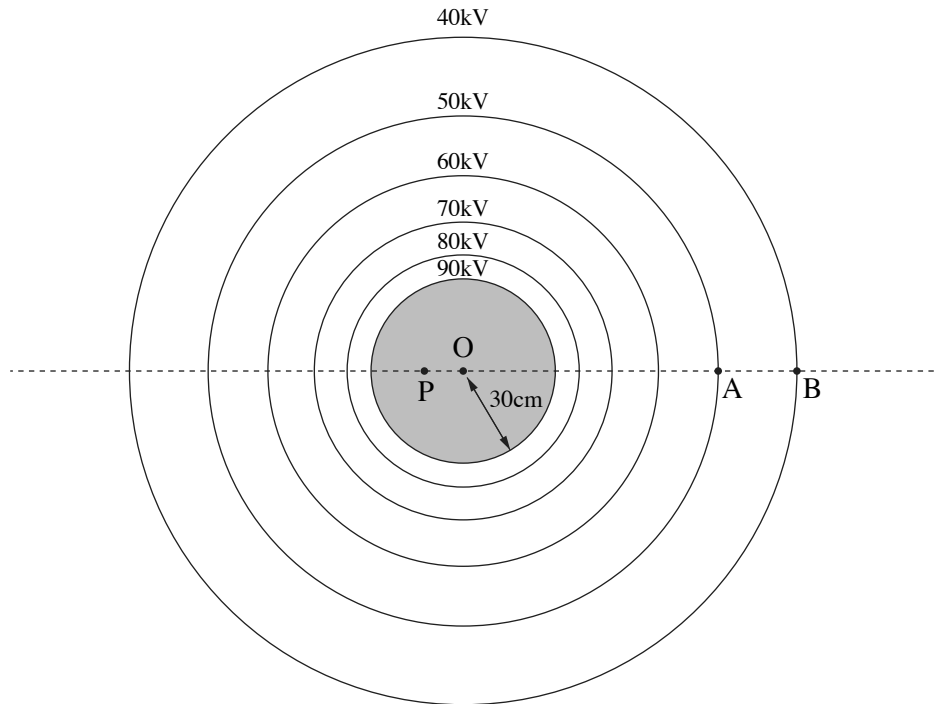
השאלות

ענו על שלוש מן השאלות 1-6.

(לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. בתרשים שלפניכם מוצג כדור מוליך ("קליפה כדורית") הטעון במטען חיובי Q , וכמה קווים שווי פוטנציאל שעל כל אחד מהם רשום ערך הפוטנציאל המתאים לו.

נתון: רדיוס הכדור הוא $R = 30\text{cm}$, והפוטנציאל על פניו הוא $90,000\text{V}$. הפוטנציאל באינרסוף נבחר להיות אפס. בשאלה כולה יש להניח כי השפעת כוח הכבידה זניחה וכי התפלגות המטען על פני הכדור נשארת אחידה.



הנקודה O היא מרכז הכדור, הנקודה P נמצאת במרחק 12cm משמאל למרכז הכדור, הנקודה A נמצאת על הקו שערכו $50,000\text{V}$, והנקודה B נמצאת על הקו שערכו $40,000\text{V}$ (ראו תרשים).

א. חשבו את המרחק AO. (9 נקודות)

ב. חשבו את השדה החשמלי בנקודה A (גודל וכיוון). (7 נקודות)

ג. (1) מהו גודל השדה החשמלי בנקודה P?

(2) מהו הפוטנציאל בנקודה P?

(5 נקודות)

גוף קטן 1 שמסתו m_1 ומטענו q_1 מוחזק במנוחה בנקודה A. מעניקים לגוף מהירות שגודלה $v = 1.5\frac{\text{m}}{\text{s}}$ וכיוונה ימינה.

במהלך התנועה של גוף 1 ימינה הוא חולף בנקודה B.

נתון: $m_1 = 4 \cdot 10^{-4}\text{kg}$, $q_1 = -1.2 \cdot 10^{-8}\text{C}$.

ד. חשבו את גודל המהירות של גוף 1 בנקודה B. (8 נקודות)

גוף קטן 2 שמסתו m_2 ומטענו q_2 מוחזק במנוחה בנקודה A. מעניקים גם לגוף 2 מהירות שגודלה $v = 1.5\frac{\text{m}}{\text{s}}$ אך הפעם

כיוונה שמאלה. במהלך התנועה של גוף 2 שמאלה הוא חולף בנקודה C (שאינה מסומנת בתרשים) במהירות שגודלה שווה

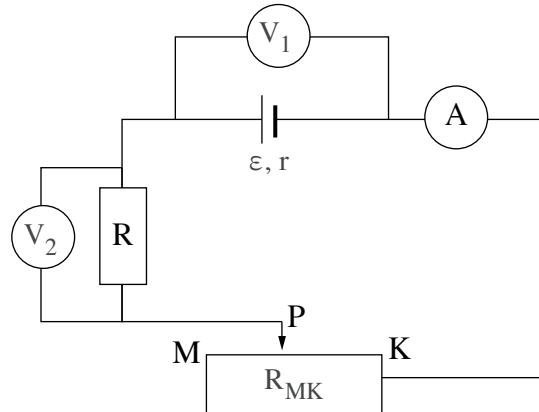
לגודל המהירות שחישבתם בסעיף ד.

נתון: $m_2 = m_1$, $q_2 = -q_1$.

ה. קבעו אם המרחק AC שווה למרחק AB, קטן ממנו או גדול ממנו. נמקו את קביעתכם. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

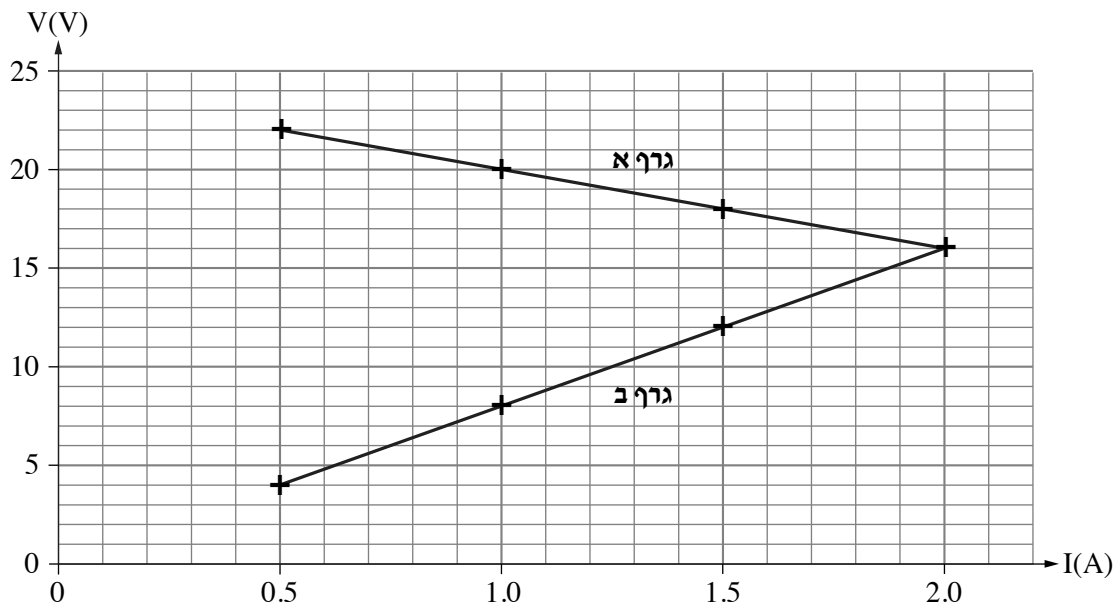
/המשך בעמוד 3/

2. תלמידים הרכיבו מעגל חשמלי מן הרכיבים האלה: מקור מתח לא אידיאלי שהכא"מ שלו ε והתנגדותו הפנימית r , נגד R שהתנגדותו קבועה, נגד R_{MK} שהתנגדותו משתנה ונקודת המגע הנייד שלו היא P , מכשירי מדידה אידיאליים – מדמתח V_1 ומדזרם A , ותילים אידיאליים (ראו תרשים 1).



תרשים 1

במהלך ניסוי שינו התלמידים את המיקום של המגע הנייד P ורשמו בכל פעם את הוריית הזרם במדזרם ואת הוריית המתח של כל מדמתח. על פי התוצאות הם סרטטו את גרף א וגרף ב באותה מערכת צירים, כמתואר בתרשים 2 שלפניכם.



תרשים 2

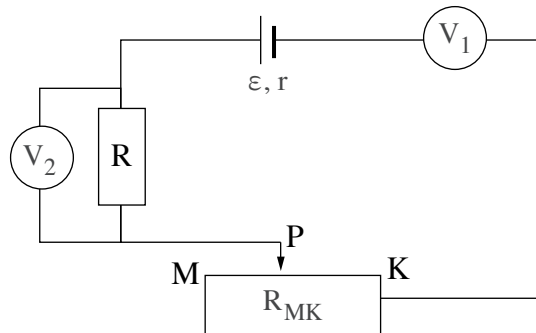
- א. קבעו איזה מן הגרפים א-ב התקבל על פי התוצאות שנמדדו במדמתח V_1 , ואיזה – במדמתח V_2 . נמקו את קביעותיכם. (6 נקודות)
- ב. קבעו אן חשבו את הכא"מ ε ואת ההתנגדות הפנימית r של מקור המתח. (7 נקודות)
- ג. חשבו את ההתנגדות של הנגד R . (5 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

אחד מערכי הזרם שבהם נמדדו המתחים המוצגים בתרשים 2 נמדד במצב שבו ההתנגדות של הנגד המשתנה הייתה מקסימלית.
 ד. חשבו את ההתנגדות של הנגד המשתנה במצב זה. (6 נקודות)

תלמיד הזיז את המגע הנייד של הנגד המשתנה לכיוון הנקודה M.
 ה. קבעו אם במהלך הזזת המגע הנייד לכיוון הנקודה M המתח על הנגד המשתנה גדל, קטן או לא השתנה.
 נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

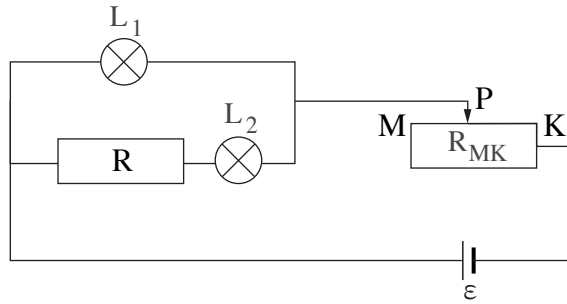
תלמידה חיברה את המדמתח V_1 במקום המדזרם A, כמתואר בתרשים 3 שלפניכם.



תרשים 3

ו. במקרה זה, מה תהיה הוריית V_1 ומה תהיה הוריית V_2 ? נמקו את תשובותיכם. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

3. בתרשים שלפניכם מתואר מעגל חשמלי. רכיבי המעגל הם: מקור מתח אידיאלי שהכא"מ שלו $\varepsilon = 24V$, נגד R שהתנגדותו קבועה, נגד R_{MK} שהתנגדותו משתנה, נורה L_1 שרשום עליה $24V$ ו- $20W$, נורה L_2 שרשום עליה $12V$ וערך ההספק נמוך, ותילים אידיאליים.

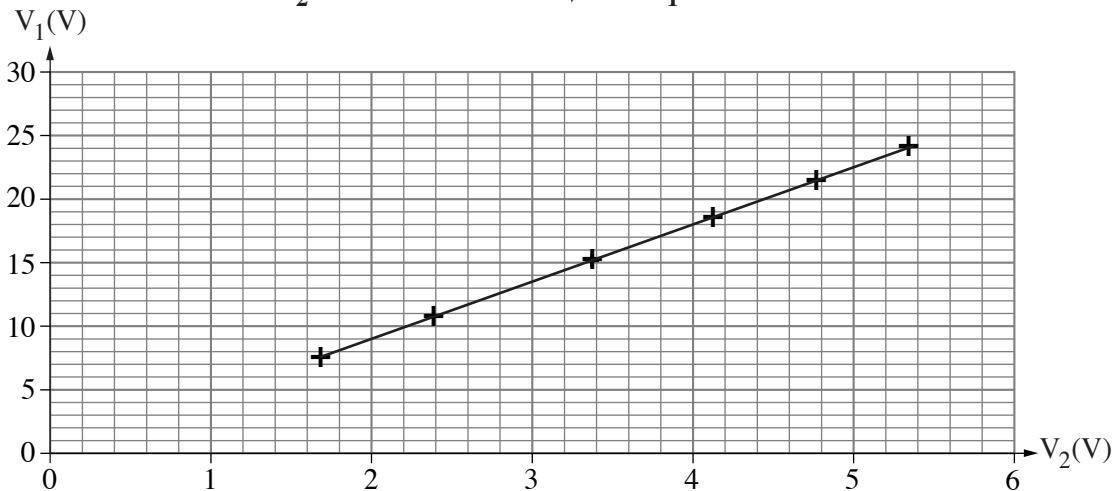


נתון כי בשאלה כולה הזרם הזורם דרך שתי הנורות שווה בגודלו. ההתנגדויות של הנורות L_1 ו- L_2 הן R_{L1} ו- R_{L2} , בהתאמה.

- א. חשבו את R_{L1} . (5 נקודות)
- ב. חשבו את עוצמת הזרם שזורם דרך הנגד הקבוע R כאשר נורה L_1 מאירה באורה המלא. (6 נקודות)
- ג. כאשר נורה L_1 מאירה באורה המלא, קבעו אם המגע הנייד של הנגד המשתנה ממוקם בנקודה M , בנקודה K או בנקודה כלשהי ביניהן. נמקו את קביעתכם. (4 נקודות)
- ד. בטאו את V_1 (המתח על נורה L_1) כפונקצייה של V_2 (המתח על נורה L_2) והפרמטרים R_{L1} , R_{L2} . (7 נקודות)

תלמידי מגמת פיזיקה בבית ספר תיכון הרכיבו את המעגל החשמלי המתואר. הם שינו כמה פעמים את מיקום המגע הנייד של הנגד המשתנה ומדדו בכל פעם את המתח על כל אחת מן הנורות באמצעות מד-מתח. על פי תוצאות המדידות הם סרטטו גרף כמתואר לפניכם.

המתח על נורה L_1 כפונקצייה של המתח על נורה L_2

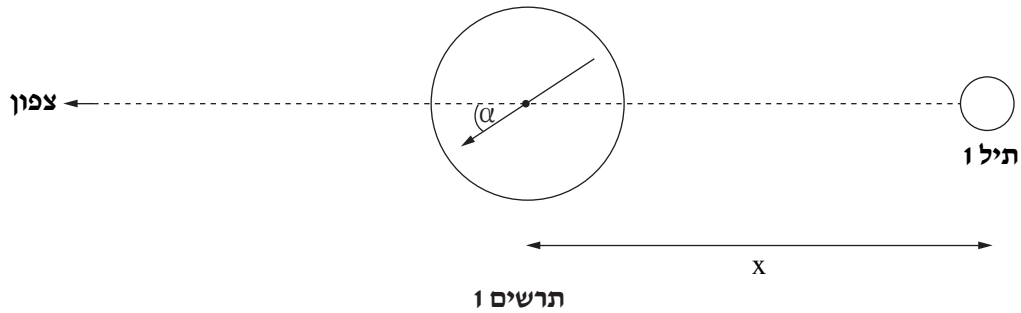


- ה. היעזרו בשיפוע הגרף וחשבו את ערך ההספק של נורה L_2 (שרישומו נמוך מן הנורה). (7 נקודות)

התלמידים קבעו את מיקום המגע הנייד של הנגד המשתנה בנקודה K , והחליפו את מקור המתח במקור מתח לא אידיאלי שהכא"מ שלו ε_1 והתנגדותו הפנימית r . במקרה זה הנורה L_1 מאירה באור מלא ונצילות המעגל היא 80%. במעגל זה נצילות המעגל מוגדרת כך: היחס בין ההספק המנוצל על ידי רכיבי המעגל (הנורות והנגד R) לבין ההספק המושקע על ידי מקור המתח.

- ו. חשבו את הכא"מ של מקור המתח, ε_1 . (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

4. קבוצת תלמידים ערכה מדידות למציאת הרכיב האופקי $B_{E\parallel}$ של השדה המגנטי הארצי באזור מגוריהם. הם הניחו מצפן קטן על שולחן ומתחו תיל מוליך ישר וארוך, תיל 1, בניצב למישור השולחן. המרחק בין המצפן לתיל מסומן ב- x . התלמידים הזיזו את המצפן לאורך קו שכיוונו צפונה ממיקום התיל. תרשים 1 מתאר במבט מלמעלה את התיל הניצב לשולחן ואת סטיית מצפן I_1 כלשהו זורם בתיל.



- במהלך הניסוי סתתה מחט המצפן בזווית α נגד כיוון השעון, כמתואר בתרשים 1.
- א. קבעו אם כיוון הזרם, I_1 , הזורם בתיל 1, הוא לתוך הדף או החוצה מן הדף. נמקו את קביעתכם. (4 נקודות)
- ב. פתחו ביטוי של $\tan \alpha$ כפונקצייה של המרחק x ושל הפרמטרים μ_0 , I_1 , $B_{E\parallel}$. (6 נקודות)

התלמידים העבירו בתיל זרם שעוצמתו $I_1 = 8A$ ושינו את המרחק x בין המצפן לבין התיל כמה פעמים. בכל פעם הם מדדו את זווית הסטייה α וחישבו את $\tan \alpha$. תוצאות המדידות והחישובים מוצגות בטבלה שלפניכם.

$x(m)$	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
α°	29	20	16	13	9
$\tan \alpha$	0.55	0.36	0.29	0.23	0.16

- כדי לחשב את $B_{E\parallel}$ סרטטו התלמידים גרף של $\tan \alpha$ כפונקצייה של משתנה חדש כך שהתקבל גרף ליניארי.
- ג. קבעו מהו המשתנה החדש, ומה הן היחידות שלו. העתיקו מן הטבלה למחברתכם את השורה של $\tan \alpha$, הוסיפו מתחתיה שורה ורשמו בה את הערכים והיחידות של המשתנה החדש. (4 נקודות)
- ד. (1) סרטטו במחברתכם דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של $\tan \alpha$, כפונקצייה של המשתנה החדש. (2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה). (8 נקודות)
- ה. חשבו את $B_{E\parallel}$. (7 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

התלמידים מתחו עוד תיל מוליך ישר וארוך בניצב למישור השולחן, תיל 2. הם הציבו את המצפן על הקו הישר המחבר בין שני התילים, במרחק שווה משני התילים.

התלמידים העבירו בתיל 1 זרם שעוצמתו $I_1 = 5A$.

כאשר בתיל 2 לא עבר זרם, סטתה מחט המצפן מן הציר דרום-צפון בזווית α נגד כיוון השעון (ראו תרשים א2, במבט מלמעלה).

כאשר בתיל 2 עבר זרם שעוצמתו I_2 , סטתה מחט המצפן באותה זווית α עם כיוון השעון (ראו תרשים ב2, במבט מלמעלה).



ו. קבעו מהו כיוון הזרם בתיל 2, ומהי עוצמתו, I_2 . נמקו את תשובותיכם. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

.5

בתרשים שלפניכם מתואר מסלול תנועה של אלומת פרוטונים עד לפגיעתה במסך פלואורסצנטי, שבו נוצרת נקודת אור.

בדרכה אל המסך האלומה עוברת דרך שני אזורים שבהם שוררים שדות שונים.

בתחילת המסלול האלומה נכנסת במהירות שגודלה $v = 10^6 \frac{m}{s}$ לאזור שבו שורר שדה מגנטי אחיד \vec{B}_1 שעוצמתו $0.12T$

וכיוונו ניצב למישור הדרך. כיוון המהירות מאונך לכיוון השדה המגנטי. אלומת הפרוטונים יוצאת מן האזור שבו שורר השדה

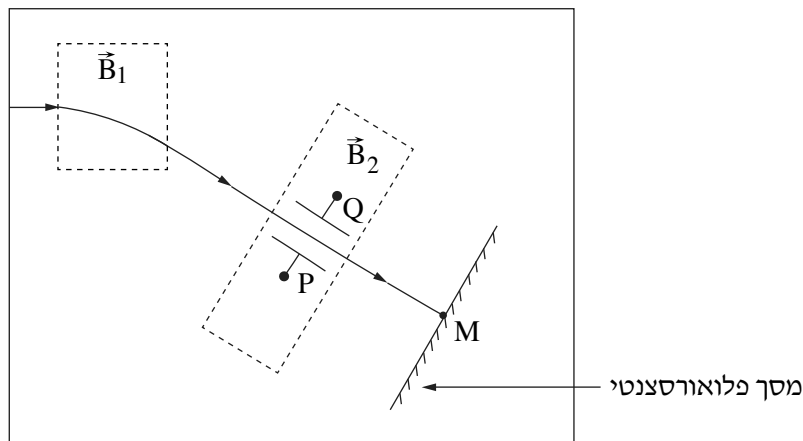
המגנטי בזווית כלשהי ביחס לכיוון כניסתה (ראו תרשים).

בדרכה אל המסך, האלומה עוברת בין שני לוחות מתכת מקבילים P ו- Q המחוברים לספק מתח. בין שני הלוחות שוררים שדה

חשמלי אחיד \vec{E} ושדה מגנטי אחיד \vec{B}_2 . האלומה עוברת בין שני הלוחות בלי לשנות את כיוונה, והיא ממשיכה לנוע בקו ישר

עד שהיא פוגעת במסך בנקודה M . המסך ניצב לכיוון מסלול התנועה של אלומת הפרוטונים ביציאתה מן השדה המגנטי \vec{B}_1 .

המערכת כולה נמצאת בתא מרוקן מאוויר. בשאלה כולה יש להזניח את כוח הכבידה.



א. (1) קבעו מהו הכיוון של השדה המגנטי \vec{B}_1 – לתוך הדרך או החוצה מן הדרך.

(2) חשבו את רדיוס מסלול התנועה של הפרוטונים באזור שבו שורר השדה \vec{B}_1 .
(8 נקודות)

נתון: הפרש הפוטנציאלים בין הלוחות המקבילים P ו- Q הוא $\Delta V = 800V$, והמרחק בין הלוחות הוא $\Delta x = 5cm$.

כיוון השדה המגנטי \vec{B}_2 זהה לכיוון השדה המגנטי \vec{B}_1 .

ב. חשבו את הגודל של השדה החשמלי \vec{E} בין שני הלוחות, וציינו מהו כיוונו – מן הלוח P ללוח Q או להפך. (8 נקודות)

ג. חשבו את הגודל של השדה המגנטי \vec{B}_2 . (8 נקודות)

מפסיקים את פעולת השדה המגנטי \vec{B}_2 ובעקבות זאת אלומת הפרוטונים משנה את כיוון מסלולה. היא יוצאת מבין הלוחות

בלי לפגוע בהם, ופוגעת במסך בנקודה אחרת ולא בנקודה M .

ד. קבעו אם כעת גודל המהירות של הפרוטונים ברגע פגיעתם במסך קטן מגודל המהירות של הפרוטונים ברגע פגיעתם

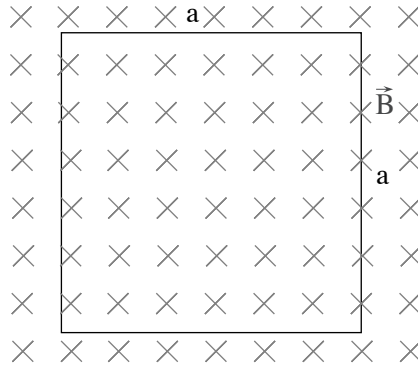
במסך בנקודה M , גדול ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

ה. קבעו אם לאחר הפסקת הפעולה של השדה המגנטי \vec{B}_2 , זמן התנועה של הפרוטונים קטן מזמן התנועה של הפרוטונים

כאשר השדה פעל, גדול ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

השראה

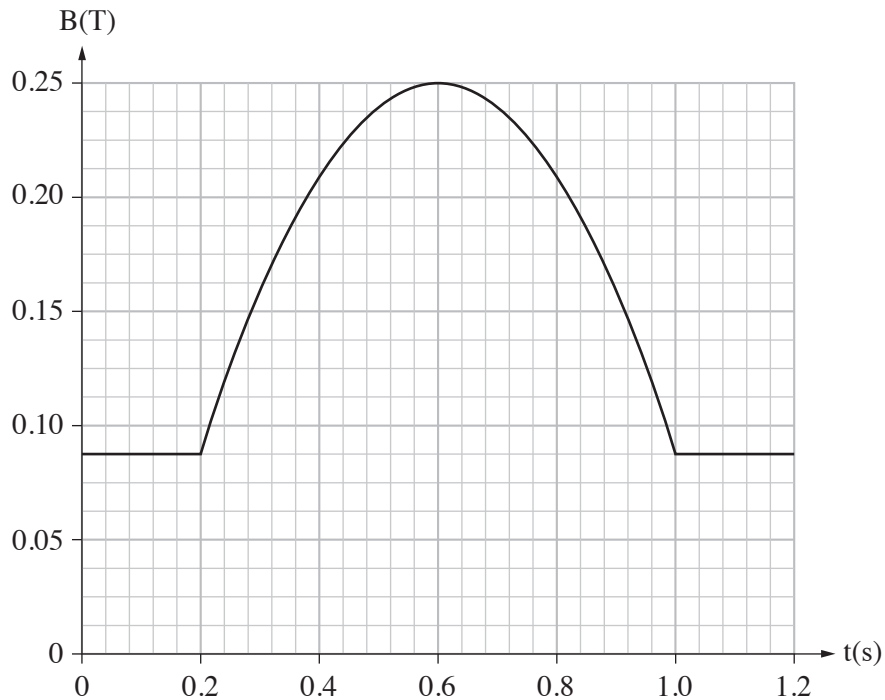
6. על מסגרת תיל ריבועית מופעל שדה מגנטי אחיד \vec{B} שכיוונו לתוך הדף ובניצב למישור המסגרת (ראו תרשים 1). נתון: אורך הצלע של המסגרת הוא $a = 50\text{cm}$. ההתנגדות של מסגרת התיל הריבועית היא $R = 2\Omega$.



תרשים 1

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

B(T)	פרק הזמן	
0.09	$0 \leq t < 0.2\text{s}$	I
$-t^2 + 1.2t - 0.11$	$0.2\text{s} \leq t < 1.0\text{s}$	II
0.09	$1.0\text{s} \leq t < 1.2\text{s}$	III



תרשים 2

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

א. עבור כל אחד משלושת פרקי הזמן III-I, בטאו כפונקצייה של t אן חשבו את הגדלים האלה:

(1) השטף המגנטי ϕ_B דרך המסגרת.

(2) הכא"מ ε במסגרת.

(3) עוצמת הזרם I הזורם במסגרת.

(12 נקודות)

ב. קבעו אם כיוון הזרם הזורם במסגרת ברגע $t = 0.3s$, הוא עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון. (4 נקודות)

ג. סרטטו גרף של עוצמת הזרם I כפונקצייה של הזמן מרגע $t = 0$ ועד לרגע $t = 1.2s$. קבעו בגרף את הערך החיובי של הזרם כאשר הזרם במסגרת זורם עם כיוון השעון. (7 נקודות)

ד. (1) חשבו את כמות המטען החשמלי שעבר בתיל בפרק הזמן מן הרגע $t = 0$ ועד הרגע $t = 0.6s$.

(2) קבעו אם כמות המטען שעברה בתיל מן הרגע $t = 0.6s$ ועד הרגע $t = 1.2s$ גדולה מן הכמות

שחישבתם בתת-סעיף ד(1), קטנה ממנה או שווה לה. נמקו את קביעתכם.

(6 נקודות)

מסגרת התיל עשויה להתכווץ או להתרחב מעט מאוד בגלל הכוחות המגנטיים שמפעיל השדה \vec{B} על הזרם המושרה.

ה. קבעו באיזה מפרקי הזמן 1-4 שלפניכם פעלו הכוחות להרחבת המסגרת. נמקו את קביעתכם. ($\frac{1}{3}$ נקודות)

1. $0 < t < 0.2s$

2. $0.2s < t < 0.4s$

3. $0.8s < t < 1.0s$

4. $1.0s < t < 1.2s$

בהצלחה!

פיזיקה חשמל הוראות

א. משך הבחינה: שעתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש בלבד.

לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

ד. הוראות מיוחדות:

(1) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברת.

יש לציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרתם.

(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, יש להציג את השלבים האלה:

רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה

בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו

מספר סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.

(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, יש לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלתם.

(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.

(5) כאשר אתם נדרשים להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את

חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל

תאוצת הנפילה החופשית g.

(6) בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).

(7) יש לכתוב את התשובות בעט. אם תכתבו בעיפרון או תמחקו בטיפקס לא תוכלו לערער.

מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.

יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.

כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

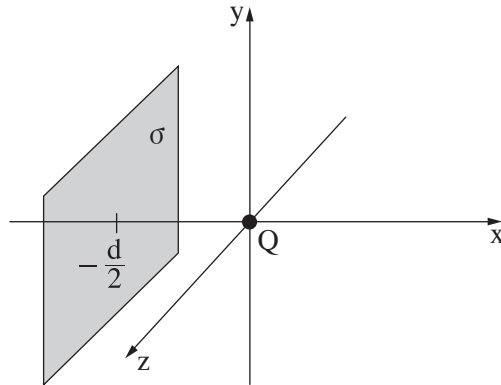
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענו על שלוש מן השאלות 1-6.

(לכל שאלה – $3\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. נתונה מערכת המורכבת ממטען נקודתי חיובי שמטענו Q , ומלוח מישורי גדול מאוד ("לוח אין-סופי") הטעון בצפיפות משטחית חיובית אחידה σ . המטען הנקודתי מוחזק במנוחה בראשית הצירים, והלוח ממוקם בנקודה $x = -\frac{d}{2}$ בניצב לציר ה- x (הלוח מקביל למישור yz). המערכת מתוארת בתרשים שלפניכם.



המערכת נמצאת בתנאי ריק. ההשפעה של המטען הנקודתי על צפיפות המטען המשטחית σ ניתנת להזנחה בשאלה כולה.

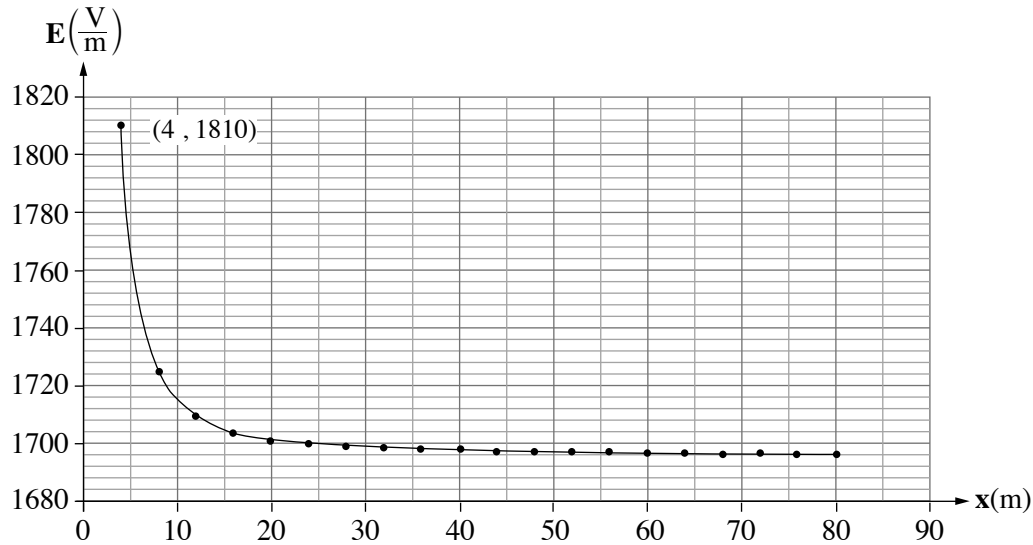
- א. בטאו את עוצמת השדה החשמלי, $E(x)$, לאורך ציר ה- x , עבור $x > 0$. השתמשו בפרמטרים Q , σ , ובקבועים בסיסיים. (6 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 3/

לפניכם גרף המתאר את עוצמת השדה החשמלי, E , בכמה נקודות לאורך ציר ה- x , החל בנקודה $x = d$. נתון: $E(4) = 1810 \frac{V}{m}$, $d = 4m$.

עוצמת השדה החשמלי לאורך ציר ה- x



ב. (1) חשבו באמצעות הגרף את צפיפות המטען המשטחית, σ .

(2) חשבו את גודל המטען הנקודתי Q .

(9 נקודות)

משחררים ממנוחה חלקיק שטעון חיובי מנקודה הנמצאת על החלק החיובי של ציר ה- x . החלקיק נע לאורך ציר ה- x בכיוון החיובי.

ג. קבעו איזה מן ההיגדים 1-4 שלפניכם נכון, ונמקו את קביעתכם. (6 נקודות)

1. כשהחלקיק נמצא במרחק גדול מאוד מן המערכת – תנועתו היא שווה תאוצה בקירוב.

2. כשהחלקיק נמצא במרחק גדול מאוד מן המערכת – תנועתו היא שווה מהירות בקירוב.

3. כשהחלקיק נמצא במרחק גדול מאוד מן המערכת – מהירותו מתאפסת.

4. אי אפשר לדעת מהו סוג התנועה בלי לדעת מהי מסת החלקיק.

ד. חשבו את $V_d, 2d$, הפרש הפוטנציאלים בין הנקודה $x = d$ לנקודה $x = 2d$ (שתי הנקודות נמצאות על ציר ה- x). (7 נקודות)

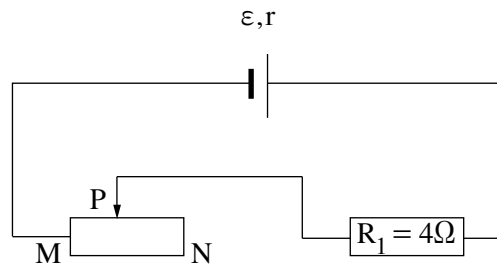
ה. אילו הלוח הטעון היה ממוקם בנקודה $x = \frac{d}{2}$, האם הפרש הפוטנציאלים בין הנקודה $x = d$ לנקודה $x = 2d$ היה גדל, קטן או לא משתנה? נמקו את קביעתכם. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. בתרשים 1 מתואר מעגל חשמלי המורכב מסוללה שהכא"מ שלה ε והתנגדות הפנימית r , נגד שהתנגדותו קבועה

$R_1 = 4\Omega$, נגד משתנה MN שנקודת המגע הנייד (הגררה) שלו היא P ותילים אידיאליים.

נתון כי ההתנגדות של הנגד המשתנה ליחידת אורך היא $\lambda = 0.8 \frac{\Omega}{\text{cm}}$ ואורכו הכולל $\ell = 30 \text{ cm}$.



תרשים 1

א. לפניכם חמישה היגדים 1-5. העתיקו למחברת הבחינה בק את ההיגדים הנכונים. (6 נקודות)

1. הערך של מתח ההדקים תלוי בהתנגדות הפנימית של הסוללה.
2. הערך של מתח ההדקים קטן כאשר ההתנגדות החיצונית של המעגל גדלה.
3. ככל שעוצמת הזרם במעגל גדלה – מתח ההדקים גדל.
4. ערך הכא"מ אינו תלוי בזרם.
5. $\frac{J}{C}$ היא יחידה המבטאת כא"מ.

נתון:

כאשר עוצמת הזרם במעגל היא $I = 1.5 \text{ A}$, מתח ההדקים הוא $V = 18 \text{ V}$.

כאשר עוצמת הזרם במעגל היא $I = 2.5 \text{ A}$, מתח ההדקים הוא $V = 16 \text{ V}$.

ב. חשבו את כא"מ הסוללה, ε , ואת התנגדות הפנימית, r . (8 נקודות)

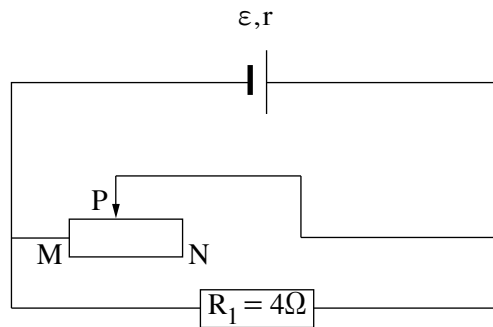
ג. חשבו את המרחק של המגע הנייד P מן הקצה N של הנגד המשתנה, כאשר הזרם במעגל הוא $I = 1.5 \text{ A}$.

(7 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

פירקו את המעגל המתואר בתרשים 1 והרכיבו מאותם הרכיבים מעגל אחר, המתואר בתרשים 2. המגע הנייד P נמצא במיקום שחישבתם בסעיף ג.



תרשים 2

ענו על סעיפים ד-ה בנוגע למעגל המתואר בתרשים 2.

ד. האם מתח ההדקים שווה ל-18V, גדול ממנו או קטן ממנו? נמקו את קביעתכם. (7 נקודות)

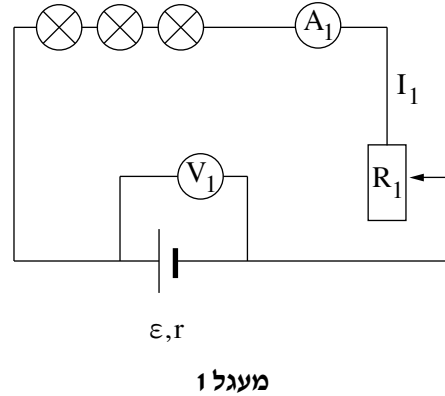
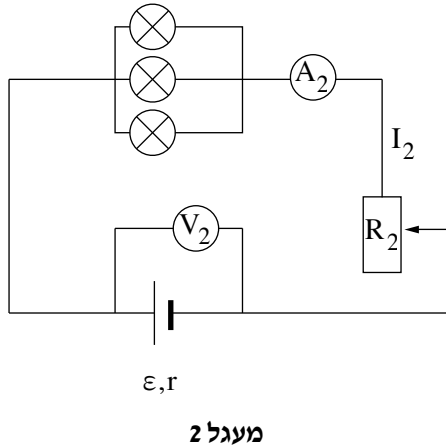
ה. (1) האם אפשר למדוד במעגל זה מתח הדקים שערכו $V = \varepsilon$? אם כן – הסבירו כיצד, אם לא – נמקו את קביעתכם.

(2) האם אפשר למדוד במעגל זה מתח הדקים שערכו $V = 0$? אם כן – הסבירו כיצד, אם לא – נמקו את קביעתכם.

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

3. בתרשימים שלפניכם מתוארים שני מעגלים חשמליים שונים, מעגל 1 ומעגל 2, המורכבים מרכיבים זהים: מקור מתח שהכא"מ שלו ϵ והתנגדותו הפנימית r , שלוש נורות שעל כל אחת מהן רשום $3V$ ו- $2W$, נגד משתנה, תילים ומכשירי מדידה אידיאליים.



בכל אחד משני המעגלים מזיזים את הגרר של הנגד המשתנה עד שכל הנורות מאירות באורן המלא, בהתאם לרשום עליהן. מצב זה אינו משתנה בכל סעיפי השאלה.

א. חשבו את I_1 , הוריית המד-זרם במעגל 1, ואת I_2 , הוריית המד-זרם במעגל 2. (7 נקודות)

נתון: הוריית המד-מתח במעגל 1 היא $V_1 = 9\frac{1}{3}V$, והוריית המד-מתח במעגל 2 היא $V_2 = 4V$.

ב. חשבו את R_1 , ההתנגדות של הנגד המשתנה במעגל 1, ואת R_2 , ההתנגדות של הנגד המשתנה במעגל 2. (7 נקודות)

ג. קבעו באיזה משני המעגלים, מעגל 1 או מעגל 2, ההספק המושקע על ידי מקור המתח גדול יותר, וחשבו פי כמה ההספק המושקע גדול יותר. (6 נקודות)

ד. קבעו באיזה משני המעגלים, מעגל 1 או מעגל 2, ההספק המבוזבז בתוך מקור המתח גדול יותר, וחשבו פי כמה ההספק המבוזבז גדול יותר. (5 נקודות)

נצילות המעגל מוגדרת כך: היחס בין ההספק המנוצל על ידי המעגל כולו (נורות ונגד משתנה) לבין ההספק המושקע על ידי מקור המתח.

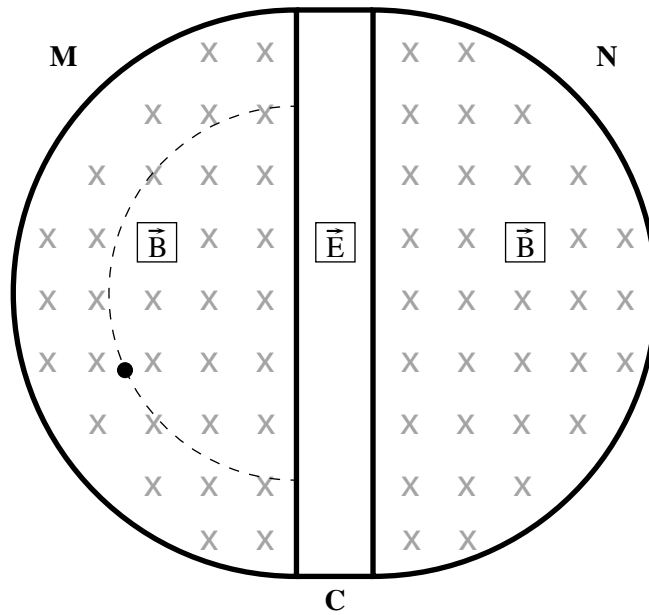
תלמיד טוען שההספק הכולל של הנורות במעגל 1 שווה להספק הכולל של הנורות במעגל 2, ולכן המעגל שבו ההספק של הנגד המשתנה גדול יותר, הוא המעגל שנצילותו גדולה יותר.

ה. קבעו אם הטענה נכונה או שגויה. נמקו את קביעתכם. (4 נקודות)

ו. קבעו באיזה משני המעגלים, מעגל 1 או מעגל 2, הנצילות גדולה יותר. נמקו את קביעתכם. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 7/

4. בתרשים 1 מתוארת מערכת להאצת חלקיקים טעונים המכונה ציקלוטרון. המערכת מורכבת משני חצאי עיגול, M ו- N , המופרדים זה מזה באזור מלבני C . בכל אחד מחצאי העיגול החלקיקים נעים בהשפעת שדה מגנטי \vec{B} שגודלו קבוע. כיוון השדה המגנטי לתוך הדף, והוא ניצב למסלול תנועת החלקיקים. באזור המלבני C אין שדה מגנטי, אך קיים בו שדה חשמלי \vec{E} שגודלו קבוע. כיוון השדה החשמלי מקביל לכיוון תנועת החלקיקים בתוך האזור המלבני C , והופך את כיוונו בכל פעם שהחלקיקים משלימים חצי הקפה. כך השדה החשמלי מאיץ את החלקיקים בכל מעבר שלהם בין שני חצאי העיגול M ו- N . בתרשים מתואר חלקיק וקטע ממסלול תנועתו.



תרשים 1

א. (1) הסבירו מדוע תנועת החלקיקים בשני חצאי העיגול היא מעגלית (בקירוב), ומדוע רדיוס הסיבוב שלה הולך וגדל.

(2) קבעו אם פרוטון הנע בשדה המגנטי המתואר, נע בכיוון השעון או נגד כיוון השעון. (8 נקודות)

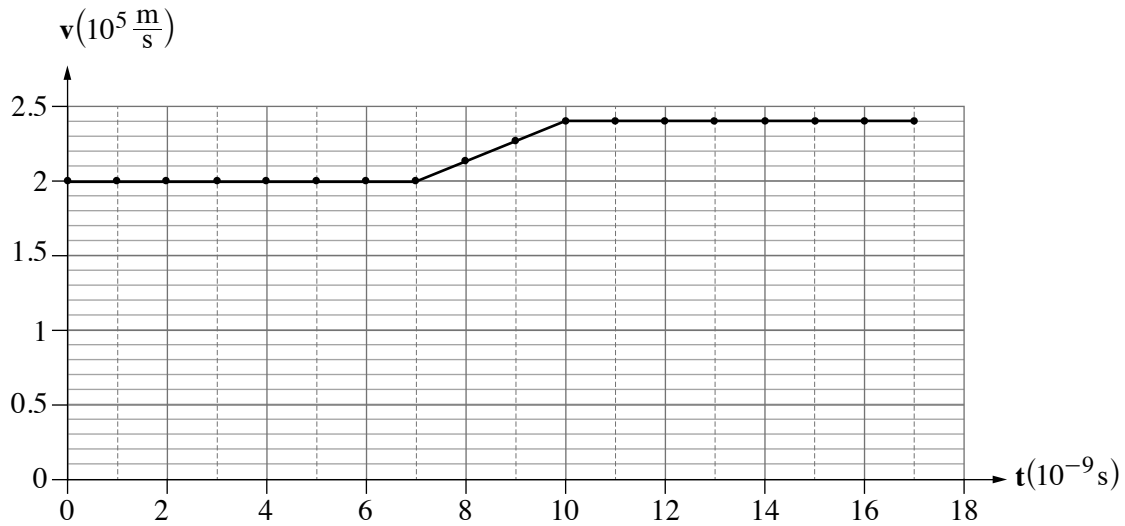
ב. הוכיחו כי זמן התנועה של פרוטון בחצי העיגול M שווה לזמן התנועה שלו בחצי העיגול N . (6 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 8/

באחד הניסויים במערכת להאצת החלקיקים המתוארת, מדדו חוקרים את מהירותו של פרוטון כפונקציה של הזמן, מרגע כניסתו לחצי העיגול M , דרך תנועתו באזור השדה החשמלי C ועד ליציאתו מחצי העיגול N . מנתוני המדידות סרטטו החוקרים גרף המתאר את גודל מהירות הפרוטון כפונקצייה של הזמן, כמתואר בתרשים 2 (שימו לב ליחידות המידה בשני הצירים).

גודל מהירות הפרוטון כפונקציה של הזמן



תרשים 2

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

ג. חשבו באמצעות הגרף את הגודל של השדה המגנטי \vec{B} . (6 נקודות)

ד. חשבו באמצעות הגרף את הגודל של השדה החשמלי \vec{E} . (7 נקודות)

ה. F_1 הוא גודל הכוח הרדיאלי שפעל על הפרוטון ברגע כניסתו לחצי העיגול M .

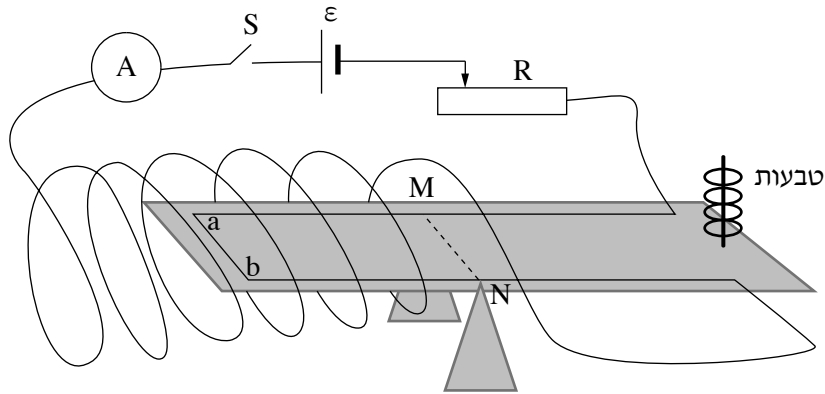
F_2 הוא גודל הכוח הרדיאלי שפעל על הפרוטון ברגע כניסתו לחצי העיגול M בפעם הבאה.

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

/המשך בעמוד 9/

5.

נתונה מערכת למדידת המסה של גופים קטנים (מאזני זרם). המערכת מורכבת מסילונית שהאורך שלה הוא L ומספר הכריכות שלה הוא N , לוחית מבודדת מלבנית שלאורך שלוש מצלעותיה צמוד תיל מוליך, מקור מתח אידיאלי ε , נגד משתנה R , מפסק S , מד-זרם אידיאלי, תילים מוליכים אידיאליים וכמה טבעות זהות עשויות חומר מבודד. באמצעות המערכת מבקשים למדוד את המסה של טבעת, m_0 . מכניסים לתוך הסילונית חלק מן הלוחית שלאורך צלעותיה צמוד התיל, במצב שבו היא מאוזנת אופקית. את קצות התיל שצמוד ללוחית מחברים בטור לסילונית. הלוחית חופשית לנוע סביב הציר MN שעובר במרכזה, כמתואר בתרשים.



במצב ההתחלתי המפסק S פתוח, לא זורם זרם במערכת, והלוחית מאוזנת אופקית. סוגרים את המפסק, ועל קטע התיל המוליך המונח לרוחב הלוחית, שאורכו ℓ_{ab} (ראו תרשים), פועל כוח F_B שגורם ללוחית לצאת ממצבה המאוזן אופקית. מניחים טבעת אחת על קצה הלוחית שנמצא מחוץ לסילונית, ובאמצעות הנגד המשתנה משנים את עוצמת הזרם במעגל עד שהכוח המגנטי מאזן את הכוח שהטבעת מפעילה על הלוחית, והלוחית חוזרת למצב מאוזן אופקית.

א. קבעו מהו הכיוון של השדה המגנטי שנוצר בסילונית לאחר סגירת המפסק – משמאל לימין או מימין לשמאל. (4 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 10/

חוזרים על המדידות כמה פעמים ובכל פעם מניחים על הלוחית טבעת נוספת, משנים את עוצמת הזרם עד לחזרת הלוחית למצב אופקי, ורושמים את עוצמת הזרם ואת ריבוע עוצמת הזרם. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלהלן.

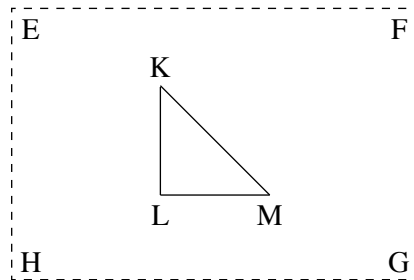
מספר הטבעות K	I(A)	I ² (A ²)
1	4.0	16.0
2	5.0	25.0
3	6.5	42.3
4	7.5	56.3
5	8.5	72.3

- ב. בטאו את הגודל של הכוח המגנטי F_B הפועל על קטע התיל ab , כפונקצייה של עוצמת הזרם I (השתמשו בפרמטרים $(I, N, L, \ell_{ab}, \mu_0)$. (6 נקודות)
- ג. בטאו את ריבוע עוצמת הזרם (I^2) כפונקצייה של מספר הטבעות (K) שהונחו על הלוחית. (6 נקודות)
- ד. על פי התוצאות המוצגות בטבלה:
- (1) סרטטו דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של ריבוע עוצמת הזרם (I^2) כפונקצייה של מספר הטבעות (K).
- (2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה). (7 נקודות)
- נתון: $N = 2500$, $L = 25 \text{ cm}$, $\ell_{ab} = 2.8 \text{ cm}$.
- ה. על פי הערך של שיפוע הגרף, חשבו את המסה של טבעת, m_0 . (5 נקודות)
- הופכים את הקוטביות של מקור המתח.
- ו. האם במצב זה אפשר להשתמש במערכת כדי למדוד מסה של גופים קטנים? נמקו את קביעתכם. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 11/

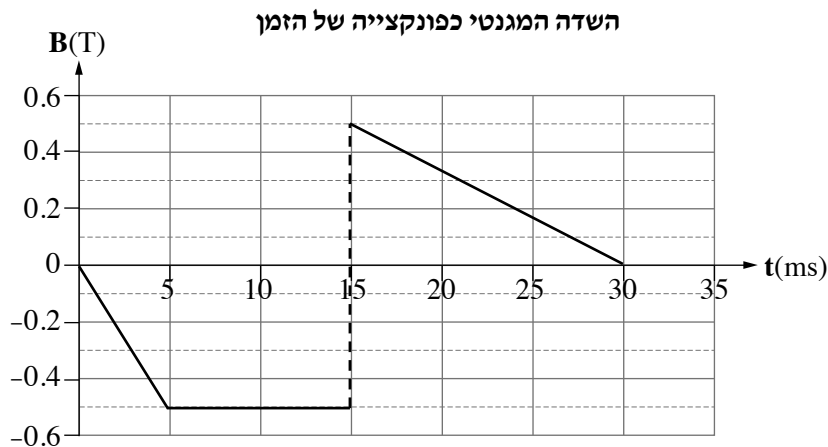
השראה

6. נתון תיל מוליך KLM שצורתו משולש ישר זווית ושווה שוקיים, כמתואר בתרשים 1. התיל נמצא בתוך שדה מגנטי אחיד השורר באזור מלבני EFGH. עוצמתו של השדה המגנטי משתנה עם הזמן, וכיוונו מאונך למישור המשולש KLM. נתון: התנגדות התיל היא $R = 1.2\Omega$. שטח המשולש שנוצר על ידי התיל הוא $S_{KLM} = 100\text{cm}^2$.



תרשים 1

הגרף שבתרשים 2 מתאר את השדה המגנטי כפונקצייה של הזמן (שימו לב ליחידות המידה).



תרשים 2

- נתון כי בפרק הזמן $0 < t < 5\text{ms}$, זורם בתיל זרם חשמלי מושרה שכיוונו מ- L ל- M.
- א. מהו הכיוון של השדה המגנטי המושרה בתוך המשולש בפרק זמן זה – לתוך מישור הדף או החוצה ממנו? (4 נקודות)
- ב. מהו הכיוון של השדה המגנטי האחיד בפרק זמן זה? נמקו את קביעתכם. (6 נקודות)
- ג. חשבו את הזרם המושרה בתיל, בכל אחד משלושת פרקי הזמן המוגדרים בתת-סעיפים (1)–(3) שלפניכם. הכיוון החיובי של הזרם מוגדר מ- L ל- M. (8 נקודות)
- (1) פרק הזמן $0 < t < 5\text{ms}$
- (2) פרק הזמן $5\text{ms} < t < 15\text{ms}$
- (3) פרק הזמן $15\text{ms} < t < 30\text{ms}$
- ד. חשבו את ההספק החשמלי בתיל ברגע $t = 20\text{ms}$. (6 נקודות)

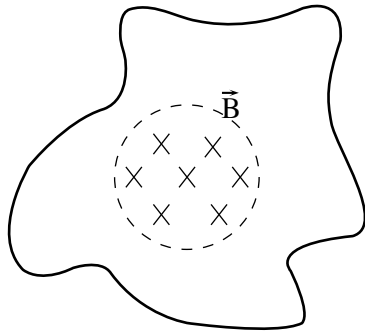
(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 12/

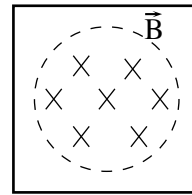
במקרה אחר, באותה מערכת, השדה המגנטי אחיד וקבוע בזמן, וכיוונו יוצא ממישור המשולש ומאונך לו. התיל נע ימינה במהירות קבועה, ויוצא מתוך האזור שבו פועל השדה המגנטי.

ה. התייחסו לפרק הזמן מרגע שבו התיל מתחיל לצאת מן השדה ועד ליציאת כולו מן השדה, וקבעו אם עוצמת הזרם המושרה בפרק זמן זה היא קבועה או משתנה. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

במערכת אחרת נתון אזור מעגלי ובו שדה מגנטי אחיד המשתנה כפונקצייה של הזמן. פעם אחת מקיפים את השדה בתיל מוליך המוצב בצורת ריבוע (תרשים א3) ופעם אחרת – בתיל מוליך המוצב בצורה ששטחה גדול יותר משטח הריבוע (תרשים ב3).



תרשים ב



תרשים א

תרשים 3

ו. לפניכם טענה: הכא"מ המושרה בתיל המתואר בתרשים ב3 גדול יותר מהכא"מ המושרה בתיל המתואר בתרשים א3, כי השטח התחום על ידו גדול יותר. קבעו אם הטענה נכונה או שגויה. נמקו את קביעתכם. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

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

פיזיקה חשמל הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

ד. הוראות מיוחדות:

(1) ענה על שלוש שאלות בלבד. אם תענה על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתך.
ציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרת.

(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, הצג את השלבים האלה:

רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה
בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו
מספר סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.

(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.

(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.

(5) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם;
במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצת
הנפילה החופשית g .

(6) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).

(7) כתוב את תשובותיך בעט. אם תכתוב בעיפרון או תמחק בטיפקס לא תוכל לערער.

מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

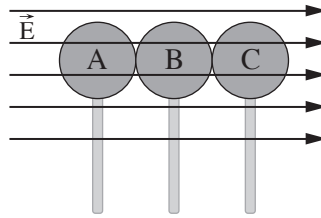
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

(לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

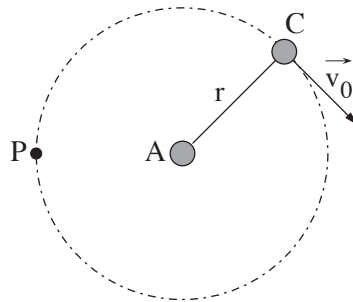
1. תלמידים טענו כדורים במטען חשמלי בתהליך המתואר לפניך. הם הכניסו שלושה כדורי מתכת זהים A, B ו-C שאינם טעונים לתחום שבו שורר שדה חשמלי אחיד \vec{E} . הכדורים הוחזקו באמצעות מקלות מבודדים לאורך קו ישר כך שהם נוגעים זה בזה, כמתואר בתרשים 1 שלפניך. לאחר זמן-מה הם הרחיקו בבת אחת את שלושת הכדורים זה מזה באמצעות המקלות, ולאחר מכן הוציאו אותם מתחום השדה החשמלי.



תרשים 1

א. עבור כל אחד מן הכדורים קבע אם לאחר שהוציאו אותו מן השדה החשמלי הוא טעון במטען חשמלי חיובי או טעון במטען חשמלי שלילי או אם הוא ניטרלי. נמק את קביעותיך. (6 נקודות)

התלמידים הפרידו את הכדורים מן המקלות (בלי לשנות את מטענם) וקיבעו את כדור A למרכז של משטח אופקי חלק ומבודד. הם הניחו את כדור C על המשטח במרחק r מכדור A, והעניקו לכדור C מהירות התחלתית \vec{v}_0 . בעקבות זאת כדור C נע בתנועה קצובה לאורך מסלול מעגלי שבמרכזו כדור A (ראה תרשים 2).



תרשים 2

ב. סרטט תרשים של כל הכוחות הפועלים על הכדור C בחולפו בנקודה P, ורשום ליד כל כוח את שמו (או את האותיות המסמלות אותו). (5 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 3/

נתון: המרחק בין הכדורים $r = 0.9\text{m}$, המסה של כל כדור היא $m = 0.01\text{kg}$. גודל המהירות ההתחלתית שניתנה

$$\text{לכדור } C \text{ הוא } v_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

ג. חשב את מטען הכדור C . (6 נקודות)

ד. חשב את השינוי שחל במספר האלקטרונים בכדור C בעקבות תהליך הטעינה המתואר בפתוח לשאלה.

(6 נקודות)

התלמידים החליפו בין הכדורים A ו- C : הם קיבעו את כדור C למרכז המשטח, והעניקו לכדור A מהירות התחלתית השווה (בגודלה ובכיוונה) למהירות \vec{v}_0 שניתנה לכדור C קודם לכן.

ה. קבע אם תנועת כדור A זהה לזו שהייתה לכדור C קודם לכן. אם כן – נמק את קביעתך. אם לא – מהו השוני

בין התנועות? (6 נקודות)

התלמידים פרקו את המטען מן הכדורים וחזרו על תהליך הטעינה המתואר בפתוח לשאלה, אך הפעם החליפו את

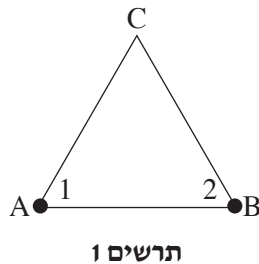
כדור המתכת האמצעי B בכדור D העשוי מחומר מבודד.

ו. עבור כל אחד מן הכדורים A , C , ו- D קבע אם לאחר הוצאתו מן השדה החשמלי הוא טעון במטען חשמלי חיובי

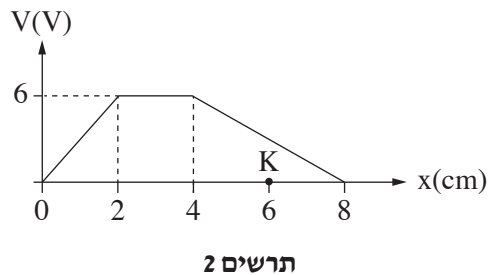
או טעון במטען חשמלי שלילי או אם הוא ניטרלי. נמק את קביעותיך. $(4\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. נתונה מערכת ובה שני חלקיקים 1 ו-2 המוחזקים בהתאמה בקודקודים A ו-B של משולש שווה צלעות ABC (ראה תרשים 1). אורך כל צלע של המשולש הוא 0.6 m. החלקיקים טעונים במטענים שווים, שערכם $q_1 = q_2 = +40 \cdot 10^{-9} \text{ C}$.



- בשאלה זו רמת אפס של הפוטנציאל החשמלי נקבעה באינרסוף ויש להזניח כוחות כבידה.
- א. חשב את השדה החשמלי השקול \vec{E} (גודל וכיוון) הנוצר בקודקוד C באמצעות שני המטענים. (7 נקודות)
- ב. חשב את הפוטנציאל החשמלי הכולל, V, הנוצר בקודקוד C באמצעות שני המטענים. (6 נקודות)
- ג. האם במערכת המטענים המוצגת בתרשים 1 קיימת נקודה שבה הפוטנציאל החשמלי שווה מאפס, והשדה החשמלי בה שווה לאפס? אם לא – נמק. אם כן – ציין את מיקומה של הנקודה. (4 נקודות)
- במערכת אחרת נמדד הפוטנציאל החשמלי, V, לאורך ציר ה-x. בתרשים 2 מוצג גרף של V כפונקציה של x.

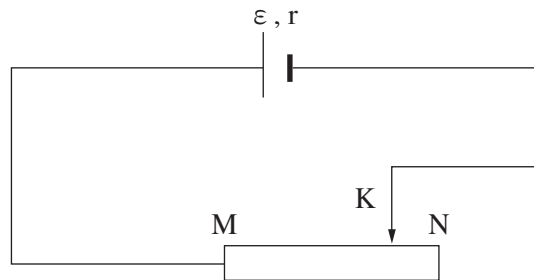


- ד. סרטט במחברתך גרף המתאר את השדה החשמלי כפונקציה של x, עבור התחום שבין $x = 0$ לבין $x = 8 \text{ cm}$. (7 נקודות)
- משחררים ממנוחה חלקיק שמטענו $q_3 = -40 \mu\text{C}$ מנקודה K שעל ציר ה-x, ששיעורה $x_K = 6 \text{ cm}$ (ראה תרשים 2). החלקיק מתחיל לנוע על ציר ה-x בתאוצה שגודלה $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
- ה. קבע אם החלקיק q_3 נע בכיוון החיובי של ציר ה-x או בכיוון השלילי. נמק את קביעתך. (5 נקודות)
- ו. חשב את מסת החלקיק q_3 . $(\frac{1}{3} \text{ נקודות})$

/המשך בעמוד 5/

3. תלמידה במגמת פיזיקה בנתה מעגל חשמלי המוצג בתרשים שלפניך.

רכיבי המעגל: מקור מתח שהכא"מ שלו ε והתנגדותו הפנימית r , תילים מוליכים אידאליים ונגד משתנה שקצותיו M ו-N והמגע הנייד שלו K.



התלמידה הציבה את המגע הנייד K בנקודות שונות על פני הנגד המשתנה, ובכל פעם מדדה את I, עוצמת הזרם במעגל, ואת V, המתח בין הנקודה M לבין הנקודה K. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

I (A)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
V (V)	4.9	3.9	3.2	2.0	0.8

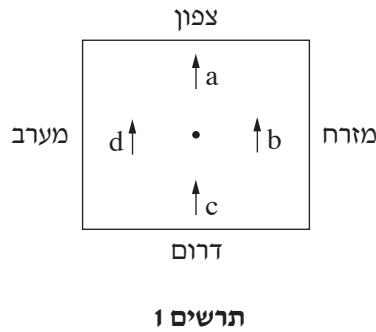
אחד מזוגות המדידות שבטבלה מתאים למצב שבו המגע הנייד K היה בקצה N של הנגד המשתנה.

- א. מהי עוצמת הזרם במצב זה? נמק את תשובתך. (6 נקודות)
- ב. (1) סרטט דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של המתח, V, כפונקציה של עוצמת הזרם, I. (2) הוסף לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה). (8 נקודות)
- ג. השתמש בגרף שסרטטת ורשום את ערך הכא"מ ε של מקור המתח. בגרף שסרטטת סמן (בצורה בולטת) את הנקודה שבה השתמשת לקביעת תשובתך. (6 נקודות)
- ד. השתמש בגרף וחשב את ההתנגדות הפנימית r של מקור המתח. (5 נקודות)
- ה. קבע מהי עוצמת הזרם המתאימה למצב שבו המגע הנייד נמצא בנקודה M. (4 נקודות)
- ו. על פי נוסחת חוק אוהם, כאשר המתח גדל — גם עוצמת הזרם גדלה. אבל במדידות של התלמידה, כאשר המתח גדל — עוצמת הזרם קטנה. האם תוצאות המדידות עומדות בסתירה לחוק אוהם? נמק את תשובתך. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

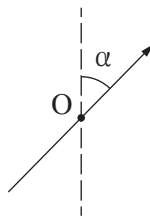
/המשך בעמוד 6/

4. תלמיד במגמת פיזיקה רצה למדוד את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ, $B_{E\parallel}$, באזור מגוריו. לשם כך הוא התקין מערכת ניסוי: הוא השחיל תיל מוליך ארוך וישר דרך נקב שבמרכז שולחן, ומתח אותו כך שהתיל היה ניצב למישור השולחן. על השולחן הוא מיקם ארבעה מצפנים a, b, c, d , כל אחד במרחק r מהתיל, לפי הכיוונים המוצגים בתרשים 1 שלפניך.

תרשים 1 הוא מבט מלמעלה על המערכת, ובו רואים את החתך של התיל ואת הכיוונים של מחטי המצפנים כאשר לא עבר זרם בתיל.



כאשר התלמיד הזרים בתיל זרם שכיוונו אינו נתון ועוצמתו $I = 8.5A$, המחט של מצפן a הסתובבה עם כיוון השעון, והתייצבה בזווית α (ראה תרשים 2).



תרשים 2

א. העתק את תרשים 2 למחברתך, וסמן בנקודה O את הכיוונים של השדות המגנטיים הפועלים על המחט של מצפן a : את כיוון הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ, $B_{E\parallel}$, ואת כיוון השדה המגנטי, B_I , שיוצר הזרם. (6 נקודות)

ב. קבע אם כיוון הזרם בתיל היה מעלה ("החוצה מן הדף") או מטה ("אל תוך הדף"). נמק את קביעתך. (6 נקודות)

ג. בטא את $\tan(\alpha)$ כפונקציה של I באמצעות r , $B_{E\parallel}$ ו- μ_0 . (6 נקודות)
נתון: $r = 10 \text{ cm}$, $\alpha = 37^\circ$.

ד. חשב, בעזרת הביטוי שפיתחת בסעיף ג, את גודלו של הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ, $B_{E\parallel}$, באזור מגוריו של התלמיד. (5 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

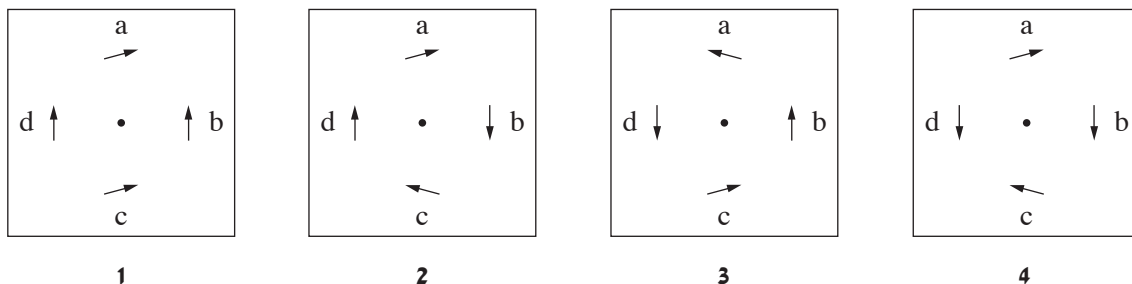
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

התלמיד רצה לבחון את הכיוונים שבהם יתייצבו מחטי המצפנים בעקבות מעבר זרם בתיל. לשם כך הוא הגדיל בהדרגה את

עוצמת הזרם I עד ערך מסוים והרעיד מעט את השולחן שהמצפנים היו מונחים עליו.

נתון כי במצפן a המחט התייצבה בזווית α והיא שווה כעת 55° .

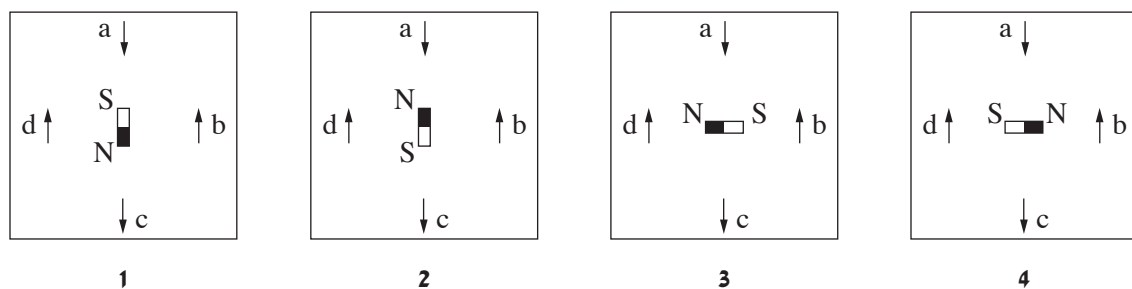
ה. לפניך ארבעה תרשימים 1-4, רק אחד מהם מתאר נכון את כיווני המחטים של כל המצפנים.



קבע איזה מן התרשימים הוא הנכון. נמק את קביעתך. (6 נקודות)

במקרה אחר התלמיד הסיר את התיל והניח במרכז השולחן מגנט מוט.

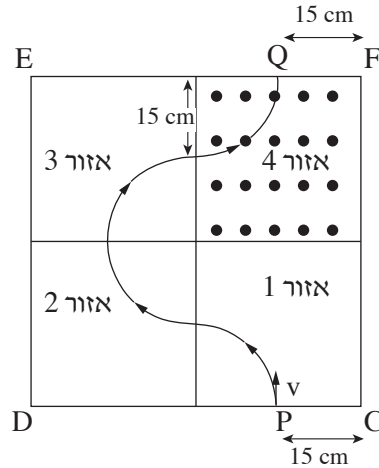
ו. לפניך ארבעה תרשימים 1-4, רק אחד מהם מתאר נכון את כיווני המחטים של כל המצפנים ואת מגנט המוט.



קבע איזה מן התרשימים הוא הנכון. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

5. ריבוע CDEF מחולק לארבעה אזורים 1-4 (ראה תרשים). כל אחד מארבעת האזורים הוא ריבוע שממדיו $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$. בכל אזור שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו $B = 1 \text{ T}$, וכיוונו ניצב לריבוע CDEF. באזור 4 השדה "יוצא מהדף". חלקיק א טעון חודר לתחום הריבוע CDEF בנקודה P (ראה תרשים), שמרחקה מן הנקודה C הוא 15 cm , במהירות שכיוונה ניצב לקו CD ולכיוון השדה המגנטי, וגודלה $v = 3.6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. מסת החלקיק $6.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

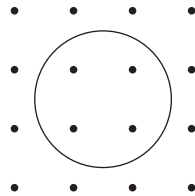


- א. האם המטען החשמלי של חלקיק א הוא חיובי או שלילי? נמק. (5 נקודות)
- ב. מה הם כיווני השדות המגנטיים באזורים 1, 2, 3 (כתוב \times אם כיוון השדה "לתוך הדף", וכתוב \bullet אם כיוון השדה "יוצא מהדף"). נמק. (6 נקודות)
- ג. חשב את המטען של חלקיק א. (5 נקודות)
- ד. האם לאורך מסלול התנועה של חלקיק א מן הנקודה P לנקודה Q וקטור המהירות של החלקיק משתנה:
 (1) בכיוונו? נמק.
 (2) בגודלו? נמק.
 (8 נקודות)
- ה. חשב את משך הזמן שבו חלקיק א נע מן הנקודה P לנקודה Q. (5 נקודות)
- ו. בנקודה Q משגרים לתוך אזור 4 בזה אחר זה שני חלקיקים, ב רג באותו גודל מהירות ($v = 3.6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$), במאונך ל- EF ולשדה המגנטי שבאזור 4. לשני החלקיקים ב רג מסות זהות למסה של חלקיק א. לחלקיק ב יש מטען זהה למטען של חלקיק א, ולחלקיק ג יש מטען מנוגד למטען של חלקיק א.
 איזה משני החלקיקים – ב או ג – ינוע לאורך מסלול התנועה של חלקיק א? נמק.
 (הנח כי אין אינטראקציה בין החלקיקים במהלך תנועתם בשדות המגנטיים.) (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

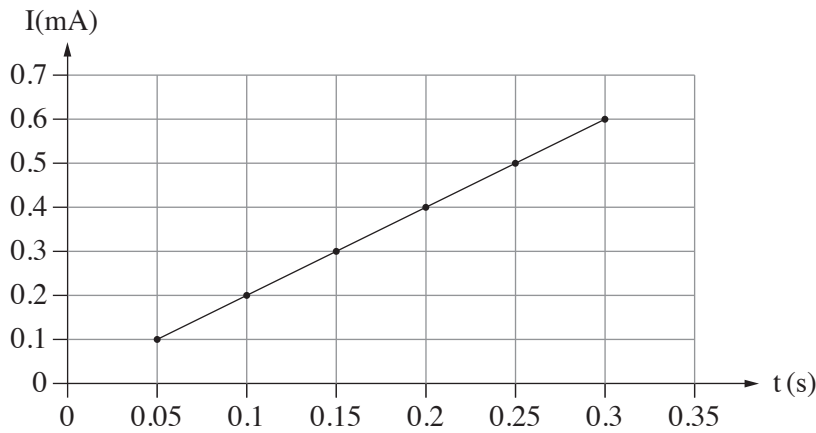
/המשך בעמוד 9/

השראה

6. נתון שדה מגנטי \vec{B} שכיוונו בכיוון ציר ה-x ועוצמתו משתנה כפונקציה של x על פי הקשר: $B_x(x) = B_{0,x} - K \cdot x$. רכיבי השדה בכיוונים האחרים ניתנים להזנחה. מניחים טבעת עשויה חומר מוליך במיקום $x = 0$. מרגע $t_0 = 0$ מניעים אותה בכיוון החיובי של ציר ה-x, בתאוצה קבועה שגודלה a. במשך התנועה כולה מישור הטבעת ניצב לציר ה-x. בתרשים שלפניך מתוארים הטבעת ורכיב השדה המגנטי B_x עבור נקודה מסוימת על ציר ה-x ($x > 0$). הכיוון החיובי של ציר ה-x הוא "החוצה מן הדף".



- א. נתון כי ערכו של הקבוע K הוא 0.02, על פי מערכת היחידות S.I (מערכת היחידות הסטנדרטית). רשום מה הן היחידות של הקבוע K. (5 נקודות)
 - ב. הסבר מדוע במהלך תנועתה של הטבעת זורם בה זרם חשמלי. (6 נקודות)
 - השטח התחום על ידי הטבעת הוא A, והתנגדות הטבעת היא R.
 - ג. פתח ביטוי עבור גודל השטף המגנטי כפונקציה של הזמן t והפרמטרים $B_{0,x}$, K, a, R. (7 נקודות)
 - ד. פתח ביטוי עבור עוצמת הזרם בטבעת כפונקציה של הזמן t והפרמטרים $B_{0,x}$, K, a, R. (6 נקודות)
- הזרם בטבעת נמדד ברגעים שונים. תוצאות המדידות מוצגות בגרף שלפניך. שים לב כי הזרם נמדד במילי אמפר.



נתון: $R = 0.04\Omega$, $a = 2 \frac{m}{s^2}$.

- ה. על פי שיפוע הגרף, חשב את השטח A התחום על ידי הטבעת. (5 נקודות)
- ו. קבע אם ברגע $t = 0.2s$ כיוון הזרם בטבעת הוא עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון. נמק את קביעתך. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

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

פיזיקה חשמל הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

ד. הוראות מיוחדות:

(1) ענה על שלוש שאלות בלבד. אם תענה על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתך.
ציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרת.

(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, הצג את השלבים האלה:

רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו מספר סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.

(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.

(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.

(5) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצת הנפילה החופשית g .

(6) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).

(7) כתוב את תשובותיך בעט. אם תכתוב בעיפרון או תמחק בטיפקס לא תוכל לערער.

מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

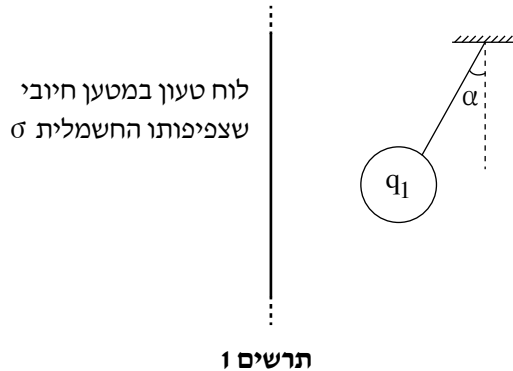
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

(לכל שאלה $\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. תלמיד ערך שני ניסויים. מערכת הניסוי הראשון הייתה מורכבת מכדור קטן מוליך הטעון במטען q_1 ולוח מוליך גדול הטעון במטען חשמלי חיובי שצפיפותו השטחית, σ , אחידה. התלמיד תלה את הכדור הטעון מול הלוח על חוט מבודד וקל. הכדור סטה לעבר הלוח, וכאשר הגיע למצב מנוחה נוצרה זווית α בין החוט ובין הכיוון האנכי, כמתואר בתרשים 1. יש להתייחס לכדור התלוי כגוף נקודתי. השפעת הכדור הטעון על צפיפות המטען החשמלי בלוח זניחה. נתון כי המסה של הכדור היא $m_1 = 1 \text{ gr}$.



- א. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על הכדור התלוי. ליד כל כוח כתוב את שמו. (4 נקודות)
- במהלך הניסוי שינה התלמיד כמה פעמים את צפיפות המטען החשמלי, σ , ובכל פעם מדד את ערך הזווית α וחישב את ערך $\tan(\alpha)$.
- בטבלה שלפניך מוצגים ערכי צפיפות המטען החשמלי σ , ערכי הזווית α וערכי $\tan(\alpha)$.

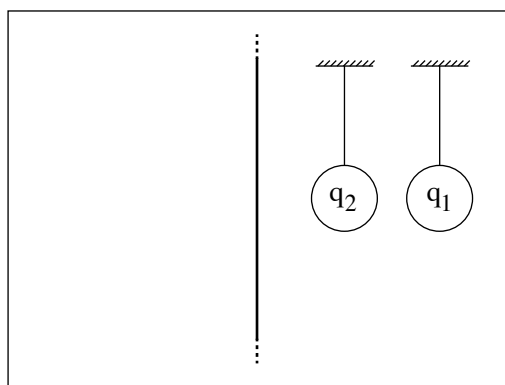
$\sigma \left[\frac{\text{C}}{\text{m}^2} 10^{-7} \right]$	1.50	2.25	3.25	4.00	5.00
$\alpha [^\circ]$	4	6	8	10	12
$\tan(\alpha)$	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21

- ב. סרטט במחברתך גרף (דיאגרמת פיזור) של $\tan(\alpha)$ כפונקציה של צפיפות המטען החשמלי, σ , והוסף בו את קו המגמה. (7 נקודות)
- ג. חשב את השיפוע של קו המגמה שסרטטת. (5 נקודות)
- ד. פתח ביטוי של $\tan(\alpha)$ כפונקציה של σ . השתמש בקבועים: ϵ_0 , g , m_1 ו- q_1 . (6 נקודות)
- ה. (1) קבע את הסימן של המטען q_1 . נמק את קביעתך.
 (2) חשב, על פי הגרף שסרטטת, את גודלו של המטען q_1 . (6 נקודות)
- (שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

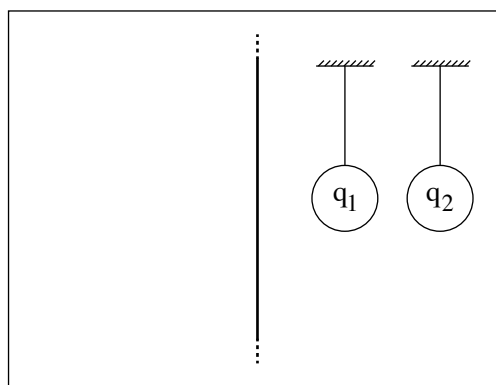
/המשך בעמוד 3/

בניסוי השני הוסיף התלמיד למערכת הניסוי כדור קטן מוליך הטעון במטען q_2 ותלה גם אותו על חוט מבודד וקל. נתון כי גודל המטען של שני הכדורים שווה, אך סימני מטעניהם הפוכים. בלי לשנות את ערכי צפיפות המטען החשמלי σ של הלוח, מיקם התלמיד גם את הכדור השני מול הלוח. כאשר שני הכדורים הגיעו למצב מנוחה היו החוטים מקבילים ללוח (בשני החוטים $\alpha = 0$).

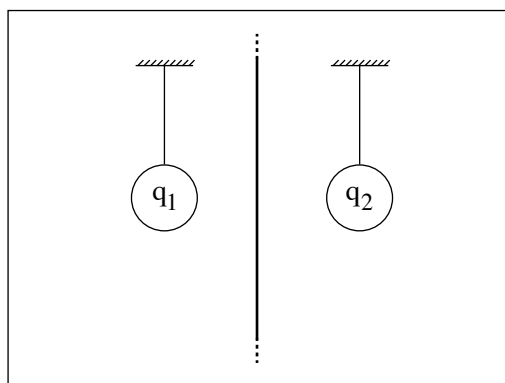
1. לפניך ארבעה תרשימים, 1-4, המתארים את מיקום הכדורים והלוח. קבע איזה מן התרשימים אפשרי. נמק את קביעתך. (5¹/₃ נקודות)



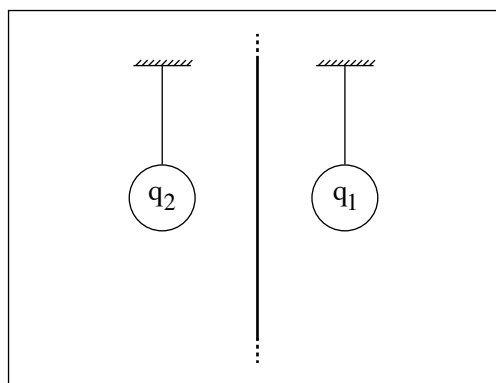
2



1



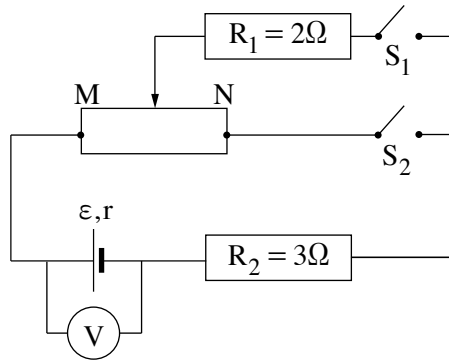
4



3

/המשך בעמוד 4/

2. בתרשים 1 שלפניך מתואר מעגל חשמלי ובו מקור מתח שהכא"מ שלו $\epsilon = 6V$ והתנגדותו הפנימית $r = 1\Omega$, נגד משתנה MN שהתנגדותו המרבית 12Ω , נגדים קבועים $R_1 = 2\Omega$ ו- $R_2 = 3\Omega$, שני מפסקים S_1 ו- S_2 , וולטמטר אידיאלי ותילים מוליכים אידיאליים.



תרשים 1

סוגרים את מפסק S_1 (מפסק S_2 נשאר פתוח) ומציבים את הגררה של הנגד המשתנה בקצה N.
 א. חשב את המתח בין קצות המפסק S_2 . (7 נקודות)

מזיזים את הגררה מקצה N לקצה M.

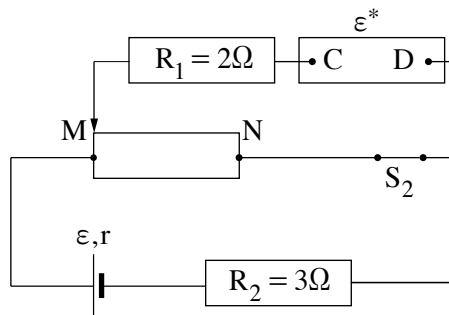
ב. האם במהלך הזזת הגררה הוריית הוולטמטר גדלה, קטנה או אינה משתנה? נמק את תשובתך. (6 נקודות)

פותחים את מפסק S_1 , סוגרים את מפסק S_2 , ומחזירים את הגררה לנקודה N.
 ג. מהו המתח בין קצות המפסק S_1 ? נמק את תשובתך. (5 נקודות)

מזיזים את הגררה מקצה N לקצה M.

ד. האם במהלך הזזת הגררה הוריית הוולטמטר גדלה, קטנה או אינה משתנה? נמק את תשובתך. (5 נקודות)

לבסוף מחליפים את מפסק S_1 במקור מתח אידיאלי שהכא"מ שלו ϵ^* , ומשאירים את מפסק S_2 סגור ואת הגררה בנקודה M (ראה תרשים 2).



תרשים 2

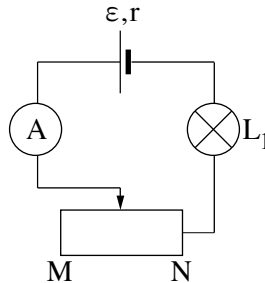
נתון כי לא זורם זרם בנגד המשתנה ($V_{MN} = 0$).

ה. האם ההדק החיובי של מקור המתח שהכא"מ שלו ϵ^* חובר לנקודה C או לנקודה D? נמק את תשובתך. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

ו. חשב את ϵ^* . (6 נקודות) /המשך בעמוד 5/

3.

נתנו לקבוצה של תלמידים כמה רכיבים חשמליים: נורה L_1 שעליה מצוין $18V$ ו- $27W$, אמפרמטר אידיאלי A , נגד משתנה MN , מקור מתח א' שהכא"מ שלו $\varepsilon_1 = 30V$ והתנגדותו הפנימית $r_1 = 2\Omega$, מקור מתח ב' שהכא"מ שלו $\varepsilon_2 = 32V$ והתנגדותו הפנימית $r_2 = 10\Omega$ ותילים מוליכים אידיאליים. הטילו על התלמידים מטלה לבנות את המעגל החשמלי המוצג בתרשים 1 שלפניך, ולהזיז את הגרר של הנגד המשתנה לנקודה שבה הנורה תאיר באורה המלא, בהתאם למצוין עליה. לא אמרו לתלמידים באיזה משני מקורות המתח עליהם לבחור – בחירה זו הייתה חלק מן המטלה.



תרשים 1

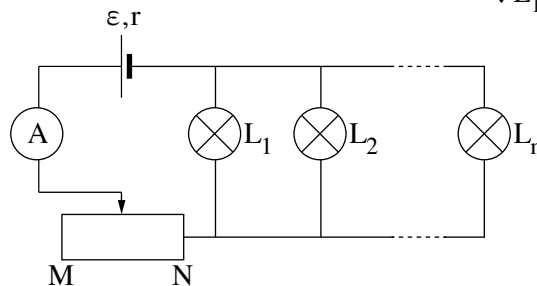
א. חשב את הוריית האמפרמטר במצב שבו הנורה מאירה באורה המלא. (4 נקודות)

התלמידים הרכיבו את המעגל עם מקור המתח א' (ε_1, r_1).

ב. הוכח כי אי אפשר לבצע את המטלה עם מקור המתח ב' (ε_2, r_2). (6 נקודות)

ג. חשב את ההתנגדות של הנגד המשתנה במצב שבו הנורה מאירה באורה המלא. (6 נקודות)

בלי לשנות את מיקום הגרר של הנגד המשתנה, התלמידים חיברו במקביל לנורה L_1 עוד כמה נורות (ראה תרשים 2). נתון כי כל הנורות זהות לנורה L_1 .



תרשים 2

ד. קבע לאיזה כיוון (לעבר N או לעבר M) יש להזיז את הגרר כך שכל הנורות יאירו באורן המלא. נמק את קביעתך במילים. (6 נקודות)

ה. חשב את המספר המרבי, n , של נורות שאפשר לחבר במקביל כך שכולן יאירו באורן המלא. (6 נקודות) בסעיף ו שלפניך מוגדר הקספק המנוצל – הקספק הכולל שכל הנורות צורכות.

ו. במצב שבו כל הנורות מאירות באורן המלא, קבע אם הנצילות של המעגל המתואר בתרשים 2 גדולה מנצילות המעגל כאשר פועלת בו נורה יחידה, קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעתך. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

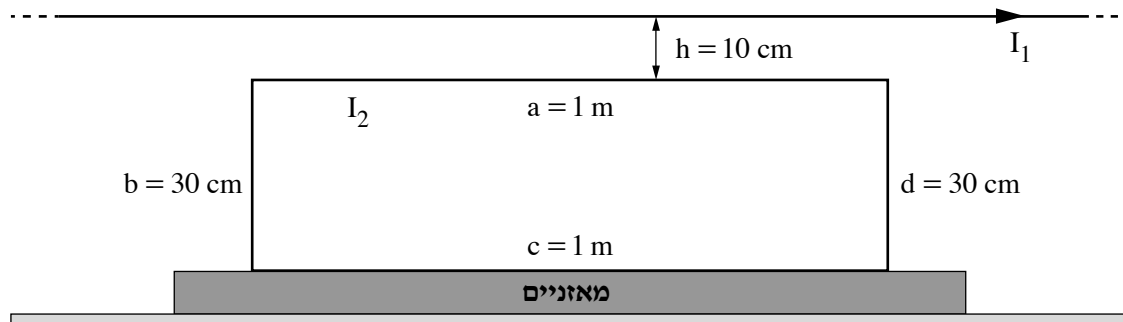
/המשך בעמוד 6/

4. תלמידה ערכה ניסוי באמצעות המערכת המוצגת בתרשים שלפניך. המערכת בנויה מכריכה מלבנית מוליכה המונחת על מאזניים. מישור הכריכה מאונך לפני המאזניים.

אורכי הצלעות של הכריכה $a = c = 1 \text{ m}$ ו- $b = d = 30 \text{ cm}$. מסת הכריכה, m , אינה נתונה.

בגובה $h = 10 \text{ cm}$ מעל הצלע a של הכריכה מתוח תיל מוליך ישר וארוך מאוד ביחס לצלעות הכריכה.

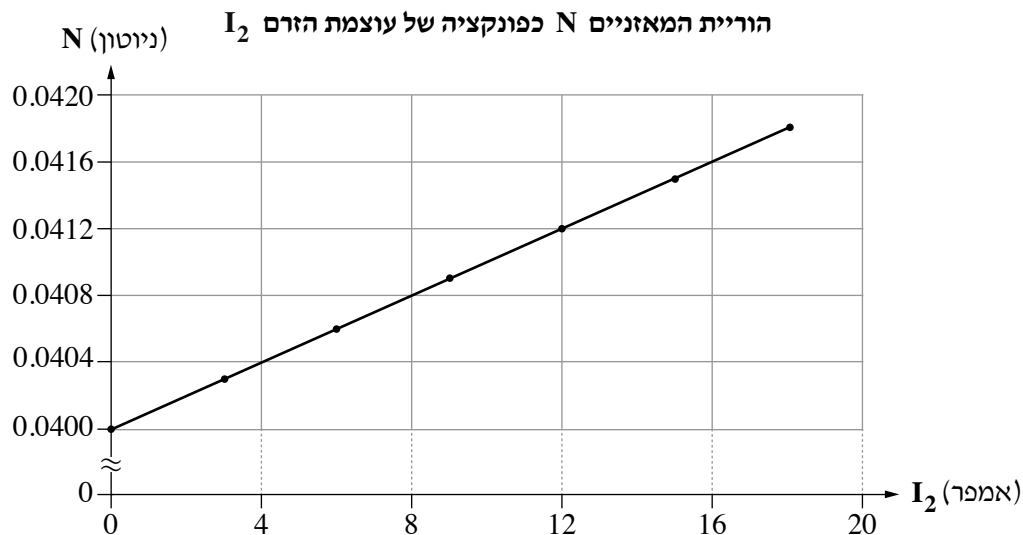
התיל מקביל לצלעות a ו- c של הכריכה. בתיל הישר זורם זרם שעוצמתו I_1 וכיוונו ימינה (ראה תרשים).



מהלך הניסוי: התלמידה העבירה בכריכה כמה זרמים בזה אחר זה. כל אחד מן הזרמים היה בעוצמה אחרת אך כולם באותו הכיוון (כיוון זה אינו נתון). בכל מדידה קראה התלמידה את עוצמת הזרם בכריכה, I_2 , ואת הוריית המאזניים, N .

בכל מהלך הניסוי לא השתנו המרחקים הנתונים ועוצמת הזרם בתיל, I_1 .

הצגת תוצאות המדידות: על פי תוצאות המדידות התלמידה סרטטה גרף המתאר את הוריית המאזניים, N , כפונקציה של עוצמת הזרם בכריכה, I_2 .



(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

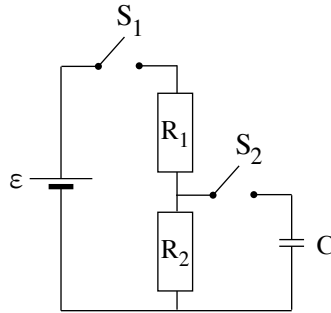
/המשך בעמוד 7/

בשאלה זו יש להזניח את השפעת השדה המגנטי של כדור הארץ.

- א.** (1) מהו הכיוון של הכוח המגנטי **השקול** הפועל על הכריכה? נמק את תשובתך.
 (2) קבע אם גודל הכוח המגנטי הפועל על צלע a קטן מגודל הכוח המגנטי הפועל על צלע c , גודל ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך.
 (8 נקודות)
- ב.** (1) מהו הכיוון של הזרם I_2 בצלע a – ימינה או שמאלה? נמק את תשובתך.
 (2) סרטט במחברתך את הכריכה המלבנית. על **כל אחת** מצלעות הכריכה סמן את הכיוון של הכוח המגנטי שהשדה המגנטי שמקורו ב- I_1 מפעיל עליה.
 (7 נקודות)
- ג.** בטא את הוריית המאזניים, N , כפונקציה של עוצמת הזרם בכריכה, I_2 .
 השתמש בקבועים: $a, b, h, m, g, I_1, \mu_0$. (7 נקודות)
- ד.** חשב את m , מסת הכריכה. (5 נקודות)
- ה.** חשב את עוצמת הזרם בתיל, I_1 . ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

קיבול

5. נתון מעגל המורכב ממקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 24V$ והתנגדותו הפנימית זניחה, שני נגדים שהתנגדותיהם $R_1 = 100\Omega$ ו- $R_2 = 140\Omega$, קבל שקיבולו $C = 0.1\mu F$, שני מפסקים S_1 ו- S_2 ותילים אידיאליים (ראה תרשים).

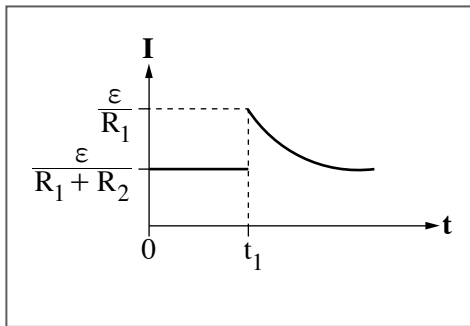


שני המפסקים פתוחים והקבל אינו טעון. ברגע $t = 0$ סוגרים את מפסק S_1 .
 א. חשב את המתח בין קצות הנגד R_2 . (7 נקודות)

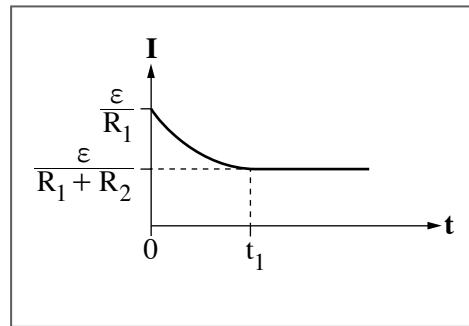
ברגע $t = t_1$ ($t_1 > 0$) סוגרים גם את מפסק S_2 וממתינים זמן רב.

ב. חשב את Q , מטען הקבל. (6 נקודות)

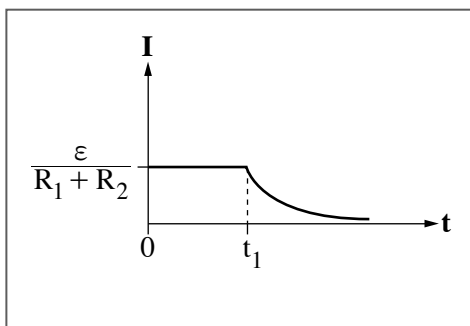
ג. קבע איזה מן התרשימים 1-4 שלפניך מתאר נכון את עוצמת הזרם בנגד R_1 כפונקציה של הזמן. נמק את קביעתך. (8 $\frac{1}{3}$ נקודות)



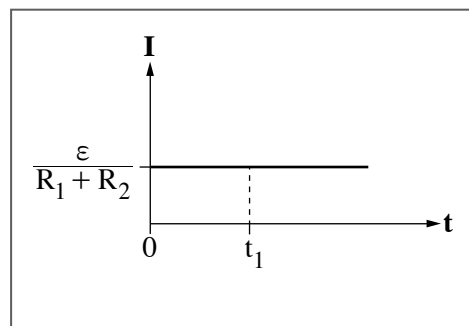
2



1



4



3

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 9/

פותחים את מפסק S_1 .

ד. קבע בנוגע לכל אחד משלושת הגדלים (1)-(3) שלפניך אם הוא גדל, קטן או לא השתנה בפרק הזמן

החל מן הרגע שלאחר פתיחת מפסק S_1 עד שחלף זמן רב. נמק את כל קביעותיך.

(1) Q , מטען הקבל.

(2) עוצמת הזרם הזורם דרך הנגד R_2 .

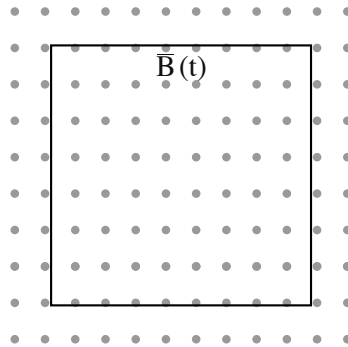
(3) קבוע הזמן, τ .

(12 נקודות)

/המשך בעמוד 10/

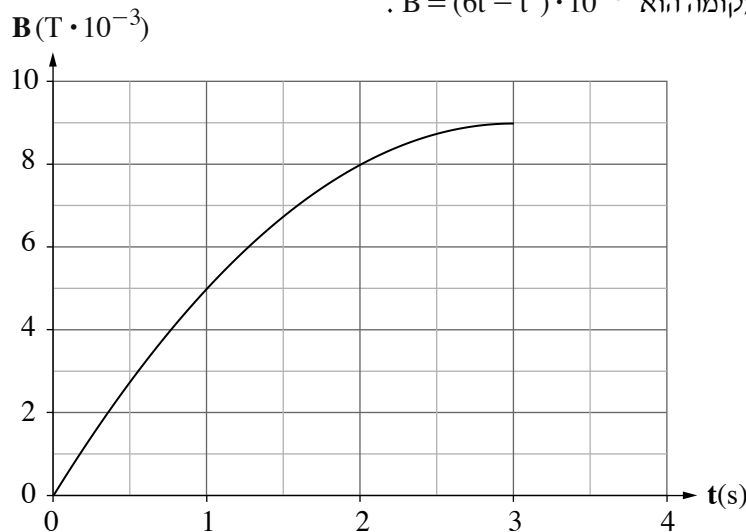
השראה

6. בתרשים 1 שלפניך מוצגת מסגרת ריבועית שאורך הצלע שלה 9 m. המסגרת עשויה מתיל שהתנגדותו הסגולית $\rho = 1.5 \cdot 10^{-6} \Omega \text{m}$, ושטח החתך שלו 5 mm^2 . מציבים את המסגרת באזור שבו פועל שדה מגנטי אחיד. בפרק הזמן $0 < t \leq 3 \text{ s}$ עוצמת השדה משתנה כפונקציה של הזמן, וכיוונו "החוצה מן הדף" בניצב למישור המסגרת.



תרשים 1

- בתרשים 2 מוצג גרף המתאר את עוצמת השדה המגנטי, B , כפונקציה של הזמן, t , החל מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 3.0 \text{ s}$. הייצוג האלגברי של העקומה הוא $B = (6t - t^2) \cdot 10^{-3}$.

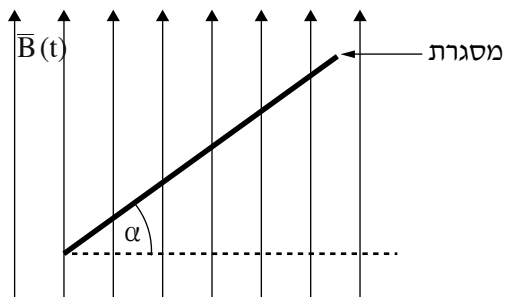


תרשים 2

- א. חשב את התנגדות התיל. (6 נקודות)
- ב. (1) הסבר מדוע עבר זרם במסגרת מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 3.0 \text{ s}$.
 (2) תלמיד מדד את עוצמת הזרם במסגרת ברגע $t = 0.5 \text{ s}$ וברגע $t = 2.5 \text{ s}$. באיזו משתי המדידות הייתה עוצמת הזרם גדולה יותר? נמק את תשובתך. (10 נקודות)
- ג. קבע את כיוון הזרם במסגרת (עם כיוון השעון או נגדו) במשך שלוש השניות הראשונות. נמק את תשובתך. (6 נקודות)
- ד. חשב את עוצמת הזרם בתיל ברגע $t = 2.0 \text{ s}$. (7 נקודות)
- (שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 11/

היטו את המסגרת בזווית α ביחס לשדה המגנטי (ראה מבט מן הצד בתרשים 3). הפעילו את השדה המגנטי פעם נוספת מן הרגע $t = 0$ לפי הגרף המתואר בתרשים 2 וחזרו על המדידות.



תרשים 3

ה. קבע אם ברגע $t = 2.0\text{s}$ (כאשר המסגרת נטויה) עוצמת הזרם גדולה מעוצמת הזרם שחישבת בסעיף ד, קטנה ממנה או שווה לה. $(\frac{1}{3} \text{ נקודות})$

בהצלחה!

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

פיזיקה חשמל הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.

(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.

ד. הוראות מיוחדות:

(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.

(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)

(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.

כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן.

לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.

רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות.

אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.

(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם;

במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .

(4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת הנפילה החופשית.

(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.

מוותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.

כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

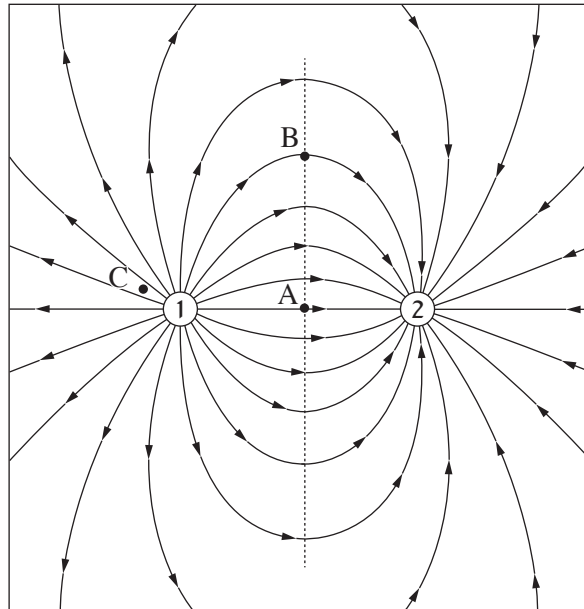
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

(לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

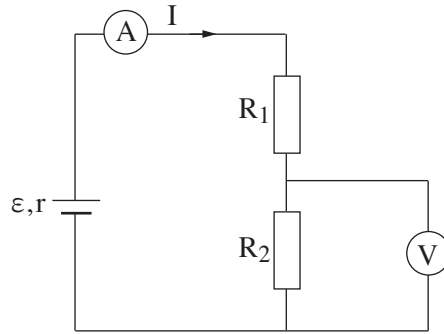
1. לפניך איור של מערכת ובה שני מטענים חשמליים, מטען 1 ומטען 2, הנמצאים בריק, וקווי השדה החשמלי של המערכת. בשאלה זו האנרגייה הפוטנציאלית החשמלית באינ-סוף היא אפס.



- א. הגדר את המושג "קו שדה חשמלי". (5 נקודות)
- ב. על פי האיור, הסבר מדוע המטענים שווים בערכם המוחלט. (4 נקודות)
- הנקודה A היא אמצע הקטע המחבר את שני המטענים.
- ג. (1) האם עוצמת השדה של מערכת המטענים בנקודה A היא אפס? הסבר את תשובתך.
- (2) האם הפוטנציאל החשמלי בנקודה A הוא אפס? הסבר את תשובתך. (8 נקודות)
- הנקודה B נמצאת על האנך האמצעי לקטע המחבר את שני המטענים.
- ד. אילו היו מצויים מטען נקודתי שלילי בנקודה B, מהו הכיוון של הכוח החשמלי שהיה פועל על המטען בנקודה זו? נמק את תשובתך. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)
- ה. היכן עוצמת (גודל) השדה החשמלי גדולה יותר — בנקודה A או בנקודה C? נמק את תשובתך. (4 נקודות)
- נתון: הערך המוחלט של כל אחד משני המטענים הוא 10^{-8} C , והמרחק ביניהם 6 ס"מ.
- ו. חשב את האנרגייה הפוטנציאלית החשמלית של מערכת המטענים (ביחס לאינ-סוף). (8 נקודות)

/המשך בעמוד 3/

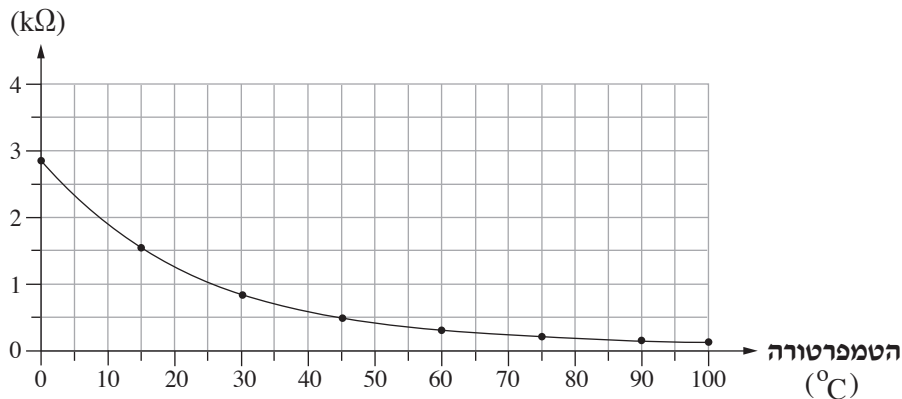
2. בתרשים 1 שלפניך מתואר מעגל חשמלי ובו מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 90V$ והתנגדותו הפנימית $r = 50\Omega$, נגד שהתנגדותו $R_1 = 1,000\Omega$, נגד שהתנגדותו R_2 , ושני מכשירי מדידה אידיאליים – וולטמטר ואמפרמטר. שני הנגדים עשויים מאותו תיל מוליך, והם שונים זה מזה רק באורכם. האורך של הנגד R_2 הוא 0.75 מאורכו של הנגד R_1 .



תרשים 1

- א. חשב את ההתנגדות החיצונית של המעגל. (5 נקודות)
 ב. חשב את הערך שמציג האמפרמטר ואת הערך שמציג הוולטמטר. (9 נקודות)
 ג. חשב את כמות המטען העוברת דרך האמפרמטר במשך דקה אחת. (5 נקודות)
- בתעשיית המזון צריך למדוד את הטמפרטורה של המזון. לשם כך משתמשים בתרמיסטור – רכיב חשמלי שהתנגדותו משתנה כפונקציה של הטמפרטורה.
- את התרמיסטור מציבים במעגל החשמלי המתואר בתרשים 1 במקום הנגד R_1 . התנגדותו של התרמיסטור כפונקציה של הטמפרטורה שלו מתוארת בתרשים 2.

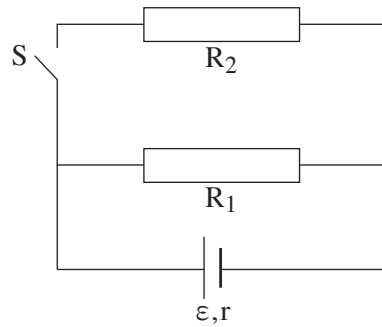
התנגדות התרמיסטור



תרשים 2

- את הטמפרטורה של התרמיסטור מחשבים על פי המתח שמציג הוולטמטר.
- ד. חשב את הטמפרטורה של התרמיסטור כאשר הוריית הוולטמטר היא $V_{R_2} = 52V$. (7 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- ה. האם הוריית האמפרמטר תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק את קביעתך. (7 נקודות) / המשך בעמוד 4/

3. לפניך תרשים של מעגל חשמלי המורכב ממקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 36V$ והתנגדות הפנימית $r = 6\Omega$, נגד שהתנגדותו $R_1 = 12\Omega$, נגד שהתנגדותו R_2 , מפסק S ותילי הולכה שהתנגדותיהם זניחות.



המפסק S פתוח.

- א. חשב את כמות האנרגייה שמתפתחת בנגד R_1 בפרק זמן של $\Delta t = 200s$. (5 נקודות)
- ב. חשב את נצילות המעגל. (6 נקודות)
- ג. בטא את ההספק החיצוני של המעגל, P , באמצעות ε , r ו- I (עוצמת הזרם שעובר במקור המתח). (5 נקודות)
- סוגרים את המפסק S . עוצמת הזרם שעובר במקור המתח משתנה אך ההספק החיצוני של המעגל אינו משתנה.
- ד. היעזר בתשובתך על סעיף ג וחשב את עוצמת הזרם שעובר במקור המתח לאחר סגירת המפסק. (8 נקודות)
- ה. קבע אם לאחר סגירת המפסק נצילות המעגל גדלה, קטנה או לא השתנתה. נמק את קביעתך. (6 נקודות)
- ו. איזו יחידה מן היחידות 1-5 שלפניך היא יחידת ההספק? נמק את תשובתך. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

1. $\frac{N}{C}$

2. $\frac{C^2 \cdot \Omega}{s^2}$

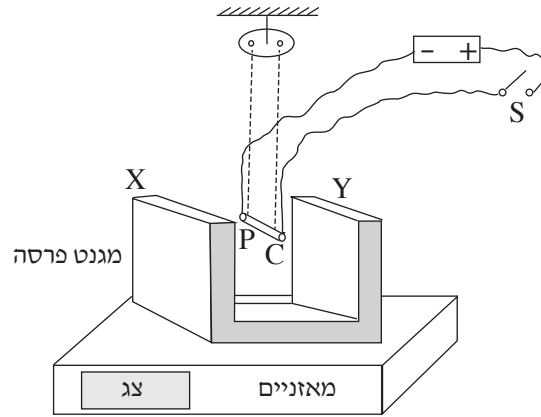
3. $J \cdot s$

4. $V \cdot C$

5. $kW \cdot h$

/המשך בעמוד 5/

4. בתרשים 1 שלפניך מתוארת מערכת למדידת שדה מגנטי של מגנט פרסה. במערכת זו מוט מוליך PC תלוי בין הקוטב X לקוטב Y של מגנט הפרסה ובמקביל אליהם. המוט PC הוא חלק ממעגל חשמלי שבו מקור מתח, מפסק S ותילי הולכה אידיאליים. מסת המגנט היא m , והוא מוצב על מאזניים דיגיטליים. בין קוטבי המגנט קיים שדה מגנטי אחיד B.



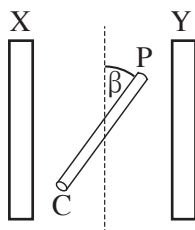
תרשים 1

- בפתרון השאלה יש להזניח את השדה המגנטי של כדור הארץ ואת הכוחות הפועלים על התילים. כאשר סוגרים את המפסק S, זורם זרם I במוט PC והוריית המאזניים גדלה.
- א. קבע מהו כיוון הכוח שהשדה המגנטי מפעיל על המוט PC: כלפי מעלה או כלפי מטה. נמק את קביעתך. (5 נקודות)
- ב. קבע מהו כיוונו של השדה המגנטי: $X \rightarrow Y$ או $Y \rightarrow X$. פרט את שיקולך. (5 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 6/

במהלך ניסוי מסובבים את המוט PC במישור אופקי ובזווית β ביחס למיקומו ההתחלתי (ראה תרשים 2, במבט מלמעלה). במהלך הניסוי זורם דרך המוט זרם קבוע $I = 15A$. אורך המוט PC הוא $\ell = 4\text{cm}$. בעבור זוויות β שונות מודדים את הוריית המאזניים F ביחידות ניוטון (N).



תרשים 2

בטבלה שלפניך מוצגות כמה מתוצאות הניסוי:

$\beta(^{\circ})$	0	36	48	72	90	120
$\cos \beta$	1	0.81	0.67	0.31	0	-0.5
F(N)	0.88	0.80	0.70	0.56	0.40	0.18

- ג. סרטט במחברתך גרף המתאר את הוריית המאזניים F כפונקציה של $\cos \beta$. (8 נקודות)
- ד. בטא באמצעות הפרמטרים B, ℓ , I, m, g (גודל תאוצת הנפילה החופשית) את הקשר בין הוריית המאזניים F לבין $\cos \beta$. (6 נקודות)
- ה. חשב בעזרת הגרף והביטוי שפיתחת את הגודל של השדה המגנטי B. (5 נקודות)
- ו. חשב את מסת המגנט, m. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

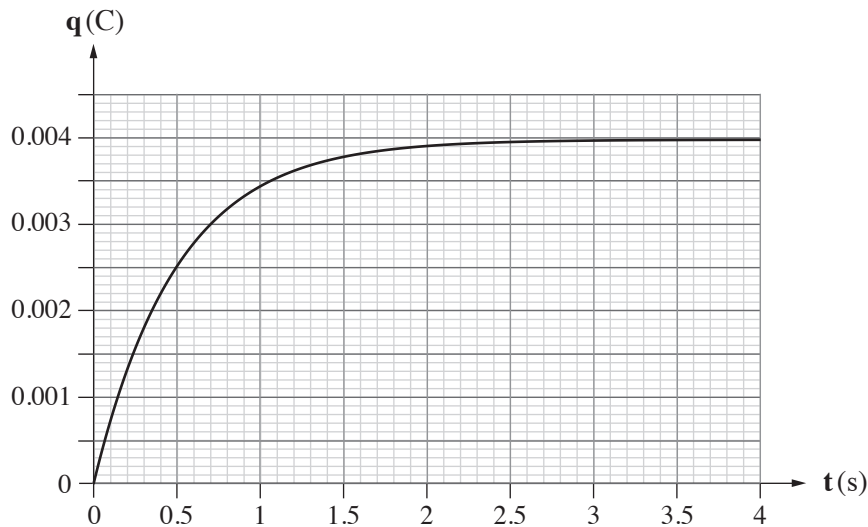
/המשך בעמוד 7/

קיבול

5. תלמיד ערך ניסוי ובו טען קבל במעגל חשמלי טורי. המעגל מורכב מן הקבל שקיבולו C , סוללה שהכא"מ שלה ε והתנגדותה הפנימית ניתנת להזנחה, נגד שהתנגדותו $R = 1,000\Omega$, מפסק ותילי הולכה אידיאליים.
- א. סרטט את המעגל החשמלי. (3 נקודות)

התלמיד מדד את כמות המטען על הקבל כפונקציה של הזמן. תוצאות המדידות מוצגות בתרשים שלפניך.

כמות המטען על הקבל כפונקציה של הזמן



- ב. אפשר לראות בתרשים ששיפועי המשיקים לעקומה הולכים וקטנים כפונקציה של הזמן.
- (1) מהי המשמעות הפיזיקלית של שיפועי המשיקים לעקומה זו?
- (2) מהי הסיבה הפיזיקלית ששיפועי המשיקים הולכים וקטנים?
- (9 נקודות)

הנוסחה המתארת את כמות המטען, q , על הקבל במהלך טעינתו כפונקציה של הזמן t היא:

$$q(t) = \varepsilon \cdot C \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

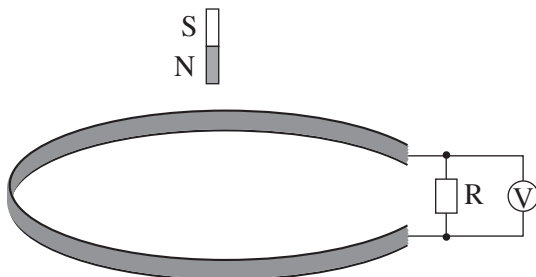
להזכירך, τ הוא "קבוע הזמן".

- ג. הוכח על פי הנוסחה, כי לאחר שחלף מתחילת הטעינה פרק זמן שווה לקבוע הזמן τ , הייתה כמות המטען על הקבל כ- 63% מן הכמות המרבית. (5 נקודות)
- ד. מהו ערכו של קבוע הזמן בניסוי שערך התלמיד? הסבר. (6 נקודות)
- ה. חשב את קיבול הקבל. (5 נקודות)
- ו. חשב את הכא"מ של הסוללה. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

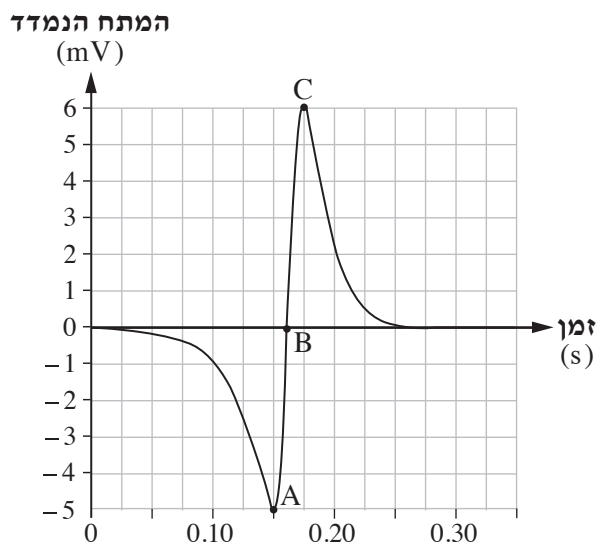
השראה

6. משחררים מגנט מנקודה הנמצאת מעל כריכה מעגלית מוליכה (ראה תרשים 1). הנח כי במהלך נפילתו המגנט אינו מסתובב והכוחות המגנטיים הפועלים עליו ניתנים להזנחה. עקב כך תנועתו של המגנט היא "נפילה חופשית" בקירוב. הכריכה מחוברת למעגל חשמלי ובו נגד R וחיישן מתח V המחובר למחשב. החיישן מודד את המתח בין קצות הנגד.



תרשים 1

במהלך נפילת המגנט מתקבל על צג המחשב הגרף המוצג בתרשים 2 שלפניך.



תרשים 2

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 9/

השתמש בחוק פארדיי או בחוק לנץ או בשני החוקים כדי לענות על הסעיפים שלפניך.

- א. הסבר מדוע נוצר מתח בין קצות הנגד. (5 נקודות)
- ב. מהו כיוון השדה המגנטי המושרה הנוצר בתוך הכריכה במהלך התקרבות המגנט לכריכה? הסבר את תשובתך. (6 נקודות)
- ג. במהלך תנועת המגנט, המתח הנמדד משתנה משלילי לחיובי. הסבר מדוע. (5 נקודות)
- ד. המתח המקסימלי הנמדד בעת יציאת המגנט מן הכריכה (נקודה C בגרף) גדול מן הערך המוחלט של המתח בכניסתו לכריכה (נקודה A בגרף). הסבר מדוע. (7 נקודות)
- ה. בלא קשר לנתוני השאלה, הראה כי אפשר להציג שטף מגנטי ביחידות $V \cdot s$ (וולט כפול שנייה). (5 נקודות)
- ו. היעזר בגרף וחשב בקירוב את השינוי בשטף המגנטי במהלך תנועת המגנט במשך 0.15 השניות הראשונות. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

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

פיזיקה חשמל הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה וארבעים וחמש דקות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירושו הסימן.
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת 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 כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

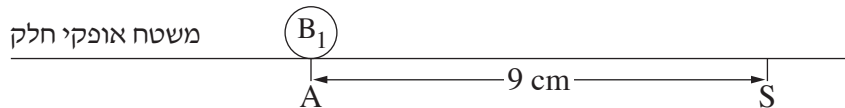
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

(לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. כדור קטן B_1 מוחזק בנקודה A על משטח אופקי חלק. מסת הכדור m_1 ומטענו q_1 . נתון: בנקודה S על המשטח האופקי נמדד פוטנציאל חשמלי $V_s = -1000V$. המרחק בין הנקודות S ו-A הוא 9 cm (ראה תרשים).

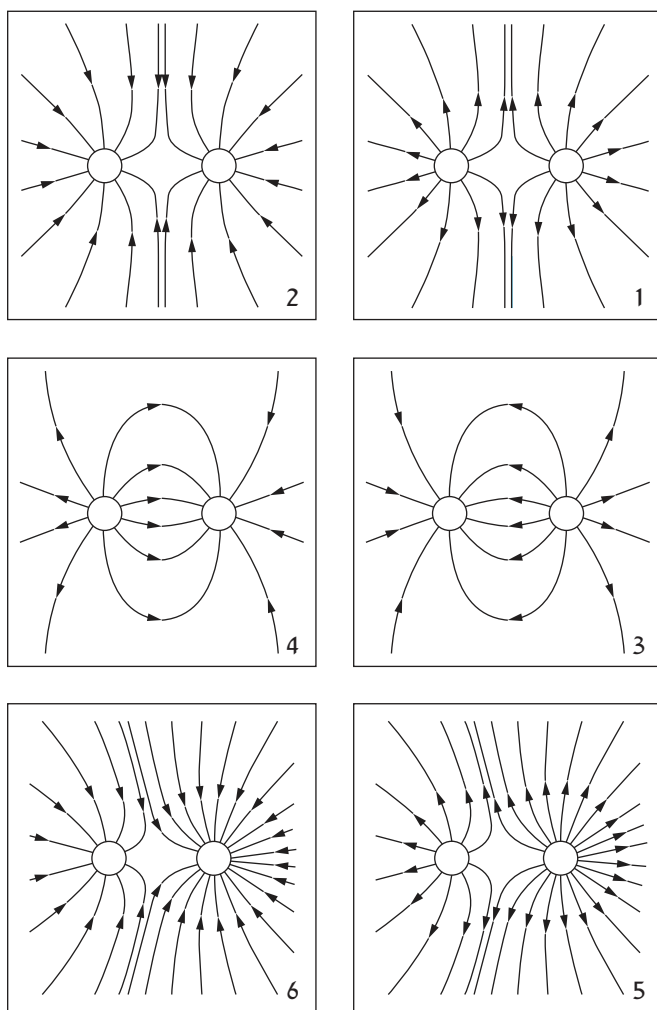


תרשים 1

- א. חשב את גודל המטען q_1 וקבע את סימנו. (6 נקודות)
- ב. חשב את גודל השדה החשמלי שהמטען יוצר בנקודה S. (5 נקודות)
- כדור קטן נוסף, B_2 , שמסתו m_2 ומטענו q_2 , מובא מן האין-סוף אל הנקודה S ומוחזק בה. נתון: $q_2 = 2q_1$, $m_2 = 2m_1$.
- ג. חשב את העבודה שהושקעה בהבאת הכדור B_2 מן האין-סוף לנקודה S (הזנח את כוח הכבידה). (7 נקודות)

/המשך בעמוד 3/

בתרשים 2 שלפניך מוצגים שישה איורים המתארים קווי שדה חשמלי שנוצר על ידי שני כדורים טעונים.

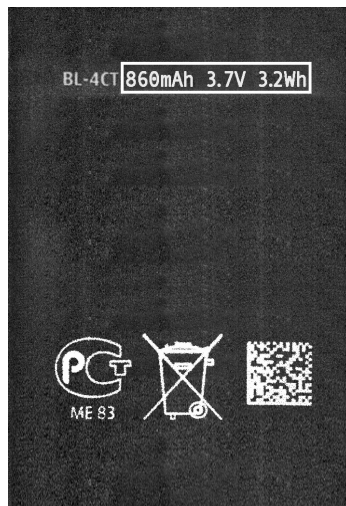


תרשים 2

- ד. קבע איזה מן האיורים 1-6 מתאר נכונה את השדה השקול שנוצר על ידי שני הכדורים הטעונים B_1 ו- B_2 כאשר הכדור השמאלי הוא B_1 והכדור הימני הוא B_2 . נמק את קביעתך. (7 נקודות)
- משחררים את שני הכדורים ומאפשרים להם לנוע על המשטח האופקי החלק. ברגע מסוים הכדור B_1 חולף בנקודה D והכדור B_2 חולף בנקודה H. הנקודות D ו- H אינן מסומנות בתרשים 1.
- ה. קבע אם גודל הכוח החשמלי הפועל על כדור B_1 בנקודה D קטן מגודל הכוח החשמלי הפועל על כדור B_2 בנקודה H, גדול ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך. (5 נקודות)
- ו. קבע אם גודל המהירות של כדור B_1 בנקודה D קטן מגודל המהירות של כדור B_2 בנקודה H, גדול ממנו או שווה לו. אין צורך לנמק. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. בתמונה שלפניך מוצגת סוללה של מכשיר טלפון נייד מן הדור הישן (דור 2).



תרשים 1

מאפייני הסוללה הם: כמות האנרגייה האגורה בסוללה, 3.2Wh (ואט \times שעה); הכא"מ, 3.7V ; וכמות המטען, 860mAh (מילי-אמפר \times שעה).

א. בטא את כמות האנרגייה האגורה בסוללה בג'ולים (J) ואת כמות המטען בקולון (C). (5 נקודות)

כדי לבדוק את הסוללה, מרכיבים מעגל ובו הסוללה ומכשיר המדמה את הטלפון הנייד.

בבדיקות מודדים את עוצמת הזרם ואת מתח ההדקים במצבי העבודה השונים של המכשיר, לדוגמה: המתנה, שיחה וגלישה באתר אינטרנט.

בטבלה שלפניך מוצגות כמה מתוצאות הבדיקה.

800	600	400	200	100	50	עוצמת הזרם (mA)
1.7	2.2	2.7	3.0	3.3	3.5	מתח ההדקים (V)

ב. על פי התוצאות המוצגות בטבלה, סרטט גרף של מתח ההדקים כפונקציה של עוצמת הזרם הזורם בסוללה. (7 נקודות)

ג. (1) מצא על פי הגרף את הכא"מ של הסוללה. פרט את שיקוליך.

(2) היעזר בגרף וחשב את ההתנגדות הפנימית של הסוללה.

(8 נקודות)

ד. (1) חשב את ההספק המושקע על ידי הסוללה (P_{in}) כאשר עוצמת הזרם $I = 300\text{mA}$.

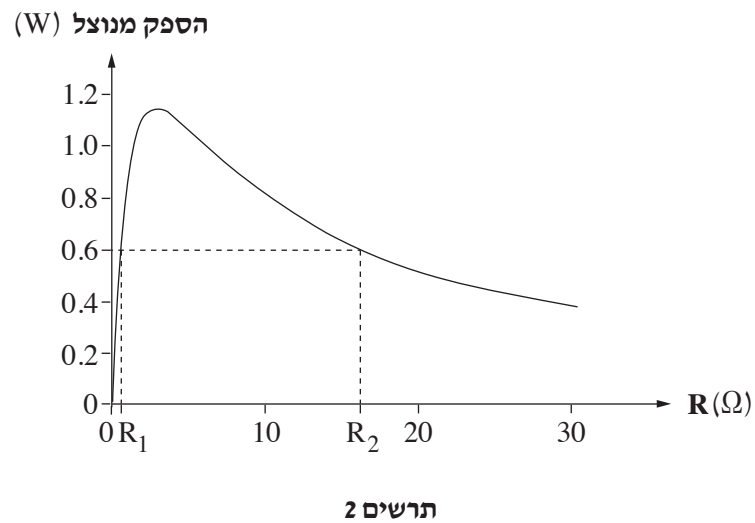
(2) חשב את ההספק המנוצל על ידי המכשיר (P_{out}) כאשר עוצמת הזרם $I = 300\text{mA}$.

(8 נקודות)

/המשך בעמוד 5/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

לפניך גרף המתאר את ההספק המנוצל על ידי המכשיר כפונקציה של התנגדות המכשיר.

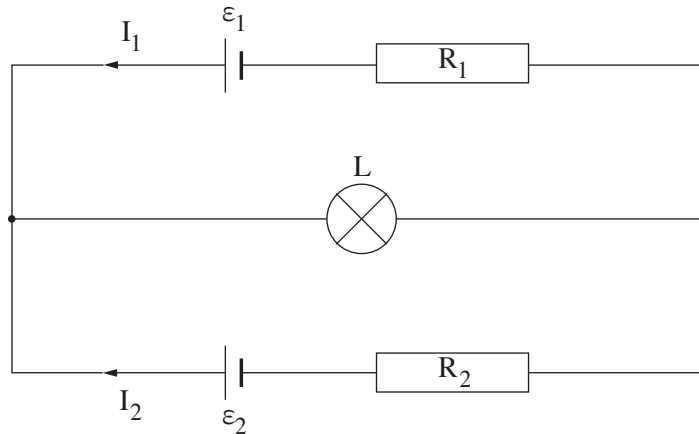


הספק מנוצל של 0.6W מתקבל עבור שתי התנגדויות שונות של המכשיר, R_1 ו- R_2 ($R_2 > R_1$, ראה תרשים 2).

ה. קבע באיזו התנגדות – R_1 או R_2 – הסוללה תתחמם יותר. נמק את קביעתך. ($\frac{5}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

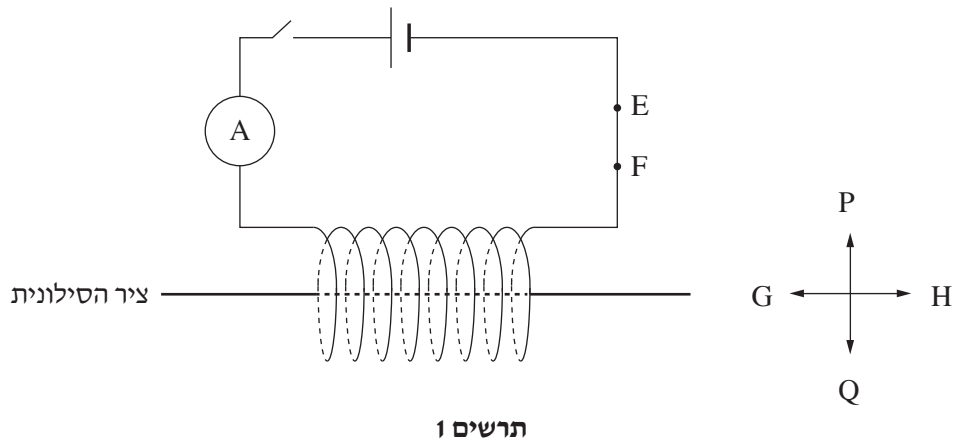
3. לפניך תרשים של מעגל חשמלי המורכב משני מקורות מתח אידאליים ε_1 ו- ε_2 , נורה L , שני נגדים R_1 ו- R_2 ותילים אידאליים.



- מוסיפים למעגל מד-זרם שמודד את הזרם I_3 העובר דרך הנורה, ומד-מתח שמודד את המתח על הנגד R_2 . שני מכשירי המדידה אידאליים.
- א. העתק את התרשים למחברתך. הוסף לתרשים שבמחברתך את מד-הזרם ואת מד-המתח. (8 נקודות)
- נתון: $\varepsilon_1 = 18V$, $\varepsilon_2 = 30.4V$, $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 12\Omega$. על הנורה רשום $12V, 36W$.
- ב. חשב את ההתנגדות של הנורה, R_L . (6 נקודות)
- ג. כל אחד משני חוקי קירכהוף מבטא חוק שימור.
 ג. (1) כתוב במילים את שני חוקי קירכהוף.
 (2) ציין איזה חוק שימור מבטא כל אחד מחוקי קירכהוף.
 (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- ד. כתוב משוואות שאפשר לחשב לפיהן את עוצמת הזרם I_3 שזורם דרך הנורה. **אין צורך לחשב.** (6 נקודות)
- ה. חשב את עוצמת הזרם שעובר במקור המתח ε_1 . (7 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

4. בתרשים 1 שלפניך מתואר מעגל חשמלי שמורכב ממקור מתח, סילוניית (ארוכה), מד-זרם, מפסק ותילים.



סגרו את המפסק ובסילוניית זרם זרם I_1 .

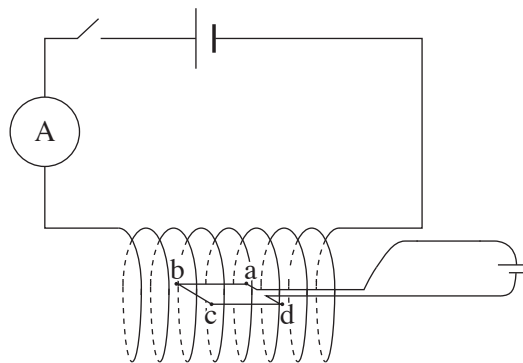
א. (1) קבע מהו כיוון הזרם במעגל: מ- E ל- F או מ- F ל- E.

(2) קבע מהו הכיוון של השדה המגנטי, B_1 , בתוך הסילוניית: P, Q, H או G (ראה את סימון החיצים בתרשים 1).

נמק את קביעתך.

(8 נקודות)

הכניסו לתוך הסילוניית מסגרת ריבועית מוליכה abcd כמתואר בתרשים 2, שדרכה זרם זרם I_2 . הצלע cd של המסגרת מקבילה לציר הסילוניית.



נתון: צפיפות הליפופים של הסילוניית היא 6,000 ליפופים למטר, $I_1 = 0.1A$, $I_2 = 20A$,

אורך צלע המסגרת abcd הוא 4 cm.

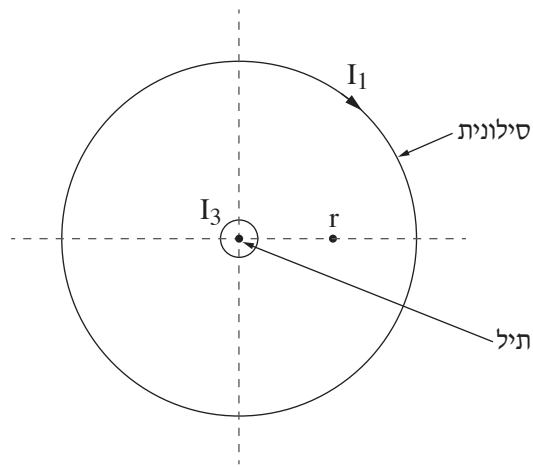
ב. חשב את הכוח המגנטי (גודל וכיוון) הפועל על כל אחת מן הצלעות ab, bc. פרט את שיקולך.

($11\frac{1}{3}$ נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 8/

הוציאו את המסגרת מן הסילוניית והניחו לאורך ציר הסילוניית תיל מוליך ארוך מאוד שזורם בו זרם $I_3 = 20A$. לפניך תרשים של הסילוניית והתיל במבט מן הצד (חתך רוחב), כיוון הזרם בסילוניית, I_1 , בכיוון השעון, וכיוון הזרם בתיל, I_3 , "החוצה מן הדף".



תרשים 3

- ג. העתק את תרשים 3 למחברתך. סמן בנקודה r בתרשים שבמחברתך את כיוון השדה המגנטי שנוצר על ידי הסילוניית, B_1 , ואת כיוון השדה המגנטי שנוצר על ידי התיל, B_3 . (8 נקודות)
- ד. חשב באיזה מרחק מציר הסילוניית גודל השדה B_1 שווה לגודל השדה B_3 . (6 נקודות)

קיבול

5.

במהלך ניסוי הרכיבה תלמידה מעגל חשמלי טורי מן הרכיבים האלה:

סוללה, מפסק, נגד R , קבל C , תילי חיבור ומכשירי מדידה – מד זרם (אמפרמטר) ושלושה מדי מתח (וולטמטרים), המודדים את המתח בין הדקי הסוללה V_1 , המתח על הנגד V_2 והמתח על הקבל V_3 . הקבל C הוא קבל לוחות שבין לוחותיו לא הוכנס חומר דיאלקטרי ($\epsilon_r = 1$).

נתון כי הסוללה, תילי החיבור ומכשירי המדידה אידיאליים.

א. סרטט במחברתך את המעגל החשמלי המתואר. (4 נקודות)

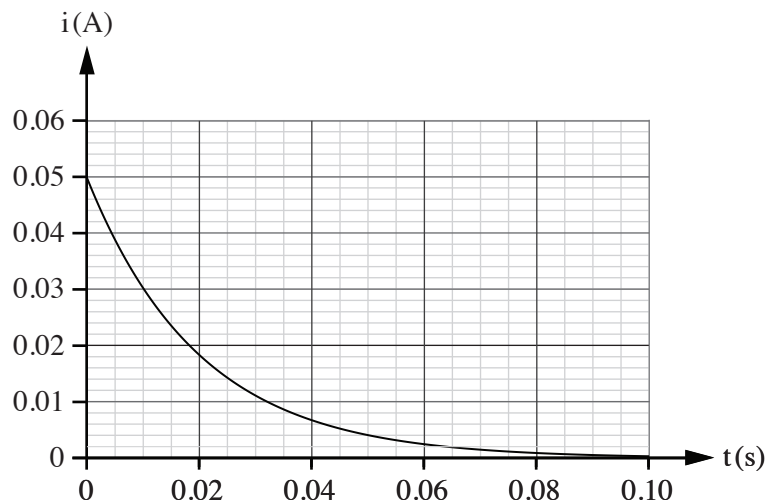
ב. רשום משוואה המקשרת בין שלושת ערכי המתח הנמדדים V_1 , V_2 ו- V_3 . (נקודה אחת)

שלב א של הניסוי:

ברגע $t = 0$, כאשר הקבל לא היה טעון, התלמידה סגרה את המפסק.

הגרף שלפניך מתאר את עוצמת הזרם במעגל כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$.

הזרם במעגל כפונקציה של הזמן



תרשים 1

נתון: $C = 20\mu\text{F}$.

ג. הסתמך על הגרף וחשב את:

(1) התנגדות הנגד R .

(2) המתח על הנגד (V_2) ברגע $t = 0$.

(10 נקודות)

שלב ב של הניסוי:

כעבור זמן רב מאוד פתחה התלמידה את המפסק, והגדילה פי 2 את המרחק בין הלוחות.

ד. חשב את המתח על הקבל (V_3) לאחר השינוי. (7 נקודות)

ה. קבע אם לאחר השינוי עוצמת השדה החשמלי בין הלוחות גדלה, קטנה או לא השתנתה. הסבר את קביעתך.

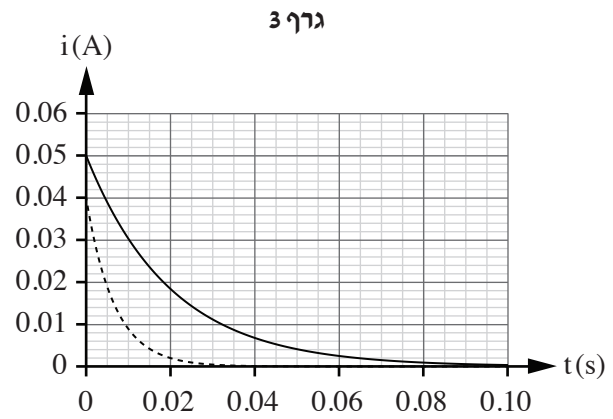
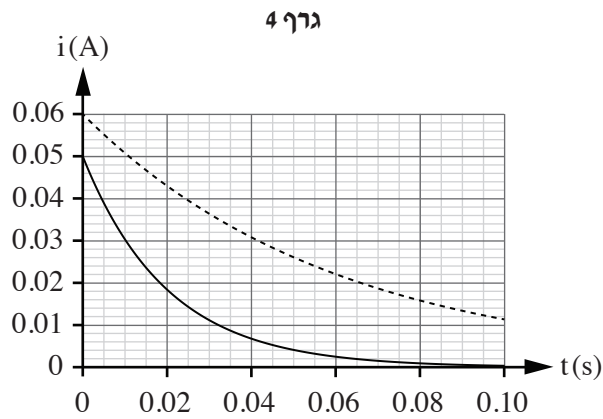
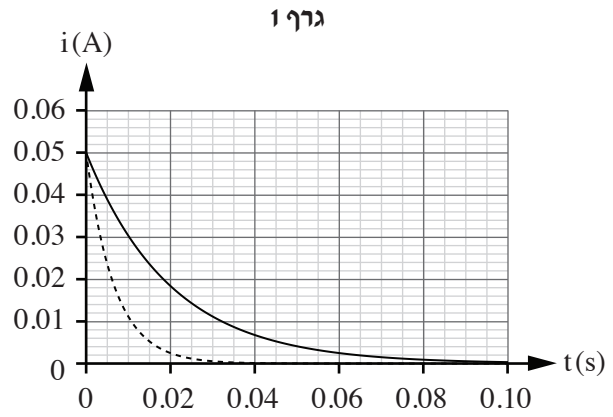
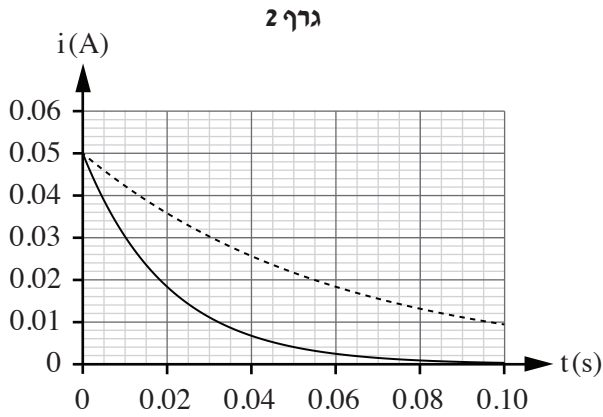
(5 נקודות)

/המשך בעמוד 10/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

שלב ג של הניסוי:

התלמידה החזירה את הקבל למצב ההתחלתי כפי שהיה ברגע $t = 0$ בשלב א. היא מילאה את כל הנפח שבין הלוחות בחומר שהמקדם הדיאלקטרי שלו $\epsilon_r = 3$, סגרה את המפסק וחיכתה זמן רב. בתרשים 2 שלפניך מוצגים ארבעה גרפים המתארים עוצמת זרם כפונקציה של זמן. הקו הרציף מתאר את הזרם במעגל לפני הוספת החומר הדיאלקטרי (כמתואר בתרשים 1) ואילו הקו המקווקו מתאר את הזרם במעגל לאחר הוספת החומר הדיאלקטרי.



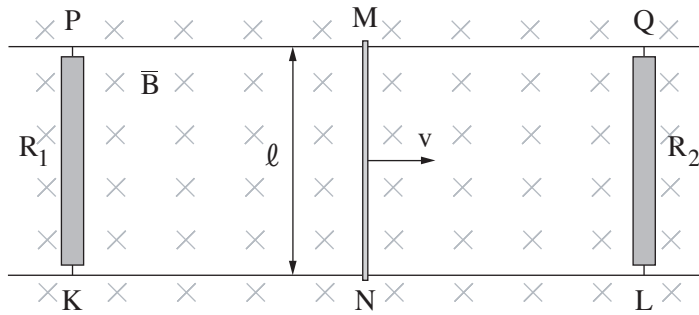
תרשים 2

נ. קבע איזה מבין ארבעת הגרפים 1-4 מתאר נכונה את הזרם כפונקציה של הזמן בשני המצבים. נמק את קביעתך.
($\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 11/

השאלה

6. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת המורכבת משתי מסילות חלקות, PQ ו- KL, שהתנגדותן זניחה. המסילות מונחות על שולחן אופקי במקביל זו לזו. המרחק בין המסילות הוא ℓ . נגד R_1 מחבר בין הנקודות P ו- K שעל המסילות, ונגד R_2 מחבר בין הנקודות Q ו- L שעל המסילות. מוט מוליך MN, שהתנגדותו ניתנת להזנחה, נע על המסילות PQ ו- KL ללא חיכוך, במהירות קבועה שגודלה v וכיוונה ימינה. המוט נע בניצב לשתי המסילות. המערכת נמצאת בתוך שדה מגנטי אחיד שגודלו B וכיוונו "לתוך הדף", בניצב אליו. התנגדות האוויר זניחה.



נתון: $R_2 = 10\Omega$, $R_1 = 5\Omega$, $B = 10^{-2}T$, $v = 5 \frac{m}{s}$, $\ell = 0.1m$.
 במוט MN נוצר כא"מ מושרה.

- א. קבע לאיזו מן הנקודות, M או N, יש פוטנציאל גבוה יותר. הסבר את קביעתך. (5 נקודות)
- ב. חשב את הכא"מ המושרה בין הנקודות M ו- N. (5 נקודות)
- ג. חשב את עוצמת הזרם וקבע את כיוונו בכל אחד מן הרכיבים האלה: הנגד R_1 , הנגד R_2 , והמוט MN. (10 נקודות)
- ד. קבע אם על המוט MN (הנע במהירות קבועה) מופעל כוח חיצוני.
- ה. אם כן – חשב את גודלו וקבע את כיוונו. אם לא – נמק את קביעתך. (8 נקודות)
- ה. מהו מקור האנרגייה במערכת זו? (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

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

פיזיקה חשמל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה וארבעים וחמש דקות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן.
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת 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.

בהצלחה!

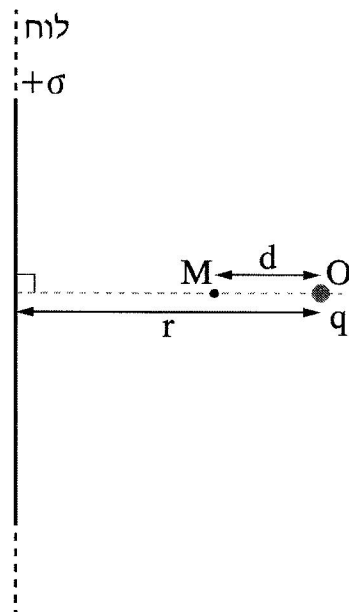
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

(לכל שאלה — $3\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

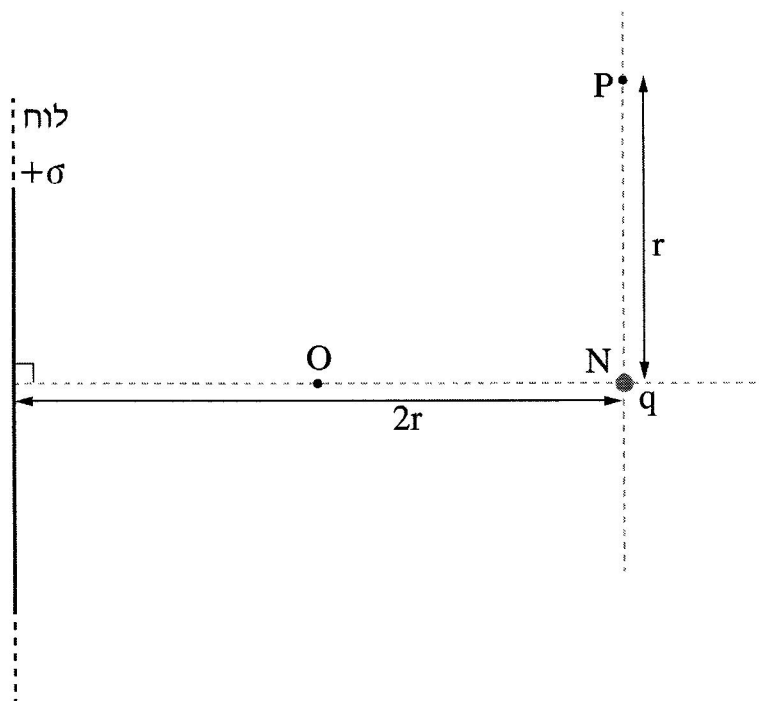
1. בתרשים 1 מוצג לוח אינ-סופי דק הטעון בצפיפות מטען $+\sigma$. בנקודה O, הנמצאת במרחק r מימין ללוח, נמצא מטען נקודתי q. יש להזניח את כוח הכובד. נתון כי בנקודה M הנמצאת במרחק d משמאל לנקודה O, השדה החשמלי השקול מתאפס.



תרשים 1

- א. קבע מהו הסימן של המטען q. הסבר את קביעתך. (5 נקודות)
- ב. בטא את גודל המטען q באמצעות הפרמטרים σ ו-r d. (8 נקודות)

בשלב שני מרחיקים את המטען q מן הנקודה O אל הנקודה N הנמצאת במרחק $2r$ מן הלוח האינסופי (ראה תרשים 2).



תרשים 2

במקרה זה השדה מתאפס במרחק s משמאל לנקודה N .

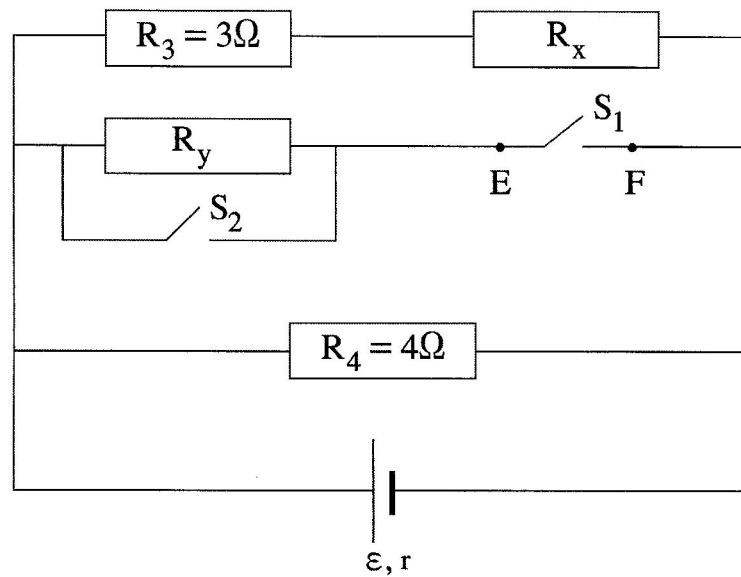
ג. קבע אם המרחק s גדול מן המרחק d (המסומן בתרשים 1), קטן ממנו או שווה לו. הסבר את קביעתך. (8 נקודות)

ד. בטא את העבודה הדרושה כדי להעביר את המטען q מן הנקודה O לנקודה N . בתשובתך השתמש בפרמטרים σ , ϵ_0 , q , r . (6 נקודות)

בשלב שלישי מעבירים את המטען q מן הנקודה N אל נקודה P הנמצאת במרחק r מן הנקודה N . הנקודות N ו- P נמצאות על קו מקביל ללוח האינסופי (ראה תרשים 2).

ה. קבע את גודל העבודה הדרושה כדי להעביר את המטען מ- N ל- P . הסבר את קביעתך. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

2. בתרשים 1 שלפניך מתואר מעגל חשמלי הכולל תילים שהתנגדותם זניחה, שני מפסקים S_1 ו- S_2 , מקור מתח שהכא"מ שלו הוא ε והתנגדותו הפנימית היא $r = 1\Omega$, וארבעה נגדים שהתנגדויות שלהם: $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 4\Omega$. שים לב: בתרשים מסומנים רק מקומותיהם של הנגדים R_3 ו- R_4 . שני הנגדים האחרים מיוצגים על ידי R_x ו- R_y .



תרשים 1

בשלב הראשון המפסק S_1 סגור והמפסק S_2 פתוח (לא זורם זרם דרכו).

נתון שההתנגדות השקולה של ארבעת הנגדים היא $R_T = 1\Omega$.

א. קבע איזה מן הנגדים, R_x ו- R_y , הוא R_1 , ואיזה מהם הוא R_2 .

פרט את שיקולך. (6 נקודות)

ב. נתון כי דרך הנגד R_3 זורם זרם של 3A.

(1) חשב את עוצמת הזרם הזורם דרך מקור המתח.

(2) חשב את הכא"מ של מקור המתח.

($8\frac{1}{3}$ נקודות)

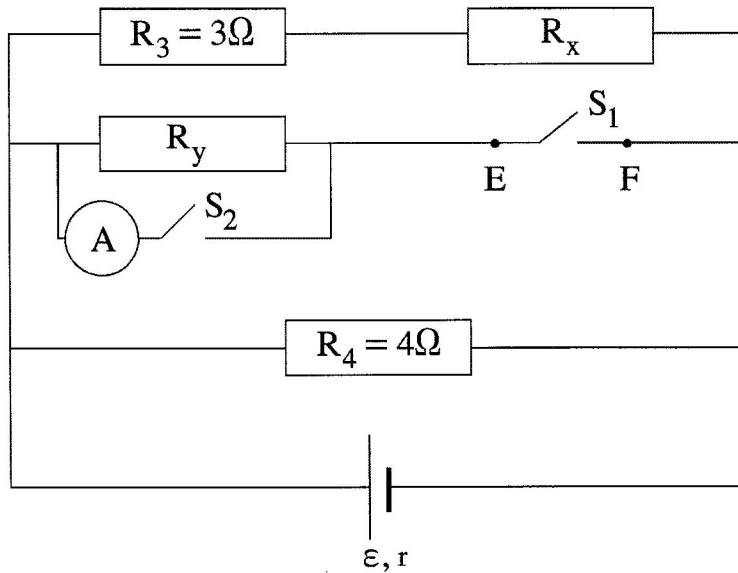
בשלב השני פותחים את המפסק S_1 (שני המפסקים פתוחים).

ג. קבע אם בעקבות פתיחת המפסק S_1 , הזרם דרך מקור המתח גדל, קטן או

אינו משתנה. הסבר את קביעתך. (6 נקודות)

ד. חשב את המתח V_{EF} (המתח על המפסק S_1). (6 נקודות)

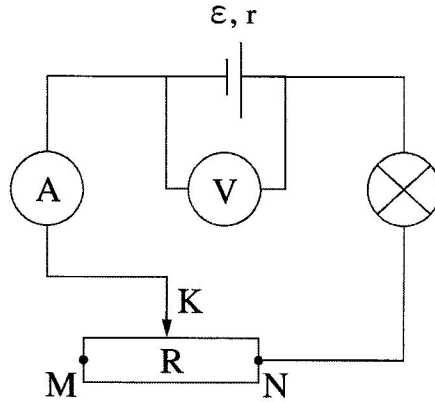
בשלב השלישי נכנסו למעבדה תלמידים שאינם לומדים במגמת פיזיקה. הם סגרו את שני המפסקים והוסיפו למעגל אמפרמטר אידאלי במקביל לנגד R_y (ראה תרשים 2).



תרשים 2

- ה. (1) חשב את עוצמת הזרם שמראה האמפרמטר.
 (2) קבע מהי עוצמת הזרם דרך הנגד R_4 . הסבר את קביעתך.
 (7 נקודות)

3. תלמיד בנה מעגל חשמלי הכולל מקור מתח ϵ אידאלי, נורה שהתנגדותה קבועה במהלך הניסוי, נגד משתנה R , מכשירי מדידה אידאליים (וולטמטר ואמפרמטר) ותילים שהתנגדותם זניחה. קצותיו של הנגד המשתנה מסומנים באותיות M ו- N , והגררה שלו מסומנת באות K (ראה תרשים).



התלמיד שינה כמה פעמים את מיקום הגררה K ובכל פעם רשם את הוריית הוולטמטר והאמפרמטר. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך. אחת השורות בטבלה מתייחסת לנקודה N .

$I(A)$	$V(V)$	מיקום הגררה
0.29	21.1	1
0.60	17.5	2
0.91	14.5	3
1.20	12.5	4
1.49	9.0	5

א. סרטט במחברתך גרף של המתח V כפונקציה של הזרם I . הקפד על כל הכללים הנדרשים בסרטוט גרף. (10 נקודות)

ב. על פי הגרף:

(1) קבע את הכא"מ של מקור המתח. פרט את שיקוליך.

(2) חשב את ההתנגדות הפנימית (r) של מקור המתח.

(8 נקודות)

כאשר הגררה נמצאת באחת מן הנקודות 1-5 הנורה דולקת באור שעוצמתו גבוהה יותר מעוצמתו בכל מיקום אחר של הגררה. להזכירך, התנגדות הנורה קבועה במהלך הניסוי.

ג. קבע באיזו מבין הנקודות 1-5 (ראה טבלה) הנורה דולקת בעוצמת האור הגבוהה ביותר.

הסבר את קביעתך. (6 נקודות)

ד. חשב את הספק הנורה בנקודה זו. ($\frac{1}{3}$ 4 נקודות)

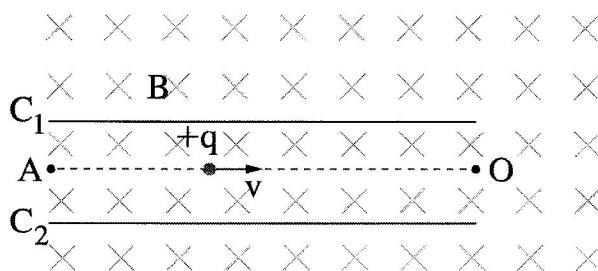
התלמיד החליף את הנורה שבמעגל הנתון בנורה אחרת, שהתנגדותה גדולה יותר. הוא חזר על

הניסוי, וסרטט גרף של V כפונקציה של I .

ה. קבע אם קו המגמה של תוצאות הניסוי השני אמור להתלכד עם קו המגמה בגרף שסרטטת

בסעיף א. נמק את קביעתך. (5 נקודות)

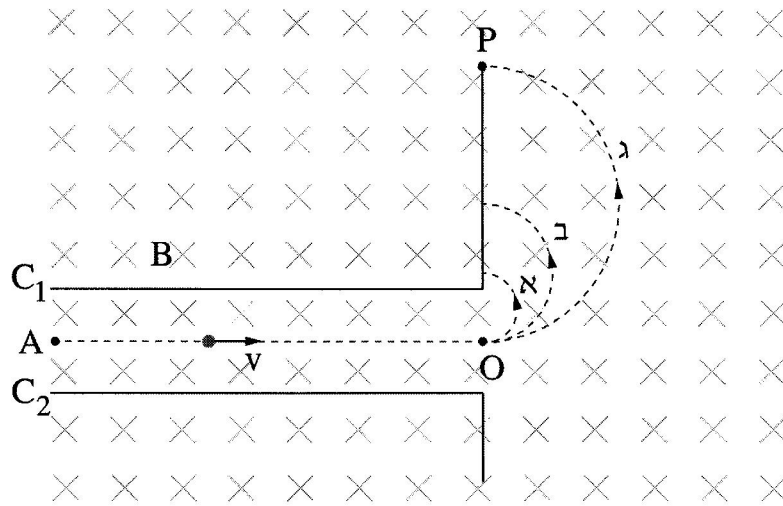
4. באמצעות ספקטרומטר מסות אפשר להפריד בין חלקיקים טעונים שיש להם מסות ומטענים שונים (יונים). בתהליך ההפרדה היונים עוברים תחילה באזור שיש בו שדה חשמלי ושדה מגנטי ("בורר מהירויות"). לאחר מכן היונים ממשיכים לאזור ששורר בו שדה מגנטי בלבד. תרשים 1 שלפניך מתאר בורר מהירויות. בבורר שורר שדה מגנטי אחיד B שכיוונו "לתוך הדף", כמתואר בתרשים. בין הלוחות C_1 ו- C_2 שורר שדה חשמלי אחיד E שכיוונו מקביל למישור הדף (השדות B ו- E מאונכים זה לזה). אחד הלוחות טעון במטען חיובי והאחר במטען שלילי. הזנח את כוח הכובד ואת התנגדות האוויר.



תרשים 1

- יון חיובי $+q$ נע ימינה בין שני הלוחות, בקו ישר AO המקביל ללוחות.
- א. סרטט במחברתך את תרשים הכוחות שפועלים על היון, וסמן את השמות של כל אחד מן הכוחות. (4 נקודות)
- ב. קבע איזה לוח, C_1 או C_2 , טעון במטען חיובי. הסבר את קביעתך. (4 נקודות)
- ג. פתח ביטוי לגודל המהירות v שבה נע היון לאורך הקו AO. (6 נקודות)
- החליפו את היון החיובי ביון שלילי $-q$ שמהירותו שווה למהירות של היון החיובי, בלי לשנות את השדה המגנטי.
- ד. קבע אם נדרש להפוך את כיוון השדה החשמלי בין הלוחות כדי שגם יון זה ינוע ימינה לאורך הקו AO. פרט את שיקוליך. (5 נקודות)

שלושה יונים: 1, 2, 3, נכנסים לתוך הספקטרומטר. הם נעים בזה אחר זה בתוך בורר המהירויות לאורך הקו AO באותה מהירות v . מן הנקודה O הם עוברים לאזור שיש בו רק שדה מגנטי, שהוא באותה עוצמה ובאותו כיוון כמו השדה השורר בבורר המהירויות. בהשפעת השדה המגנטי כל יון נע באחד מן המסלולים א, ב או ג. הצורה של כל אחד מן המסלולים היא חצי מעגל, כמתואר בתרשים 2.



תרשים 2

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על המסה והמטען של שלושת היונים.

המטען	המסה	היון
$Q_1 = q$	$M_1 = m$	1
$Q_2 = 2q$	$M_2 = m$	2
$Q_3 = q$	$M_3 = 2m$	3

ה. קבע באיזה מן המסלולים א, ב או ג נע כל אחד משלושת היונים 1, 2, 3. פרט את שיקוליך. (9 נקודות)

נתון: $E = 6.15 \cdot 10^3 \frac{V}{m}$, $B = 0.1T$, $m = 1.3 \cdot 10^{-26} kg$, $q = 1.6 \cdot 10^{-19} C$

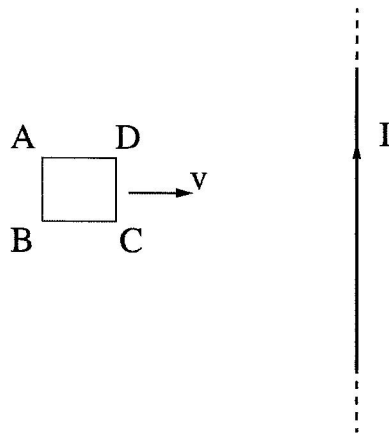
ו. חשב את המרחק OP. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 10/

5.

תלמידה ערכה סדרת ניסויים כדי לחקור את היווצרותו של זרם מושרה. היא העבירה זרם חשמלי קבוע I דרך תיל ישר וארוך מאוד (איך-סופי) הנמצא במישור הדרך (ראה תרשים 1).

בניסוי הראשון היא הניחה מסגרת ריבועית $ABCD$ במישור הדרך משמאל לתיל, וקירבה אותה לתיל במהירות קבועה v , במישור הדרך, כשהצלע CD מקבילה לתיל. ההשפעה של כוח הכובד וההשפעה של השדה המגנטי של כדור הארץ זניחות.

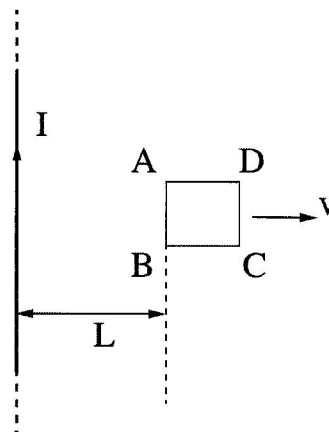


תרשים 1

א. מהו הכיוון של השדה המגנטי שיצר התיל באזור שבו המסגרת נעה? בחר באחת מן האפשרויות האלה: ימינה; שמאלה; מעלה; מטה; אל תוך הדרך; החוצה מן הדרך. (4 נקודות)

ב. קבע אם הזרם בצלע AB זורם מ- A ל- B או מ- B ל- A . הסבר את קביעתך באמצעות חוק לנץ. (6 נקודות)

בניסוי השני הניחה התלמידה את המסגרת במישור הדרך מימין לתיל והרחיקה אותה ממנו במהירות קבועה v (ראה תרשים 2).



תרשים 2

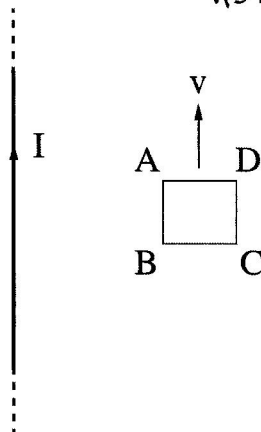
ג. קבע אם הזרם בצלע AB זורם כעת מ-A ל-B או מ-B ל-A. (6 נקודות)
 ברגע מסוים, כאשר הצלע AB של המסגרת הייתה במרחק L מן התיל (ראה תרשים 2), זרם דרכה זרם I_1 בכיוון שקבעת בסעיף ג. אורך הצלע של המסגרת הוא a.

ד. (1) העתק למחברתך את תרשים המסגרת ABCD. הוסף לתרשים חצים המייצגים באופן איכותי את הכיוון ואת הגודל של הכוחות המגנטיים הפועלים על כל אחת מצלעותיה. הקפד שאורכי החצים ייצגו בצורה יחסית את גודלו של כל אחד מן הכוחות.

(2) בטא באמצעות הפרמטרים I, I_1, a, r, L , את הגודל של הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת, וקבע את כיוונו.

(12 נקודות)

בניסוי השלישי המסגרת ABCD נעה במישור הדף במהירות קבועה v. כיוון המהירות מקביל לתיל (ראה תרשים 3).



תרשים 3

ה. קבע אם זרם זרם בצלע AB.
 אם כן – קבע את כיוונו (מ-A ל-B או מ-B ל-A).
 אם לא – הסבר מדוע.
 ($\frac{1}{3}$ 5 נקודות)

בהצלחה!

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

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים
מועד הבחינה: ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
ק"ץ תשע"ו, 2016
מספר השאלון: 655,036002
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

פיזיקה חשמל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן.
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
(4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת 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 בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
שום "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.

בהצלחה!

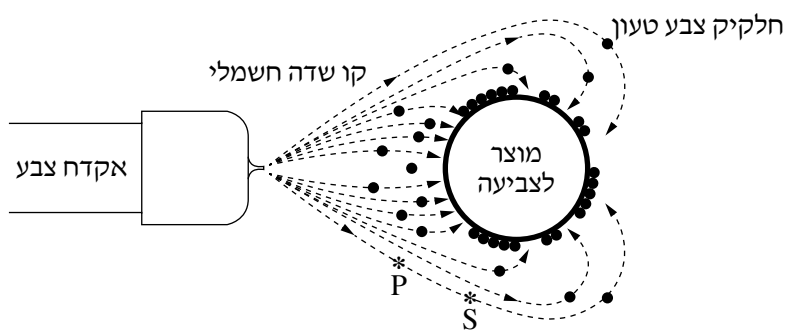
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

(לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

- 1.** כדי לשמור על איכות הסביבה, במפעלי מתכת רבים צובעים כיום מוצרים בשיטת הצביעה האלקטרוסטטית במקום לצבוע בשיטות צביעה מסורתיות. במהלך הצביעה האלקטרוסטטית אקדח צביעה מתיז אבקת צבע, המורכבת מחלקיקים שנטענים במטען חשמלי במהלך ההתזה. חלקיקי הצבע ייצמדו למוצר שהוא גוף מתכתי טעון. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת צביעה, ובה המוצר הנצבע הוא כדור מתכתי טעון. החצים שבתרשים מייצגים את הכיוון של קווי השדה החשמלי בסביבת העבודה. כוח הכובד זניח.



- א.** הגדר את המושג: "קו שדה חשמלי". ($6\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב.** היעזר בתרשים, וקבע אם המטען של חלקיקי הצבע חיובי או שלילי. נמק את קביעתך. (6 נקודות)

/המשך בעמוד 3/

חלקיק צבע שמטענו $q = 5 \cdot 10^{-13} \text{C}$ נע לאורך קו השדה מנקודה P לנקודה S (ראה תרשים).

נתון: המרחק בין P ל-S הוא $d = 0.1 \text{m}$.

הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות P ו-S הוא $|\Delta V| = 50 \text{kV}$.

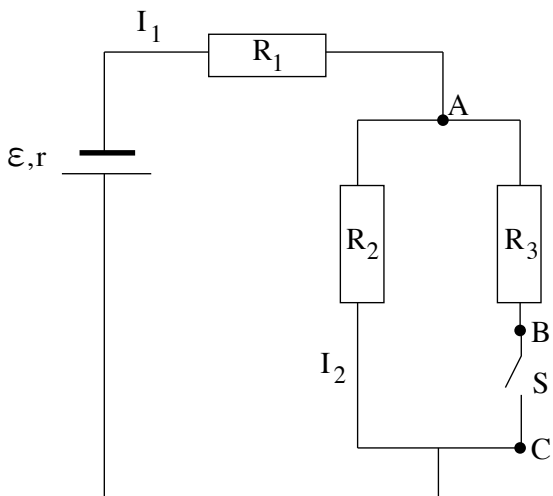
ג. קבע לאיזו משתי הנקודות, P או S, יש פוטנציאל גבוה יותר. נמק את קביעתך. (7 נקודות)

ד. הנח שהשדה החשמלי באזור שבין שתי הנקודות P ו-S הוא שדה אחיד. חשב את הכוח החשמלי שפועל על חלקיק הצבע הטעון שנע מנקודה P לנקודה S. שים לב: הקשר בין עוצמת השדה החשמלי האחיד ובין הפרש הפוטנציאלים שבין שתי נקודות שבתוכו, מוגדר כך: $E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$. (7 נקודות)

ה. חשב את שינוי האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של חלקיק הצבע בתנועתו מנקודה P לנקודה S. (7 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי הכולל מקור מתח, שלושה נגדים (R_3, R_2, R_1), מפסק S ותילי חיבור שהתנגדותם זניחה. הכא"מ של מקור המתח הוא \mathcal{E} והתנגדותו הפנימית היא r . עוצמת הזרם הזורם דרך נגד R_1 היא I_1 , ועוצמת הזרם הזורם דרך נגד R_2 היא I_2 .



בשלב הראשון המפסק S סגור (מאפשר זרימת זרם).

א. בטא באמצעות הפרמטרים R_3, R_2, R_1, r, I_2 את הגדלים האלה:

$$I_1 \quad (1)$$

$$\mathcal{E} \quad (2)$$

(10 נקודות)

ב. נתון: $r = 0.5\Omega, R_3 = 2\Omega, R_2 = 4\Omega, R_1 = 1.5\Omega, I_2 = 1A$. חשב את הכא"מ של מקור המתח, ואת מתח ההדקים במעגל. (6 נקודות)

ג. חשב את המתחים V_{AB} ו- V_{BC} . (6 נקודות)

בשלב השני פתחו את מפסק S .

ד. חזור וחשב במצב זה את המתחים V_{AB} ו- V_{BC} . (7 נקודות)

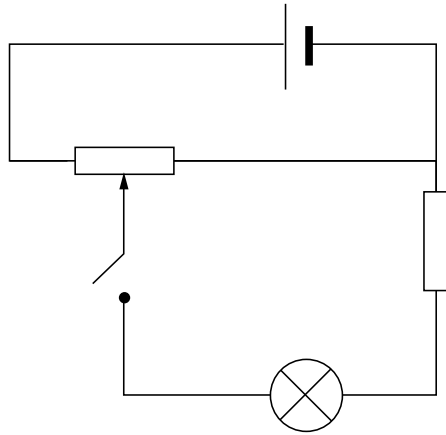
ה. באיזה משני המצבים, מפסק סגור או מפסק פתוח, נצילות המעגל גדולה יותר?

נמק את קביעתך. אין צורך לחשב. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 5/

3.

תלמידה ערכה ניסוי לבדיקת התלות שבין עוצמת הזרם בנורת להט ובין המתח על הנורה. לשם כך היא הרכיבה מעגל הכולל מקור מתח, נורה, נגד קבוע, נגד משתנה, מפסק ותילי חיבור שהתנגדותם זניחה (ראה תרשים 1).
 התלמידה ערכה מדידות אחדות בעזרת מכשירי מדידה אידיאליים. את תוצאות המדידות היא הציגה בגרף מקורב, המתאר את הקשר בין שני המשתנים (הזרם והמתח).



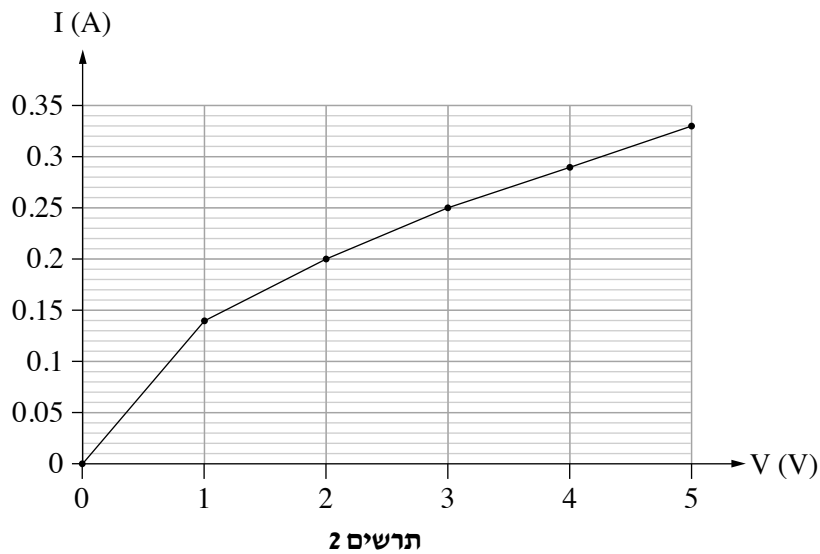
תרשים 1

א. העתק את תרשים 1 למחברתך. הוסף לתרשים המעגל שבמחברתך מדמתח ומדזרם אידיאליים, שימדדו את המתח על הנורה ואת עוצמת הזרם העובר דרכה. (8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 6/

בתרשים 2 שלפניך מוצג הגרף שסרטטה התלמידה.



על פי הגרף:

ב. חשב את התנגדות הנורה בכל אחד משני תחומי המתח:

$$0 < V < 1V \quad (1)$$

$$3V < V < 5V \quad (2)$$

(8 נקודות)

ג. חשב את הספק הנורה עבור כל אחד משני המתחים:

$$V = 1V \quad (1)$$

$$V = 5V \quad (2)$$

(8 נקודות)

ד. נתונה כמות האנרגיה המתבזבזת בנורה (בעיקר על חום) במשך שנייה אחת:

$$E = 0.132 J \quad V = 1V \quad (1)$$

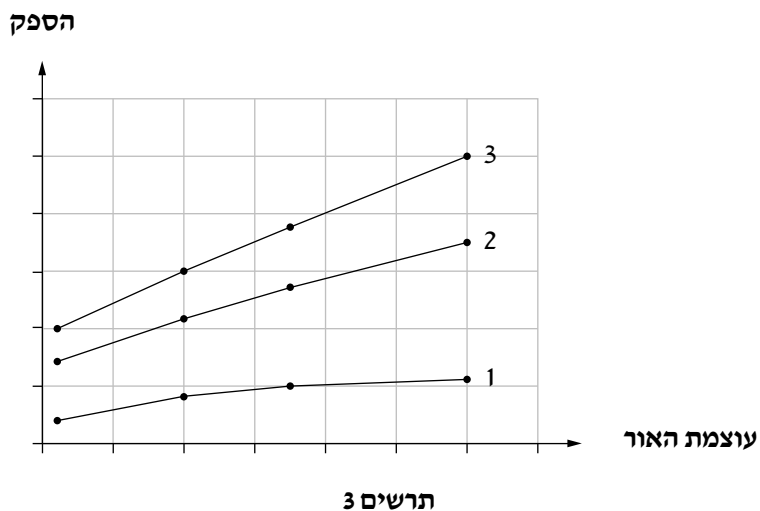
$$E = 1.52 J \quad V = 5V \quad (2)$$

חשב את נצילות הנורה עבור שני ערכי המתח (1)-(2). (6 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

נורות להט מוחלפות כיום בנורות מסוגים אחרים (כגון נורות LED או נורות PL) בעיקר בשל הנצילות הנמוכה מאוד של נורות להט.

בתרשים 3 שלפניך מוצגים ההספקים של נורת PL, נורת להט ונורת LED, כפונקציה של עוצמת האור שהן מפיקות.

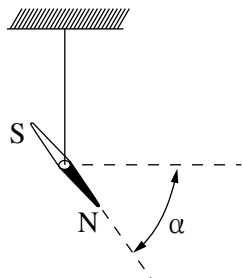


ה. קבע איזה מן הגרפים, 1, 2, או 3, מתאר נורת להט. נמק את קביעתך. (3 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

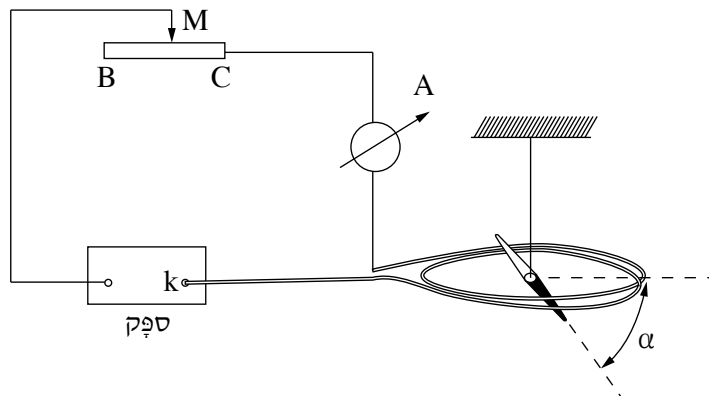
4. תלמיד ערך ניסוי למדידת הגודל של השדה המגנטי של כדור הארץ, B_E , בסביבת מגוריו. כדי למצוא את כיוון השדה, הוא תלה מחט מגנטית על חוט דק הקשור למרכז המחט. התלייה מאפשרת למחט לנוע בחופשיות.

α היא זווית ההרכנה, שהיא הזווית בין כיוון המחט ובין המישור האופקי (ראה תרשים 1). התלמיד מדד את זווית α ומצא $\alpha = 53^\circ$. תוצאה זו התקבלה בהשפעת השדה המגנטי של כדור הארץ בלבד.



תרשים 1

כדי למדוד את הגודל של השדה המגנטי, B_E , הרכיב התלמיד מעגל חשמלי ובו: ספק, נגד משתנה, מד זרם וסליל מעגלי דק הממוקם במישור האופקי. התלמיד תלה את המחט המגנטית מעל מרכז הסליל (ראה תרשים 2). נתון: הסליל הדק עשוי 4 כריכות ($N = 4$). רדיוס כל כריכה $r = 20 \text{ cm}$.



תרשים 2

התלמיד הזיז את הגרר M של הנגד המשתנה, וראה שהזווית α קטנה בהדרגה, עד שבנקודה מסוימת המחט המגנטית התייצבה במצב אופקי ($\alpha = 0^\circ$).
/המשך בעמוד 9/

- א. על פי הכיוון של השדות המגנטיים, קבע אם ההדק k של הספֵק הוא חיובי או שלילי. נמק את קביעתך. (6 נקודות)
- ב. האם במהלך הניסוי הזיז התלמיד את הגררה M של הנגד המשתנה מנקודה C לנקודה B או מנקודה B לנקודה C ? נמק את תשובתך. (6 נקודות)
- ג. כאשר המחט התייצבה במצב אופקי, מד הזרם הוֹרָה 3.2 A . חשב את גודלו של הרכיב האנכי של השדה המגנטי של כדור הארץ, $B_E \perp$. (6 נקודות)

התלמיד לא היה מרוצה מדיוק המדידה בניסוי שערך, ולכן החליט למצוא את הרכיב האנכי של השדה המגנטי, $B_E \perp$, באמצעות גרף. לשם כך הוא חזר על המדידות כמה פעמים, ובכל פעם שינה את מספר הכריכות. בכל מדידה הוא רשם את מספר הכריכות N ואת הזרם I שהתקבל כאשר המחט התלויה התייצבה במצב אופקי ($\alpha = 0^\circ$). התלמיד חישב את הערכים של $\frac{1}{I}$ ורשם גם אותם. התוצאות מוצגות בטבלה שלפניך.

N כריכות	4	6	8	10	12
I (A)	3.2	2.1	1.5	1.3	1
$\frac{1}{I}(\frac{1}{A})$	0.3	0.5	0.7	0.8	1

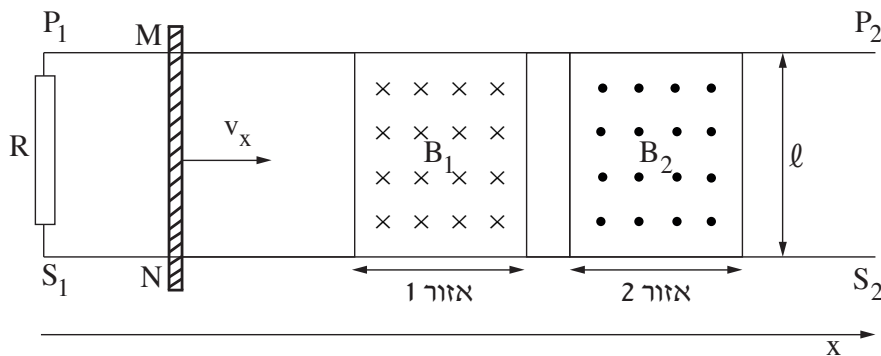
- ד. סרטט במחברתך גרף של $\frac{1}{I}$ כפונקציה של מספר הכריכות N . (9 נקודות)
- ה. חשב באמצעות שיפוע הגרף את גודל הרכיב האנכי של השדה המגנטי של כדור הארץ, $B_E \perp$. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 10/

5. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת ניסוי, במבט מלמעלה. המערכת מורכבת משתי מסילות חלקות, $S_1 S_2$ ו- $P_1 P_2$, המונחות במקביל על שולחן אופקי, במרחק ℓ זו מזו (ראה תרשים). על המסילות מונח מוט MN שמסתו m . המסילות והמוט מוליכים, והתנגדותם זניחה. (התנגדות האוויר ניתנת אף היא להזנחה).
 נגד R מחבר בין הקצוות P_1 ו- S_1 של המסילות.
 בין המסילות באזור 1 ($0 \leq x \leq 0.4\text{m}$) יש שדה מגנטי B_1 ,
 ובין המסילות באזור 2 ($0.5\text{m} \leq x \leq 0.9\text{m}$) יש שדה מגנטי B_2 .
 שני השדות קבועים, מאונכים למישור השולחן ושווים בגודלם: $|B_1| = |B_2| = 0.04\text{T}$.
 הכיוונים של השדות מסומנים בתרשים.

נתון: $\ell = 50\text{cm}$

$R = 4\Omega$



בניסוי המוט MN נכנס לאזור 1 במהירות של $v_x = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. באזור זה הופעל על המוט כוח F_1 בכיוון ציר ה- x , ולכן מהירותו נשארה קבועה.

א. קבע אם במהלך התנועה של המוט באזור 1, זרם זָרם בנגד R .
 אם לא – נמק מדוע.

אם כן – מצא את גודלו של הזרם ואת כיוונו (מ- S_1 ל- P_1 או מ- P_1 ל- S_1).
 (8 נקודות)

ב. קבע אם עבודתו של הכוח F_1 , הדרושה לקיומה של תנועה קצובה זו באזור 1 גדולה מכמות החום המתפתחת בנגד R באותו פרק זמן, קטנה ממנה או שווה לה.
 נמק את קביעתך במילים אֶן באמצעות חישוב. (6 נקודות)

/המשך בעמוד 11/

- באזור 2** הופעל על המוט MN כוח F_2 בכיוון ציר ה-x (במקום הכוח F_1), ולכן הוא נע בתאוצה קבועה $a = 5 \frac{m}{s^2}$ (שים לב שמהירותו ההתחלתית של המוט באזור זה היא $2 \frac{m}{s}$).
- ג. קבע במקרה זה את כיוונו של הזרם בנגד R (מ- S_1 ל- P_1 , או מ- P_1 ל- S_1).
- (6 נקודות)
- ד. בטא את הזרם בנגד כפונקציה של הזמן. רגע הכניסה של המוט לאזור 2 הוא $t = 0$.
- (8 נקודות)
- ה. קבע אם עבודתו של כוח F_2 , הדרושה לקיומה של תנועה זו באזור 2, גדולה מכמות החום המתפתחת בנגד R באותו פרק זמן, קטנה ממנה או שווה לה. נמק בלי לחשב.
- ($5 \frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

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

א. סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ה, 2015
מספר השאלון: 655,036002
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

פיזיקה חשמל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת 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 בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
שום "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.

בהצלחה!

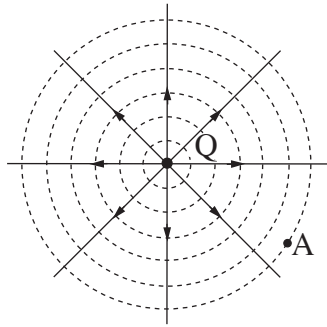
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

(לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. בתרשים 1 שלפניך מוצגים מטען נקודתי Q, כמה קווי שדה של השדה שנוצר סביבו וחתך של כמה משטחים שווים-פוטנציאל. (בשאלה זו הפוטנציאל באינסוף הוא אפס.)



תרשים 1

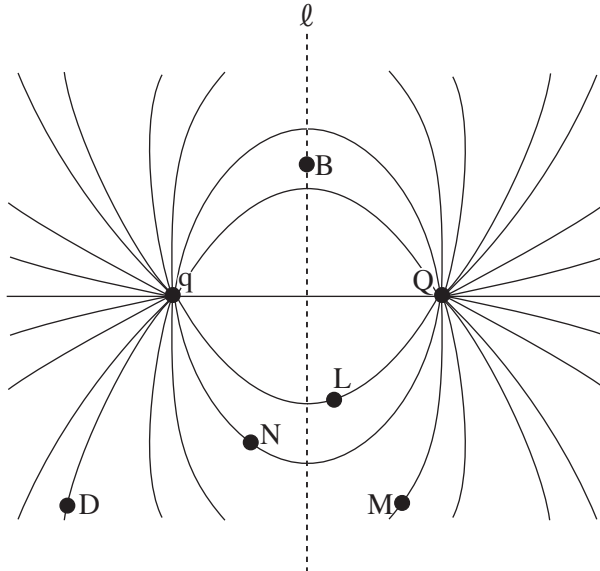
- א. האם המטען Q חיובי או שלילי? נמק. (5 נקודות)
- ב. נתון: בנקודה A, הנמצאת במרחק $d = 10 \text{ cm}$ מן המטען Q (ראה תרשים 1), עוצמת השדה החשמלי היא $E = 100 \frac{\text{V}}{\text{m}}$.
חשב את הגודל של המטען Q. (5 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 3/

מביאים מטען נקודתי נוסף, q , לנקודה הנמצאת משמאל למטען Q , ובקרבתו. בתרשים 2 שלפניך מוצגים שני המטענים הנקודתיים, Q ו- q , וכמה קווי שדה של השדה שנוצר על ידי שני המטענים.

שים לב: בתרשים 2 לא מסומנים הכיוונים של קווי השדה, והתרשים סימטרי משני צדי הישר ℓ .



תרשים 2

- ג. קבע מהו המטען q (גודל וסימן). נמק. (8 נקודות)
- ד. נקודה B נמצאת במרחקים שווים משני המטענים הנקודתיים (ראה תרשים 2).
 (1) האם עוצמת השדה החשמלי בנקודה B שווה לאפס או שונה מאפס? נמק.
 (2) האם הפוטנציאל החשמלי בנקודה B שווה לאפס או שונה מאפס? נמק.
 (10 נקודות)
- ה. נקודות D, M, N, L ממוקמות על קווי השדה הנראים בתרשים 2.
 ידוע שכדי להעביר מטען מסוים מנקודה D לנקודה N במסלול $N \leftarrow M \leftarrow L \leftarrow D$ נדרש לעשות עבודה בשיעור $W = 15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.
 מהי העבודה הדרושה כדי להעביר אותו מטען מהנקודה N ישירות לנקודה D ? נמק.
 ($5 \frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. שני תלמידי פיזיקה, נור ואור, חקרו מעגל חשמלי של פנס כיס. הם פירקו פנס כיס ישן ויצרו מעגל חשמלי הכולל את רכיביו – נורה, סוללה ומפסק. אליהם הוסיפו תילי חיבור אידאליים ושני רכיבי-מודדים אידאליים, האחד משמש מד-מתח והאחר – מד-זרם. לפניך תצלום של המעגל החשמלי שהרכיבו התלמידים.



תצלום 1

א. סרטט במחברתך תרשים סכמתי של המעגל החשמלי. השתמש בסימנים המקובלים. (5 נקודות)

התלמידים רשמו פעמיים את ההוריות של מכשירי המדידה – כאשר המפסק היה פתוח (הנורה אינה דולקת), וכאשר המפסק היה סגור (הנורה דולקת). בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות המדידות.

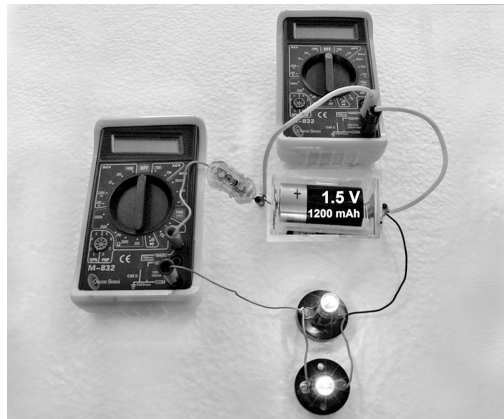
מד-הזרם	מד-המתח	ההוריה / המפסק
I(A)	V(V)	פתוח
0.0	1.50	סגור
0.3	1.35	

ב. (1) אור ציין שלפני המדידות הוא שיער שגם כאשר המפסק יהיה סגור, הוריית מד-המתח תהיה 1.5 V – הערך הרשום על הסוללה. הסבר מדוע יש הבדל בין המתח שנמדד כאשר המפסק היה סגור ובין הערך הרשום על הסוללה.

(2) חשב את ההתנגדות הפנימית של הסוללה. (11 נקודות)

ג. חשב את עוצמת הזרם בסוללה כאשר מחברים את הדקיה זה לזה באמצעות תיל מוליך חסר התנגדות (זרם קצר). (4 נקודות) / המשך בעמוד 5/

התלמידים שילבו במעגל עוד נורה, זהה לנורה של הפנס. הם חיברו את שתי הנורות כמתואר בתצלום 2.

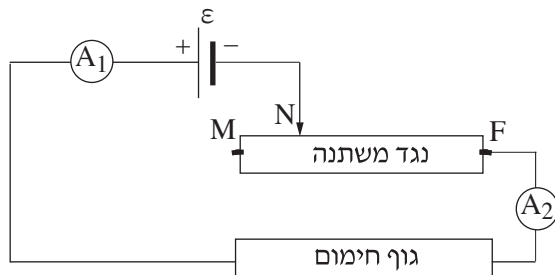


תצלום 2

- ד. (1) קבע אם במעגל חשמלי זה הוריית מד-הזרם גדולה מ- $0.3A$, קטנה מערך זה או שווה לו.
נמק את קביעתך.
- (2) קבע אם במעגל חשמלי זה הוריית מד-המתח גדולה מ- $1.35V$, קטנה מערך זה או שווה לו.
נמק את קביעתך.
 (10 נקודות)
- ה. נור הבחינה בנתון נוסף שרשום על הסוללה: $1,200 \text{ mAh}$.
 התלמידים מצאו שהפירוש של נתון זה הוא $1,200$ מיליאמפר \times שעה.
 קבע מהו הגודל הפיזיקלי שנתון זה מייצג. פרט את שיקוליך. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

3. במעגל המוצג בתרשים 1 שלפניך מחוברים גוף חימום שהתנגדותו $R = 23\Omega$, נגד משתנה MF שהתנגדותו המרבית $R = 23\Omega$, מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 230\text{ V}$ ושני מד-זרם A_1 ו- A_2 . ההתנגדויות של כל הרכיבים זניחות, מלבד אלה של שני הנגדים.

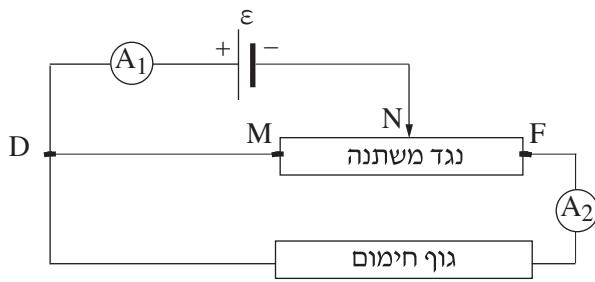


תרשים 1

- א. מזיזים את המגע הנייד מהנקודה M לעבר הנקודה F. לפניך ארבעה היגדים i-iv. קבע מהו ההיגד הנכון ונמק את קביעתך.
- הוריית A_1 גדלה, והוריית A_2 קטנה.
 - הוריית A_1 קטנה, והוריית A_2 גדלה.
 - הוריות A_1 ו- A_2 גדלות.
 - הוריות A_1 ו- A_2 קטנות.
- (3 נקודות)
- מחזירים את נקודת המגע N לאמצע הנגד המשתנה MF.
- ב. חשב את הגדלים האלה:
- (1) עוצמת הזרם בגוף החימום.
 - (2) כמות החום המתפתחת בגוף החימום במשך 5 דקות.
- (14 נקודות)
- ג. חשב את נצילות המעגל, בהנחה שהחום המתפתח בגוף החימום מנוצל במלואו והחום המתפתח בנגד המשתנה אינו מנוצל כלל. (7 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

7. מוסיפים למעגל תיל חסר התנגדות המחבר בין הנקודות M ו- D (ראה תרשים 2).

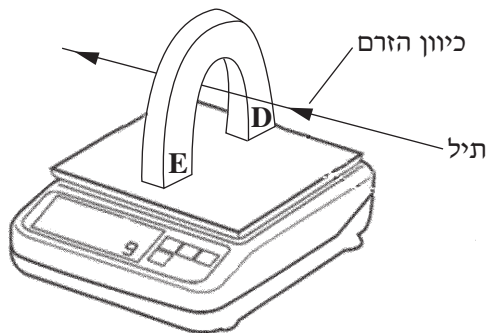


תרשים 2

- (1) האם במעגל זה הוריית מד-הזרם A_1 גדולה מהוריית מד-הזרם A_2 , קטנה ממנה או שווה לה? נמק.
- (2) קבע אם הנצילות של מעגל זה גדולה מנצילות המעגל שחישבת בתשובתך על סעיף ג, קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעתך.
- ($\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

4. התרשים שלפניך מתאר ניסוי שערך תלמיד. התלמיד הציב מאזניים דיגיטליים על שולחן והפעיל אותם. הוריית המאזניים הייתה 0.0.
אחר כך הוא הציב מגנט פרסה על המשטח העליון של המאזניים. קוטבי המגנט מסומנים בתרשים באותיות D ו-E.
לבסוף העביר התלמיד תיל מוליך בין קוטבי המגנט כמתואר בתרשים: התיל אינו מונח על משטח המאזניים ולא על המגנט, וכיוונו מאונך לכיוון קווי השדה המגנטי שמקורם במגנט. התיל מחובר בטור למקור מתח ולמד-זרם (שאינם נראים בתרשים).
הנח כי השדה המגנטי באזור המאזניים קבוע, וכי האורך של קטע התיל הנמצא בשדה המגנטי הוא $\ell = 0.1 \text{ m}$.
בתשובותיך הזנח את השפעות השדה המגנטי של כדור הארץ על מערכת הניסוי.



התלמיד העביר בתיל זרמים בכמה עוצמות. בכל העברת זרם הוא מדד את עוצמת הזרם בתיל ואת הוריית המאזניים. תוצאות המדידות מוצגות בשורות 1, 2 בטבלה שלפניך.
בסוף הניסוי החסיר התלמיד מכל אחד מערכי הוריית המאזניים שמדד (שורה 2 בטבלה)
את ערך הוריית המאזניים שהתקבל בעוצמת זרם אפס. תוצאות החישובים האלה הם ערכי הכוח F (שורה 3 בטבלה).

20	16	12	8	4	0	עוצמת הזרם בתיל – I (A)	1
1.555	1.548	1.530	1.524	1.509	1.500	הוריית המאזניים (N)	2
0.055	0.048	0.030	0.024	0.009	0	הכוח F (N)	3

- א. היעזר בנתונים שבטבלה וחשב את מסת המגנט. (3 נקודות)
- ב. כאשר עוצמת הזרם הייתה 4A כיוון הזרם היה כמתואר בתרשים. האם במהלך הניסוי שינה התלמיד את כיוון הזרם? נמק. (6 נקודות)

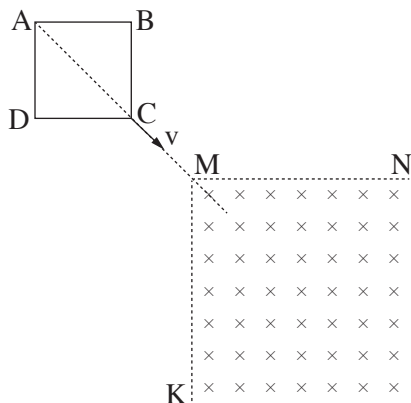
/המשך בעמוד 9/

- ג. האם הקוטב של המגנט המסומן ב- D הוא הקוטב הצפוני (N) של המגנט או הקוטב הדרומי (S) שלו? נמק. (8 נקודות)
- ד. (1) סרטט במחברתך דיאגרמת פיזור של הכוח F (שורה 3 בטבלה), כפונקציה של עוצמת הזרם בתיל – I (שורה 1 בטבלה).
- (2) הוסף לדיאגרמת הפיזור קו מגמה קווי (לינארי). (10 נקודות)
- ה. חשב את עוצמת השדה המגנטי באזור המאזניים. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 10/

5

בתרשים שלפניך מוצגת מסגרת ריבועית ABCD. המסגרת עשויה תיל מוליך ואחיד שהתנגדותו הכוללת היא R. מושכים את המסגרת במהירות קבועה שגודלה v וכיוונה לאורך המשך האלכסון AC של הריבוע, כמתואר בתרשים.



באזור ששניים מגבולותיו הם MN ו-MK המאונכים זה לזה, יש שדה מגנטי אחיד שגודלו B, וכיוונו אל תוך הדף (ראה תרשים).

ברגע $t_0 = 0$ הקדקוד C של המסגרת מגיע לקדקוד M של אזור השדה המגנטי, וצלעות הריבוע AB ו-AD מקבילות בהתאמה לצלעות MN ו-MK של אזור השדה המגנטי. ברגע $t = T$ קדקוד A מגיע לקדקוד M. t הוא רגע כלשהו בין הרגע t_0 לרגע T.

א. (1) מדוע זורם בתיל זרם ברגע t?

(2) האם כיוון הזרם בתיל ברגע t הוא בכיוון התנועה של מחוגי השעון או בכיוון המנוגד

לכיוון התנועה של מחוגי השעון? נמק.

(8 נקודות)

ב. בתת-סעיפים (1)-(3) שלפניך בטא את הגדלים ברגע t באמצעות נתוני השאלה

(B, v, R, t) (או באמצעות חלק מהם).

(1) השטף המגנטי דרך הריבוע התחום על ידי המסגרת.

(2) הכא"מ המושרה בתיל.

(3) עוצמת הזרם בתיל.

(20 נקודות)

ג. האם בפרק הזמן שבין t_0 ל-T עוצמת הזרם במסגרת היא קבועה? נמק. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

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

א. סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ד, 2014
מספר השאלון: 655,036002
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

פיזיקה חשמל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת 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 בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
שום "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.

בהצלחה!

/המשך מעבר לדף/

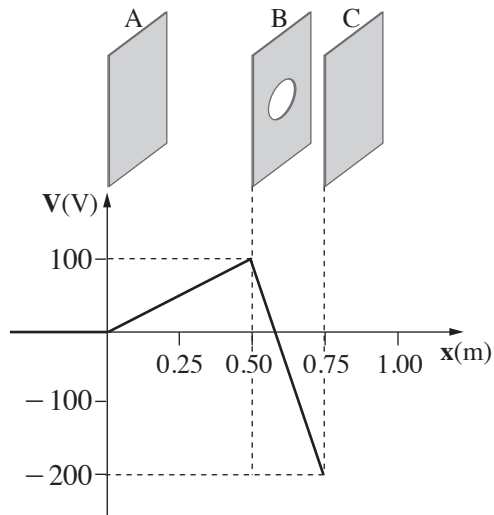
השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 5-1.

(לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. מערכות חשמליות רבות, לדוגמה מערכת להאצת חלקיקים, כוללות לוחות טעונים בדומה למערכת המוצגת לפניך.

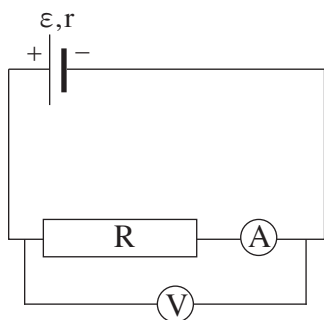
המערכת כוללת שלושה לוחות ארוכים מאוד וטעונים: A, B, C, המוצבים במקביל זה לזה במרחקים שונים, כמתואר באיור. במרכזו של לוח B יש חור קטן. הגרף שלפניך מתאר את הפוטנציאל החשמלי בין הלוחות.



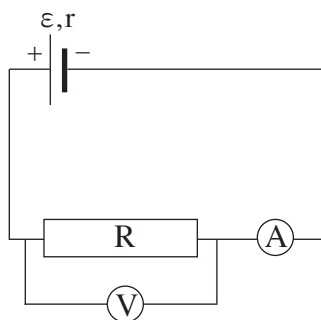
- א. קבע את הכיוון של השדה החשמלי בין לוח A ללוח B, ואת הכיוון של השדה החשמלי בין לוח B ללוח C. נמק את קביעותיך. (6 נקודות)
- ב. חשב את עוצמת השדה החשמלי בין לוח A ללוח B (E_{AB}), ואת עוצמת השדה החשמלי בין לוח B ללוח C (E_{BC}). ($7\frac{1}{3}$ נקודות)
- חלקיק טעון במטען שלילי משוחרר ממנוחה ממרכז לוח A.
- ג. הסבר מדוע תנועת החלקיק בין לוח A ללוח B היא תנועה שווה תאוצה (הזנח את כוח הכבידה הפועל על החלקיק). (6 נקודות)
- ד. חשב את המהירות המרבית (המקסימלית) של החלקיק בתנועתו בין לוח A ללוח B. נתון: מסת החלקיק $m = 8 \times 10^{-25} \text{ kg}$ ומטען החלקיק $q = -6.4 \times 10^{-19} \text{ C}$. (8 נקודות)
- ה. החלקיק עובר לאזור שבין לוח B ללוח C דרך החור הקטן שבלוח B. האם החלקיק יגיע ללוח C? נמק. (6 נקודות)
- /המשך בעמוד 3/

2. תלמידה הרכיבה שני מעגלים חשמליים הכוללים מרכיבים זהים:

סוללה בעלת כ"מ ϵ והתנגדות פנימית r , נגד משתנה R , מד מתח V ומד זרם A (ראה תרשים א ותרשים ב).



תרשים ב



תרשים א

א. התלמידה הרכיבה במעגלים מד זרם שאינו אידאלי. קבע אם המתח הנמדד בשני המעגלים שווה או שונה. אם המתח הנמדד שווה – הסבר מדוע. אם המתח הנמדד שונה – קבע באיזה מעגל הוא גדול יותר, והסבר מדוע. (8 נקודות).

התלמידה החליפה את מד הזרם במעגל המתואר בתרשים א, במד זרם אידאלי. היא ערכה ניסוי שבו שינתה כמה פעמים את ההתנגדות של הנגד המשתנה. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניך.

0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	I(A)
0	0.20	0.36	0.60	0.79	V(V)

ב. סרטט גרף של המתח כפונקציה של עוצמת הזרם, לפי המדידות של התלמידה. (7 נקודות)

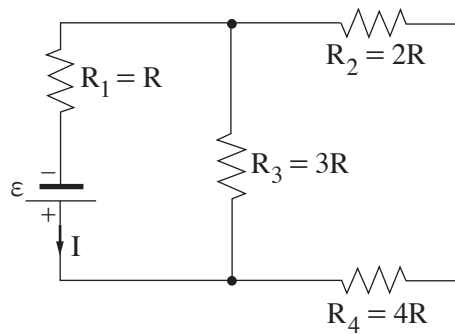
ג. התבסס על הגרף, וחשב את הכ"מ ϵ ואת ההתנגדות הפנימית r של הסוללה. (8 נקודות)

ד. האם יש דרך למדוד ישירות (ללא חישוב) כ"מ של סוללה? אם כן – הסבר כיצד. אם לא – הסבר מדוע. (4 נקודות)

ה. האם יש דרך למדוד ישירות (ללא חישוב) התנגדות פנימית של סוללה? אם כן – הסבר כיצד. אם לא – הסבר מדוע. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 4/

3. באיור שלפניך מוצג מעגל חשמלי שמחוברים בו ארבעה נגדים וסוללה אידאלית שהכא"מ שלה ε . עוצמת הזרם העובר דרך הסוללה מסומנת ב- I .



- א. קבע אם המתח על הנגד R_3 גדול יותר מהמתח על הנגד R_4 , קטן ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך. (6 נקודות)
- ב. חשב את המתח על כל נגד, ובטא אותו באמצעות ε בלבד. (6 נקודות)
- ג. סדר את ארבעת הנגדים בסדר עולה, על פי ההספק המתפתח בכל אחד מהם. נמק. (6 נקודות)
- ד. מחליפים את הנגד R_4 בנגד שלו התנגדות גדולה יותר. קבע אם תשתנה עוצמת הזרם העובר דרך הנגד R_1 . אם כן, כיצד היא תשתנה? נמק את קביעתך. (8 נקודות)
- ה. מחליפים את הנגד R_4 בחוט מבודד. חשב את עוצמת הזרם העובר דרך כל אחד משלושת הנגדים. בטא את תשובותיך באמצעות I – עוצמת הזרם במעגל המקורי. (7 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 5/

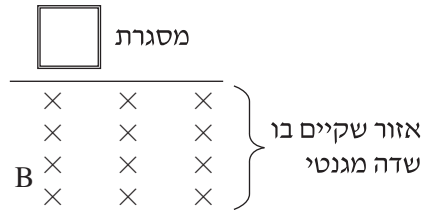
4.

לצורך ניסוי, קבוצת תלמידים שיחררה ממנוחה מסגרת ריבועית העשויה מתיל מוליך.

בעת נפילתה, המסגרת חולפת דרך אזור שבו מצוי שדה מגנטי שכיוונו אל תוך הדף (ראה איור).

שים לב: השדה אינו פועל עד הרצפה.

המסגרת נפלה בצורה אנכית ולא הסתובבה באוויר, עד שהגיעה לרצפה.



רצפה

אפשר לחלק את תנועת המסגרת לשלושה שלבים:

i מתחילת כניסתה לתוך השדה המגנטי עד שכולה בתוכו.

ii כאשר המסגרת נמצאת כולה בתוך השדה ונעה בתוכו.

iii מרגע שהמסגרת מתחילה לצאת מהשדה עד שהיא יוצאת ממנו לגמרי.

א. במהלך כל אחד מהשלבים i-iii ציין את הכוחות הפועלים על המסגרת, וקבע אם

הכוח השקול הפועל עליה גדל, קטן או לא משתנה. נמק את קביעותיך.

(12 נקודות)

ב. לכל אחד מהשלבים i-iii :

קבע אם זרם זרם דרך המסגרת, ואם כן – מהו כיוון הזרם (בכיוון השעון או נגד כיוון השעון);

אם לא זרם זרם – הסבר מדוע. (9 נקודות)

נתון: מסת המסגרת $m = 0.1 \text{ kg}$, אורך צלעה $x = 0.5 \text{ m}$, התנגדותה $R = 1 \Omega$.

עוצמת השדה המגנטי $B = 0.5 \text{ T}$.

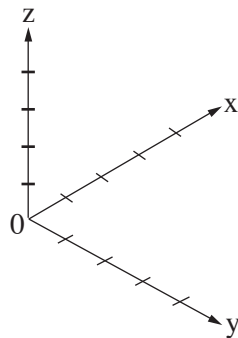
ברגע מסוים בזמן הנפילה של המסגרת, התאוצה שלה התאפסה ($a = 0$).

ג. חשב את עוצמת הזרם הזורם במסגרת ברגע זה, וציין את כיוונו. (7 נקודות)

ד. חשב את מהירות התנועה של המסגרת ברגע זה. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

5. בסדרת ניסויים חקרו את התנהגותם של חלקיקים טעונים באזור שבו הופעלו שדה מגנטי ושדה חשמלי. מטענו של כל חלקיק הוא $+q$ ומסתו היא m .
(הזנח את השפעתו של כוח הכבידה.)
בשלב ראשון, הפעילו באזור רק שדה מגנטי B , בכיוון החיובי של ציר ה- x . את החלקיקים הטעונים הכניסו אל תוך השדה המגנטי במהירות שגודלה v . נמצא שהחלקיקים המשיכו לנוע בקו ישר.
א. החלקיקים נעו במקביל לאחד הצירים x, y, z , המוצגים במערכת הצירים שבתרשים א. קבע במקביל לאיזה ציר נעו החלקיקים. נמק את קביעתך. (6 נקודות)



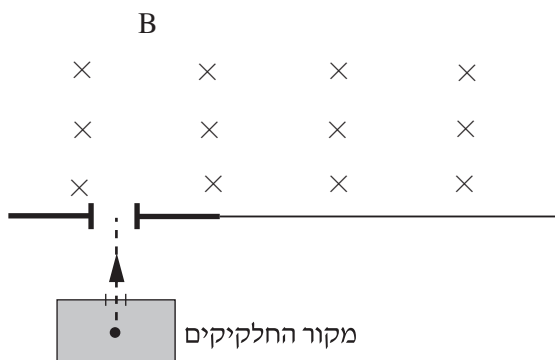
תרשים א

- בשלב שני נוסף על השדה המגנטי B הפעילו גם שדה חשמלי E , בכיוון החיובי של ציר ה- y .
ב. שחררו את החלקיקים ממנוחה באזור הניסוי.
קבע אם החלקיקים נשארו במנוחה, נעו בקו ישר או נעו בקו עקום. נמק.
(6 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 7/

בניסוי נוסף, באזור שבו פעלו שני השדות, החלקיקים נעו במקביל לציר ה- z , ולאחר מכן הם עברו לאזור אחר שבו פעל רק השדה המגנטי (ראה תרשים ב).



תרשים ב

- ג. החלקיקים ינועו בקו ישר באזור שבו פועלים שני השדות רק כאשר מתקיים קשר מסוים בין העוצמות של שני השדות לבין גודל מהירות החלקיקים.
התבסס על עקרונות פיזיקליים ומצא קשר זה. פרט את שיקוליך. (9 נקודות)
- ד. תאר במילים את מסלול החלקיקים באזור שבו פעל רק השדה המגנטי. (4 נקודות)
- ה. השתמש בפרמטרים: m, q, E, B , ופתח נוסחה המראה כי המערכת המתוארת בתרשים ב יכולה לשמש להפרדת איזוטופים של יסוד כלשהו. $(8\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

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

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים
מועד הבחינה: ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מספר השאלון: קיץ תשע"ג, 2013
נספח: 655,036002
נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

פיזיקה חשמל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת 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 בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
שום "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.

בהצלחה!

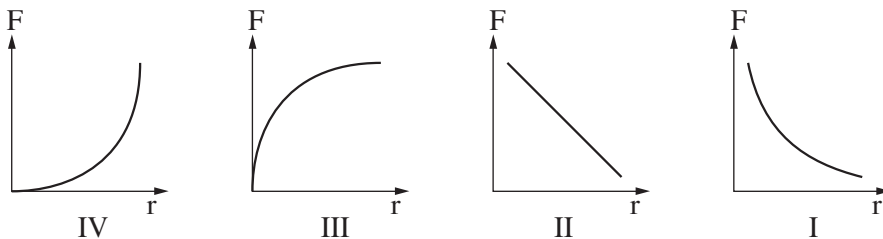
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

(לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. נתונים שני כדורים מוליכים קטנים, A ו-B. הרדיוס של כדור A כפול מהרדיוס של כדור B. המרחק בין הכדורים גדול מאוד ביחס לרדיוסים שלהם. המטען של כדור A הוא $+6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. חיברו את הכדורים זה לזה בעזרת תיל מוליך דק. לאחר החיבור בין הכדורים השתנה המטען של כדור A, וכעת הוא $+4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. הנח שכל החלקיקים שעוברים בתיל הם אלקטרונים בלבד.
- א. חשב את מספר האלקטרונים שעברו בין הכדורים. (8 נקודות)
- ב. האם האלקטרונים עברו מכדור A לכדור B, או מכדור B לכדור A? נמק. (7 נקודות)
- ג. מהו מטענו של כדור B לאחר החיבור בין הכדורים? הסבר. (8 נקודות)
- ד. האם לפני החיבור בין הכדורים היה כדור B טעון? אם לא — נמק, אם כן — חשב את מטענו. (5 נקודות)
- ה. מנתקים את הכדורים זה מזה ומניחים אותם על משטח אופקי וחלק, העשוי חומר מבודד. משגרים את כדור A אל עבר כדור B הקבוע במקומו. לפניך ארבעה גרפים.



קבע איזה מבין הגרפים I-IV מתאר נכונה את גודל הכוח החשמלי, F, הפועל על כדור A כפונקציה של המרחק r בין הכדורים. נמק את קביעתך. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 3/

2. כדי לחמם כוס מים מטמפרטורת החדר עד לרתיחה, נדרשת אנרגיה בשיעור $63,000\text{J}$.

א. חשב מה צריך להיות ההספק (הממוצע) של גוף חימום כדי שהמים ירתחו בתוך 2 דקות

(הנח שכל האנרגיה של גוף החימום עוברת למים). (6 נקודות)

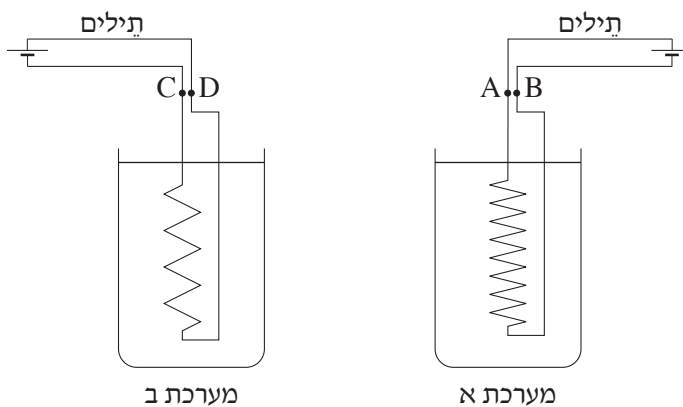
בסרטוט שלפניך מוצגות שתי מערכות, מערכת א ומערכת ב, כל מערכת מורכבת מכוס מים

שטבול בה גוף חימום. הכוסות וכמות המים בשתי המערכות זהות, ואילו גופי החימום שונים.

כל אחד מגופי החימום מפתח אותו הספק – ההספק שחישבת בסעיף א.

במערכת א המתח בין ההדקים של גוף החימום הוא $V_{AB} = 240\text{V}$,

במערכת ב המתח בין ההדקים של גוף החימום הוא $V_{CD} = 24\text{V}$.



ב. חשב את עוצמת הזרם העובר דרך כל אחד מגופי החימום. (8 נקודות)

נתון כי בשתי המערכות ההתנגדות הכוללת של התילים המחברים את גופי החימום

למקור המתח היא 0.1Ω .

ג. חשב מהו ההספק המתפתח על תילים אלה בכל אחת מהמערכות. (8 נקודות)

ד. חשב את הנצילות (יעילות) של כל אחת מהמערכות (הזנח את ההתנגדות הפנימית של

מקור המתח). (6 נקודות)

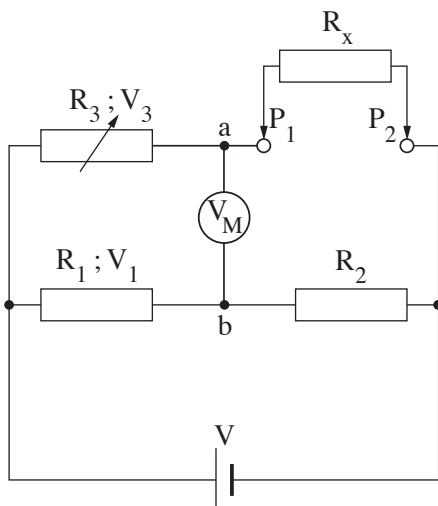
ה. בארצות הברית המתח ברשת החשמל הוא 120V , ואילו בישראל המתח הוא 240V .

הסתמך על משמעות התוצאות שחישבת בסעיף ד בלבד, וקבע באיזו רשת חשמל

הנצילות גדולה יותר, בישראל או בארצות הברית. נמק את קביעתך. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 4/

3. בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי שבעזרתו אפשר למדוד התנגדות לא ידועה של נגד R_x . המעגל מורכב מן המרכיבים האלה:
- שני נגדים בעלי התנגדות קבועה, R_1 ו- R_2
 - נגד משתנה, R_3
 - מקור מתח V שהתנגדותו הפנימית זניחה
 - מד מתח אידיאלי V_M .



לצורך מדידת ההתנגדות של R_x מחברים אותו בין הנקודות P_1 ו- P_2 , ומשנים את ההתנגדות של הנגד המשתנה R_3 עד שמד המתח מורה אפס.

א. הוכח שכאשר מד המתח מורה אפס, הביטוי $V_3 = V \left(\frac{R_3}{R_3 + R_x} \right)$ מתאר את המתח V_3 על הנגד R_3 . (7 $\frac{1}{3}$ נקודות)

ב. הוכח שכאשר מד המתח מורה אפס, אפשר לחשב את R_x בעזרת הביטוי $R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3$. (10 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

$$R_1 = 30\text{k}\Omega \text{ ; נתון}$$

$$R_2 = 10\text{k}\Omega$$

$$R_x = 2\text{k}\Omega$$

ג. חשב את ההתנגדות של R_3 . (5 נקודות)

החליפו את הנגד R_x ברכיב אחר, שהתנגדותו לא ידועה.

התנגדותו של הרכיב משתנה כתלות בטמפרטורה, לפי הנתונים בטבלה שלפניך.

התנגדות הרכיב כתלות בטמפרטורה	
התנגדות (Ω)	הטמפרטורה ($^{\circ}\text{C}$)
32,660	0
25,400	5
19,900	10
15,710	15
12,500	20
10,000	25
8,000	30
6,500	35
5,300	40

ד. היעזר בנתונים שבטבלה והעריך את הטמפרטורה של הרכיב כאשר מד המתח מורה אפס,

בכל אחד משני המצבים (1)-(2).

$$(1) \quad R_3 = 30\text{k}\Omega \quad (5 \text{ נקודות})$$

$$(2) \quad R_3 = 54\text{k}\Omega \quad (6 \text{ נקודות})$$

/המשך בעמוד 6/

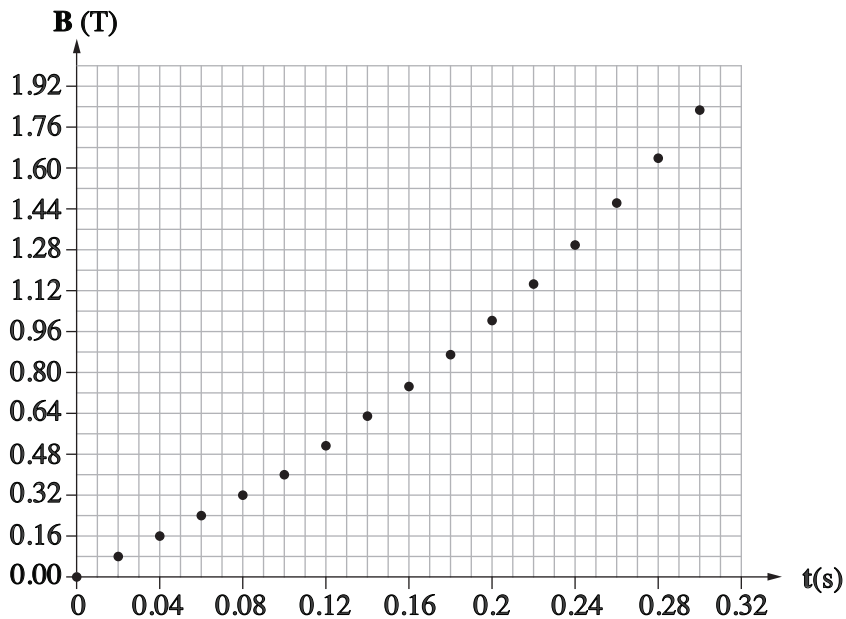
4. תלמיד התבקש למדוד את B_E , הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. לצורך המדידה הוא מתח תיל ישר וארוך על פני שולחן אופקי בכיוון צפון-דרום (של השדה המגנטי הארצי). אל התיל הוא חיבר בטור מקור מתח, נגד משתנה ואמפרמטר. התלמיד הציב מצפן בגובה h מעל התיל, כך שמישור המצפן מקביל לפני השולחן. התלמיד שינה את הגובה h כמה פעמים. בכל פעם הוא כיוון את הזרם בעזרת הנגד המשתנה, ובדק באיזו עוצמת זרם מחט המצפן סוטה בזווית של 45° מהכיוון שאליו היא הצביעה כאשר לא עבר זרם בתיל. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	h (cm)
4.5	3.6	2.9	2.0	1.5	I (A)

- א. על פי הנתונים המוצגים בטבלה, סרטט גרף של הזרם, I , כפונקציה של גובה המצפן, h . (10 נקודות)
- ב. הראה כי שיפוע הגרף הוא $\frac{2\pi B_E}{\mu_0}$. (10 נקודות)
- ג. חשב את B_E בעזרת שיפוע הגרף. (6 נקודות)
- ד. התלמיד כתב בטבלה שהזרם המתאים לגובה 1.5 ס"מ הוא 2.0A, ולא 2A. הסבר מדוע. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)
- ה. במצב שבו לא זורם זרם בתיל, קבע – בלי לנמק – אם הקוטב הצפוני של מחט המצפן
- (1) פונה אל הקוטב המגנטי הארצי הצפוני או הדרומי. (2 נקודות)
- (2) פונה בקירוב אל הקוטב הגאוגרפי הצפוני או הדרומי. (2 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

5. תלמידה בנתה מתיל מוליך כריכה מעגלית שהרדיוס שלה $r = 2 \text{ cm}$. היא הציבה את הכריכה באזור ששורר בו שדה מגנטי אחיד \vec{B} , שכיוונו מאונך למישור הכריכה. גודלו של \vec{B} משתנה כפונקציה של הזמן, t , כמתואר בגרף שלפניך.



- א. קבע אם הכא"מ המושרה בכריכה הוא קבוע או משתנה, בכל אחד מפרקי הזמן שלפניך:

$$0 \leq t \leq 0.10 \text{ sec} \quad (1)$$

$$0.14 \text{ sec} \leq t \leq 0.30 \text{ sec} \quad (2)$$

נמק את קביעותיך. (10 נקודות)

- ב. חשב את הכא"מ המושרה בכריכה ברגע $t = 0.06 \text{ sec}$ וברגע $t = 0.20 \text{ sec}$. (10 נקודות)

- ג. קבע מהו הכיוון של השדה המגנטי שהזרם המושרה יוצר במרכז הכריכה: האם הוא בכיוון זהה לכיוון של \vec{B} , בכיוון מנוגד לכיוון של \vec{B} , או בכיוון ניצב לכיוון של \vec{B} ? נמק. (8 נקודות)

- ד. חשב את הגודל של הכא"מ המושרה שמתקבל בכריכה ברגע $t = 0.06 \text{ sec}$, כאשר כיוון השדה המגנטי \vec{B} מקביל למישור הכריכה. הסבב. $(\frac{1}{3} \text{ נקודות})$

בהצלחה!

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

א. סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ב, 2012
מספר השאלון: 652, 917521
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

פיזיקה חשמל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי־רשום הנוסחה או אי־ביצע ההצבה או אי־רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת 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 בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
שום "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.

בהצלחה!

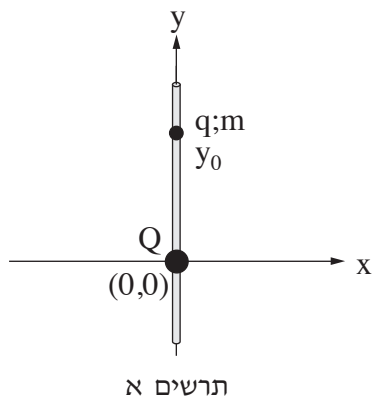
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

(לכל שאלה $3\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. בתרשים א מוצגת מערכת צירים x ו- y . בראשית הצירים מוחזק במנוחה גוף קטן בעל מטען חשמלי חיובי Q . מוט דק וחלק, שעשוי מחומר מבודד, מוחזק בכיוון אנכי לאורך ציר ה- y .



משחילים חרוז קטן, בעל מטען חשמלי חיובי q ומסה m על המוט האנכי מעל המטען Q , ומביאים אותו לנקודה ששיעורה y_0 . לאחר שמרפים מהחרוז, הוא נשאר במנוחה.

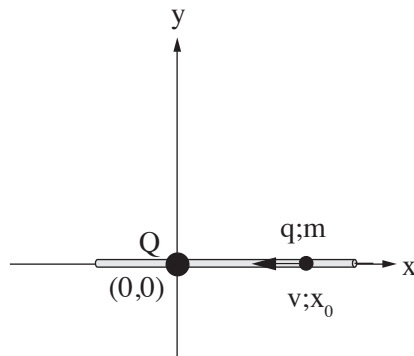
- א. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על החרוז, ורשום ליד כל וקטור את שם הכוח. (5 נקודות)

- ב. בטא באמצעות Q , q ו- m את המרחק y_0 בין שני המטענים. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 3/

מחזיקים את המוט בכיוון אופקי לאורך ציר ה- x , כשהמטען Q נשאר בראשית הצירים. משחילים את החרוז על המוט מימין למטען Q , מעניקים לחרוז מהירות התחלתית שמאלה לכיוון המטען Q , ומשחררים אותו. (ראה תרשים ב).



תרשים ב

- כאשר החרוז מגיע לנקודה ששיעורה x_0 , גודל מהירותו הוא v וכיוון המהירות שמאלה.
- ג. בטא באמצעות נתוני השאלה את האנרגיה הכוללת של החרוז כאשר הוא עובר בנקודה ששיעורה x_0 . (הנח שהאנרגיה הפוטנציאלית החשמלית ב"אין-סוף" היא אפס, ושהאנרגיה הפוטנציאלית הכבידתית לאורך ציר ה- x גם היא אפס.) (8 נקודות)
- ד. בטא באמצעות נתוני השאלה את המרחק המינימלי, x_{\min} , מהמטען Q שאליו יגיע החרוז. (8 נקודות)
- ה. כיצד משתנה כל אחד מן הגדלים – גודל המהירות וגודל התאוצה – בתנועת החרוז מ- x_0 ל- x_{\min} (גדל, קטן, נשאר קבוע)? נמק. (6 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. תלמיד רצה למדוד את ההתנגדות של תיל מוליך (תיל א). נתונה טבלה המתארת את הזרם כפונקציה של המתח על התיל.

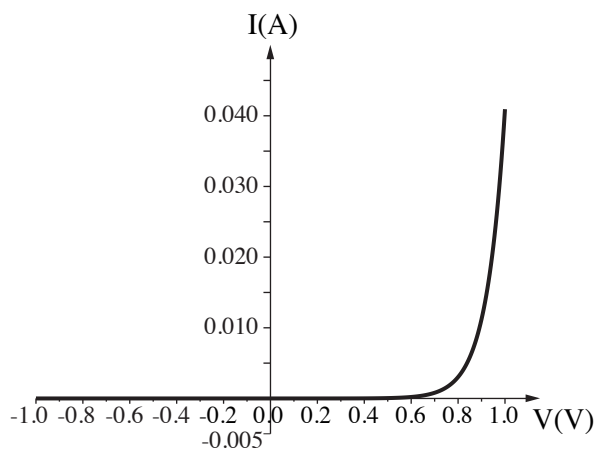
I(A)	V(V)
0	0
0.19	1
0.39	2
0.57	3
0.79	4
0.96	5

- א. על פי הנתונים המוצגים בטבלה, סרטט גרף המתאר את המתח כפונקציה של הזרם, וקבע אם בתחום הנתונים בטבלה התיל מקיים את חוק אוהם. אם כן – חשב את התנגדות התיל. אם לא – הסבר מדוע. (9 נקודות)
- ב. בהנחה שאורך התיל הוא 1 m והחתך שלו הוא עיגול בקוטר 0.5 mm, חשב את ההתנגדות הסגולית ρ של החומר שממנו התיל עשוי. בטא את ההתנגדות הסגולית ביחידות $\Omega \times m$ (אוהם מטר). (7 נקודות)
- לתלמיד תיל נוסף (תיל ב) העשוי מאותו חומר שממנו עשוי תיל א, וזהה באורכו לתיל א, אבל שטח החתך שלו גדול יותר.
- ג. קבע אם ההתנגדות של תיל ב קטנה מההתנגדות של תיל א, גדולה ממנה או שווה לה. הסבר את תשובתך.
- הוסף במערכת הצירים של הגרף שסרטטת בסעיף א גרף איכותי המתאים לתיל ב. (9 $\frac{1}{3}$ נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

ד. בתרשים שלפניך מוצג גרף מקורב של הזרם כפונקציה של המתח (אופיין) של רכיב חשמלי הנקרא דיודה. המתחים משתנים בתחום שבין $-1V$ ל- $1V$.

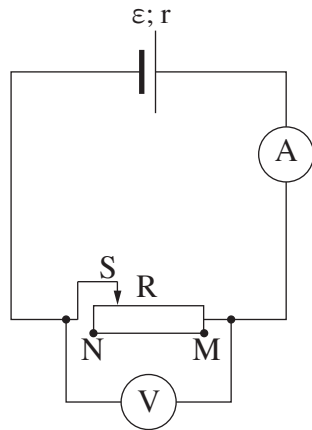


לפניך ארבעה היגדים (1)-(4). העתק למחברתך את ההיגדים המתאימים לגרף המתואר, ונמק את קביעותיך.

- (1) הזרם משתנה ביחס ישר למתח.
 - (2) הזרם קבוע בלי תלות במתח בין הדקי הדיודה.
 - (3) כדי שיזרום זרם בדיודה, חשוב לאיזה משני הדקי הדיודה מחובר הפוטנציאל הגבוה של מקור המתח.
 - (4) כאשר זרם זורם דרך הדיודה, ההתנגדות קטנה ככל שעולה המתח בין הדקי הדיודה.
- (8 נקודות)

/המשך בעמוד 6/

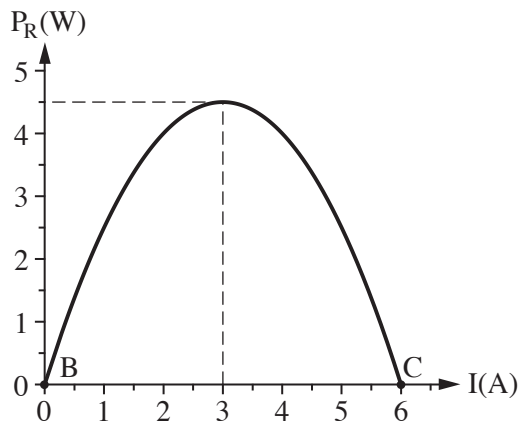
3. לתלמיד יש סוללה שהכא"מ שלה ϵ וההתנגדות הפנימית שלה r .
 התלמיד חיבר את הסוללה לנגד משתנה R . אפשר לשנות את ההתנגדות של הנגד R מ-0 (בנקודה M) עד "אין-סוף" (ערך גדול מאוד) בנקודה N.
 הנח כי מכשירי המדידה אידיאליים.



תרשים א

- א. הסבר מדוע האנרגיה שהסוללה מספקת למעגל אינה עוברת במלואה לנגד המשתנה.
 (6 נקודות)

התלמיד מדד את הזרם, I , במעגל עבור התנגדויות שונות של הנגד המשתנה, וחישב את ההספק, P , המתפתח בנגד המשתנה לפי הנוסחה $P_R = (\epsilon - I \cdot r) \cdot I$.
 בתרשים ב מוצג ההספק המתפתח בנגד המשתנה כפונקציה של הזרם במעגל.



תרשים ב

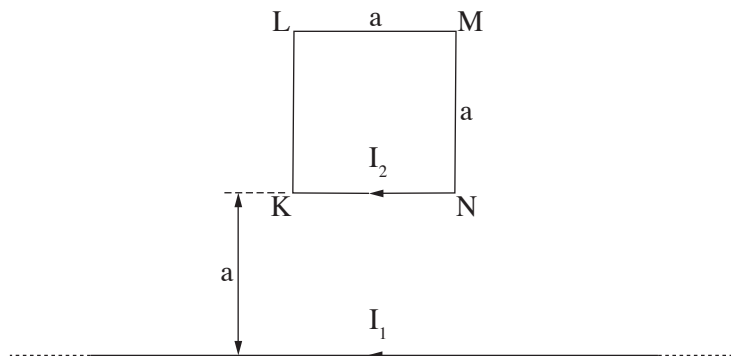
/המשך בעמוד 7/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- ב. איזה גודל פיזיקלי מייצג הביטוי $\epsilon - Ir$ שבנוסחת ההספק? (5 נקודות)
- ג. באיזו נקודה (M או N) הוצב המגע הנייד S כאשר התקבלה הנקודה C בתרשים ב שלפניך, ובאיזו נקודה הוצב המגע הנייד S כאשר התקבלה הנקודה B בתרשים ב? הסבר את תשובתך. (6 נקודות)
- ד. חשב את הכא"מ ϵ של הסוללה, ואת ההתנגדות הפנימית שלה r . (10 נקודות)
- ה. מצא את ההתנגדות החיצונית R כאשר ההספק הוא מרבי. $(6\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

4. על שולחן אופקי מונחים כריכה ריבועית KLMN שאורך צלעה $a = 0.1\text{m}$, ותיל שאורכו גדול מאוד ביחס לצלע a . התיל הארוך מקביל לצלע KN, ונמצא במרחק $y = a$ ממנה (ראה תרשים).



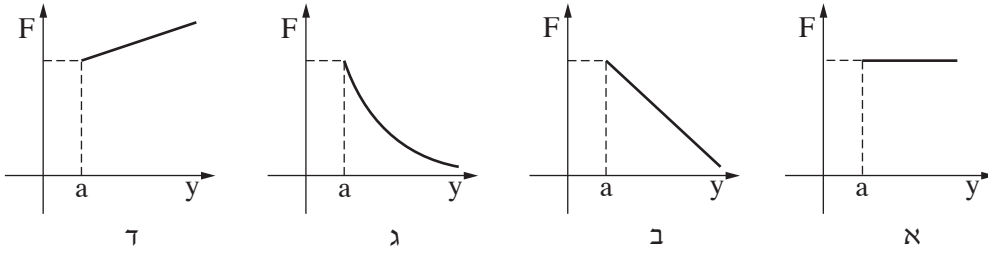
- בתיל הארוך עובר זרם שעוצמתו $I_1 = 8\text{A}$, ודרך הכריכה הריבועית עובר זרם שעוצמתו $I_2 = 5\text{A}$. כיווני הזרמים מוצגים בתרשים.
- א. מצא את הכוח (גודל וכיוון) שהתיל הארוך מפעיל על הצלע KN של הכריכה. (7 נקודות)
- ב. מצא את הכוח (גודל וכיוון) שהתיל הארוך מפעיל על הכריכה הריבועית כולה. (7 נקודות)
- ג. מצא את הכוח (גודל וכיוון) שהכריכה מפעילה על התיל. הסבר את תשובתך. (6 נקודות)
- ד. קבע בלי לחשב, אם גודל הכוח שמפעיל התיל הארוך על הצלע האנכית KL גדול מגודל הכוח שמפעיל התיל הארוך על הצלע KN, קטן ממנו או שווה לו. הסבר את תשובתך. (6 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 9/

מגדילים בהדרגה את המרחק y של הכריכה מן התיל הארוך (כך שהצלע KN נשארת מקבילה לתיל).

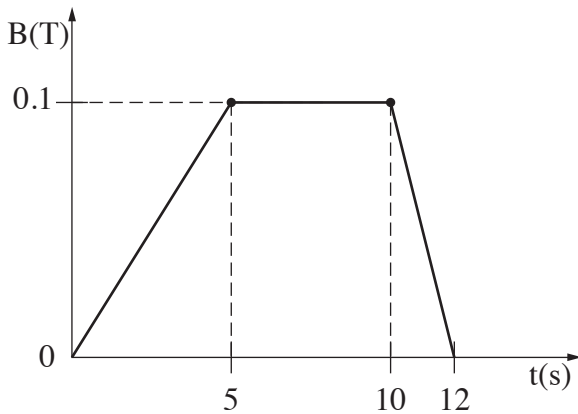
ה. איזה מבין הגרפים א-ד שלהלן מתאר נכון את גודל הכוח שהתיל הארוך מפעיל על הכריכה כפונקציה של המרחק y (התעלם מזרמים במערכת הנוצרים מהשראה אלקטרו־מגנטית)? הסבר את תשובתך. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)



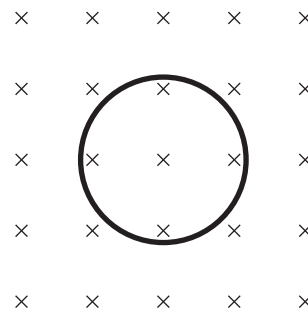
/המשך בעמוד 10/

5

בתרשים א מוצגת טבעת מוליכה שרדיוסה $r = 3\text{ cm}$. שדה מגנטי אחיד ניצב למישור הטבעת. גודל שדה זה משתנה כפונקציה של הזמן כמוצג בתרשים ב.



תרשים ב



תרשים א

- א. חשב את גודל הכא"מ המושרה בטבעת מהשנייה $t = 0$ עד $t = 5\text{ s}$. (4 נקודות)
- ב. סרטט גרף המתאר את הכא"מ המושרה בטבעת כפונקציה של הזמן מהשנייה $t = 0$ עד $t = 12\text{ s}$. (10 נקודות)
- ג. קבע מה הם פרקי הזמן שבהם זורם זרם מושרה בטבעת, ומהו כיוון הזרם בכל פרק זמן (עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון). הסבר את תשובתך. (7 נקודות)
- ד. ההתנגדות החשמלית של הטבעת היא $R = 5\Omega$. חשב את ההספק המתפתח בטבעת בשנייה $t = 7\text{ s}$ ובשנייה $t = 11\text{ s}$. (6 נקודות)
- לאחר שהופסק השדה המגנטי, חותכים קטע קטן מהטבעת, ומפעילים מחדש את השדה המגנטי המשתנה כמתואר בתרשים ב.
- ה. האם הגרף שסרטטת בסעיף ב ישתנה? האם תשתנה תשובתך לסעיף ד? הסבר. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!

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

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מועד הבחינה: קיץ תשע"א, 2011
מספר השאלון: 652, 917521
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

פיזיקה חשמל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירושו הסימן.
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת 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 כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

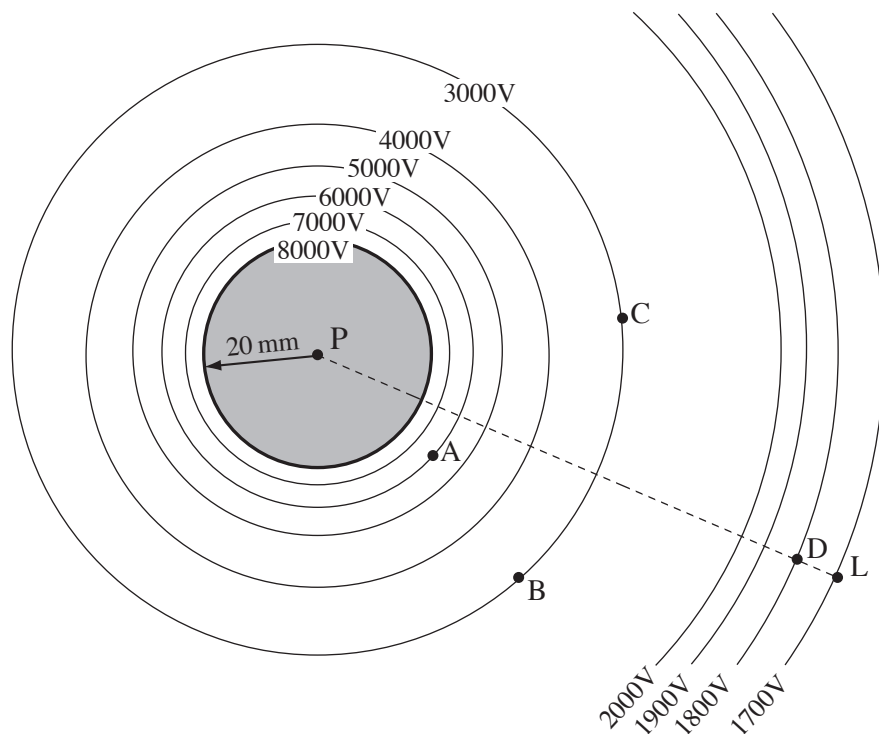
/המשך מעבר לדף/

ה ש א ל ו ת

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

(לכל שאלה – $3\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. בתרשים שלפניך מוצגים כדור מוליך טעון וכמה קווים שווי-פוטנציאל. רדיוס הכדור הוא 20 mm, והפוטנציאל על פניו הוא 8000V. ליד כל קו רשום הפוטנציאל המתאים לו. הפוטנציאל באינסוף נבחר כאפס.



א. (1) האם המטען על פני הכדור חיובי או שלילי? נמק.

(2) חשב את המטען על פני הכדור.

(9 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 3/

ב. חשב את עבודת השדה החשמלי כאשר חלקיק נקודתי טעון במטען 8.0 nC ($8.0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$) מועבר מנקודה A לנקודה C באופן זה:
תחילה מ- A ל- B, ולאחר מכן מ- B ל- C. הסבר. (8 נקודות).

הנח שאפשר להתייחס אל השדה החשמלי בין הקווים 1700V ו- 1800V כאל שדה שגודלו קבוע.

ג. (1) חשב את עבודת השדה החשמלי כאשר חלקיק נקודתי שמטענו 1.0 nC מועבר מנקודה L לנקודה D.

(2) חשב את הגודל של הכוח החשמלי הפועל על החלקיק שמטענו 1.0 nC כאשר הוא מועבר מנקודה L לנקודה D.

(3) מצא את הגודל של השדה החשמלי בין הקווים 1700V ו- 1800V . (12 נקודות)

ד. איזו מבין האפשרויות (1)-(4) שלפניך מבטאת נכון את ערך הפוטנציאל החשמלי במרכז הכדור P? נמק את בחירתך. ($\frac{1}{3}$ נקודות).

(1) 0

(2) 8000 V

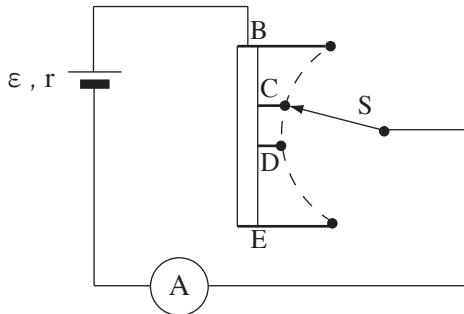
(3) 9000 V

(4) אין-סוף

/המשך בעמוד 4/

2. בתרשים א מסורטט נגד משתנה המחובר אל מקור שהכא"מ שלו $\varepsilon = 24V$ והתנגדות הפנימית שלו $r = 2\Omega$. את המתג S אפשר לחבר לכל אחת מהנקודות B, C, D, E. המעגל כולל גם מד-זרם שהתנגדותו זניחה.

שים לב: המתג מחובר תמיד לאחת הנקודות B, C, D, E.



תרשים א

א. (1) לאיזו נקודה מחובר המתג S, כאשר במעגל נמדדת עוצמת זרם מזערית (מינימלית)? נמק.

(2) לאיזו נקודה מחובר המתג S, כאשר במעגל נמדדת עוצמת זרם מרבית (מקסימלית)? נמק.

(3) חשב את העוצמה המרבית של הזרם במעגל הנתון. (8 נקודות)

ב. (1) המתג S מחובר לנקודה שקבעת בתת-סעיף א (1). עוצמת הזרם (המזערית) במעגל היא $I_{\min} = 0.8A$. חשב את התנגדות הנגד המשתנה שדרכו עובר הזרם במצב זה.

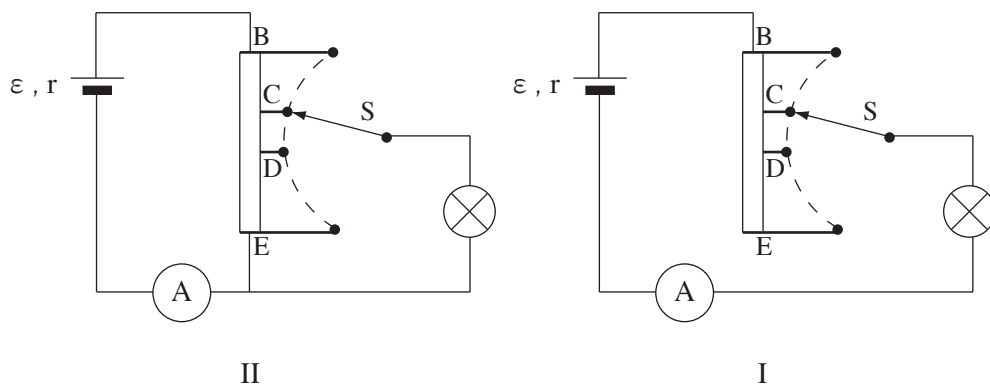
(2) כאשר מעבירים את המתג לנקודה הסמוכה, עוצמת הזרם במעגל היא $I = 1.5 A$.

חשב את התנגדות הנגד המשתנה שדרכו עובר הזרם במצב זה. (10 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

תלמיד מוסיף נורה למעגל החשמלי שבתרשים א כך שהוא יכול לשנות את עוצמת האור שלה. הוא בודק שתי אפשרויות לחיבור הנורה, I ו-II (ראה תרשים ב). הנח שהתנגדות הנורה קבועה.



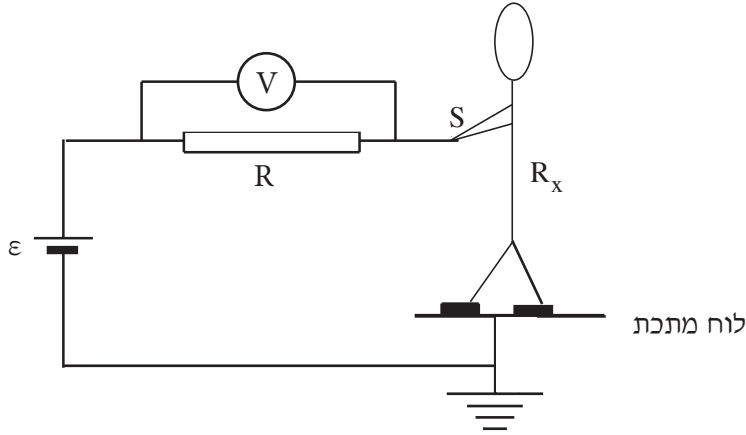
תרשים ב

- ג. (1) לאיזו נקודה מחובר המתג S במעגל I, כאשר עוצמת האור של הנורה היא החזקה ביותר? נמק.
- (2) לאיזו נקודה מחובר המתג S במעגל II, כאשר עוצמת האור של הנורה היא החזקה ביותר? נמק.
- (7 נקודות)

ד. על הנורה רשום 24V, 28.8W. חשב את הספק הנורה במעגל I, כאשר המתג מחובר לנקודה D. ($8\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

3. חשמלאי צריך לנעול נעליים מיוחדות בזמן שהוא עובד. חשוב לדעת מהי ההתנגדות של אדם הנועל נעליים אלה, כדי להגן עליו מפני התחשמלות. התחשמלות של אדם מתרחשת כאשר דרך גופו עובר זרם גדול מ- 0.005 A . מפעל המייצר נעליים מיוחדות לחשמלאים הציע להשתמש במעגל החשמלי המתואר בתרשים שלפניך, כדי למדוד את ההתנגדות R_x של אדם הנועל נעליים אלה.



לצורך המדידה אדם הנועל את הנעליים עומד על לוח מתכת, ואוחז בקצה S של תיל מוליך (ראה תרשים). המעגל כולל מקור מתח קבוע $\varepsilon = 48 \text{ V}$ שההתנגדות הפנימית שלו זניחה, נגד שהתנגדותו $R = 10^6 \Omega$, ומד-מתח שהתנגדותו גדולה מאוד ("אין-סופית"). מד-המתח מודד את המתח V בין קצות הנגד R.

א. האם במעגל שבתרשים עוצמת הזרם יכולה להיות גדולה מ- 0.005 A ? נמק.

(7 נקודות)

ב. (1) הוכח שאפשר לבטא את התנגדות החשמלאי כולל נעליו, R_x , באמצעות הביטוי:

$$R_x = R \cdot \frac{\varepsilon - V}{V}$$

(2) בבדיקה שנערכה במפעל נמצא כי $V = 9.6 \text{ V}$. חשב את ההתנגדות R_x .

(12 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 7/

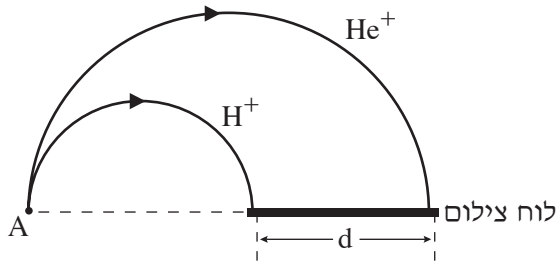
חשמלאי צריך לתקן תקלה במכשיר המופעל על ידי מתח גבוה של 6 kV . התנגדות החשמלאי כולל הנעליים היא כמו זו שחישבת בתת-סעיף ב (2). בזמן עבודתו החשמלאי נוגע בידו בכבל הנמצא בפוטנציאל של $6 \text{ kV} +$ יחסית לאדמה. הסעיפים ג ו- ד מתייחסים למצב זה.

ג. האם החשמלאי מתחשמל? הסבר. (6 נקודות)

- ד. (1) חשב את מספר האלקטרונים שעוברים בשנייה אחת דרך גוף החשמלאי.
- (2) האם האלקטרונים עוברים מהאדמה לחשמלאי או מהחשמלאי לאדמה? נמק.
- ($8\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

4. יון מימן, H^+ (חלקיק טעון שמסתו m_H ומטענו q_H), ויון הליום, He^+ (חלקיק טעון שמסתו $m_{He} = 4m_H$ ומטענו $q_{He} = q_H$), מואצים ממנוחה בשדה חשמלי על ידי מתח V . לאחר ההאצה היונים נכנסים בנקודה A לשדה מגנטי אחיד, \vec{B} . היונים נכנסים לשדה המגנטי במאונך לקווי השדה, ונעים במסלולים מעגליים עד שהם פוגעים בלוח צילום. השדה המגנטי ניצב למישור הדרך (ראה תרשים).



א. מהו כיוון השדה המגנטי – יוצא מן הדרך או נכנס אל הדרך? נמק. (6 נקודות)

ב. האם הגודל של מהירות היונים משתנה בתנועתם בשדה המגנטי? נמק. (6 נקודות)

בטא את תשובותיך לסעיפים ג ו-ד באמצעות הפרמטרים m_H, q_H, V, B או חלק מהם.

ג. (1) בטא את זמן התנועה של יון המימן H^+ בשדה המגנטי.

(2) פי כמה גדול זמן התנועה של יון הליום He^+ מזמן התנועה של יון המימן

בשדה המגנטי? נמק.

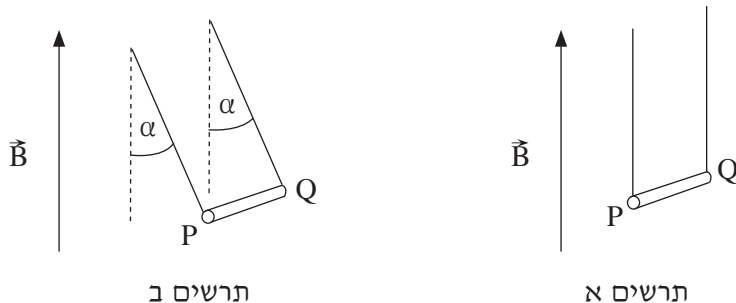
(12 נקודות)

ד. בטא את המרחק d בין נקודות הפגיעה של היונים בלוח הצילום.

($\frac{1}{3}$ נקודות)

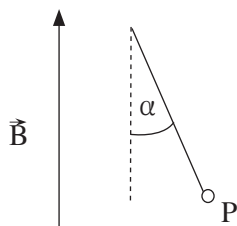
/המשך בעמוד 9/

5. במעבדה שורר שדה מגנטי אחיד, \vec{B} , מאונך לקרקע וכיוונו כלפי מעלה. תלמיד רוצה למדוד את גודל השדה. לשם כך הוא משתמש במוט מוליך גילי PQ. התלמיד קושר את קצות המוט לשני חוטים זהים. החוטים קשורים בקצותיהם האחרים לשתי נקודות הנמצאות באותו גובה, כמתואר בתרשים א כך שהמוט PQ תמיד מקביל לקרקע.



הנח כי השדה המגנטי של כדור הארץ זניח ביחס לשדה \vec{B} , וכי מסות החוטים זניחות ביחס למסת המוט PQ.

כאשר התלמיד מעביר זרם חשמלי במוט PQ, המוט סוטה ממקומו. המוט מתייצב כך שנוצרת זווית α בין כל אחד משני החוטים ובין הכיוון האנכי, כמתואר בתרשים ב. א. (1) בתרשים ג המוט מסורטט כך שרואים את הקצה P שלו.



העתק את תרשים ג למחברתך, וסרטט בו את כל הכוחות הפועלים על המוט PQ.

(2) מהו כיוון הזרם במוט – מ-P ל-Q או מ-Q ל-P? נמק.

(8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 10/

התלמיד משנה כמה פעמים את עוצמת הזרם במוט, ומודד בכל פעם את עוצמת הזרם, I , ואת זווית הסטייה, α .
תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

3.5	3	2.5	2	1.5	1	I (A)
19.3	16.7	13.5	10.0	8.5	5.7	α (°)

- ב.** בלי להסתמך על תוצאות המדידות, פתח ביטוי מתמטי המקשר בין זווית הסטייה, α , לבין עוצמת הזרם, I . (8 נקודות)
- ג.** (1) התבסס על הביטוי שפיתחת בסעיף ב וציין מה הם שני המשתנים שיש ביניהם יחס ישר. נמק.
- (2) ערוך במחברתך טבלה ובה ערכים של שני המשתנים שציינת בתת-סעיף ג (1).
- (3) סרטט גרף המתאר את הקשר בין שני המשתנים שציינת בתת-סעיף ג (1). (10 נקודות)
- ד.** נתון כי אורך המוט PQ הוא $\ell = 0.2\text{m}$ ומסתו היא $m = 10\text{gr}$. חשב בעזרת הגרף שסרטטת את גודל השדה המגנטי B. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)

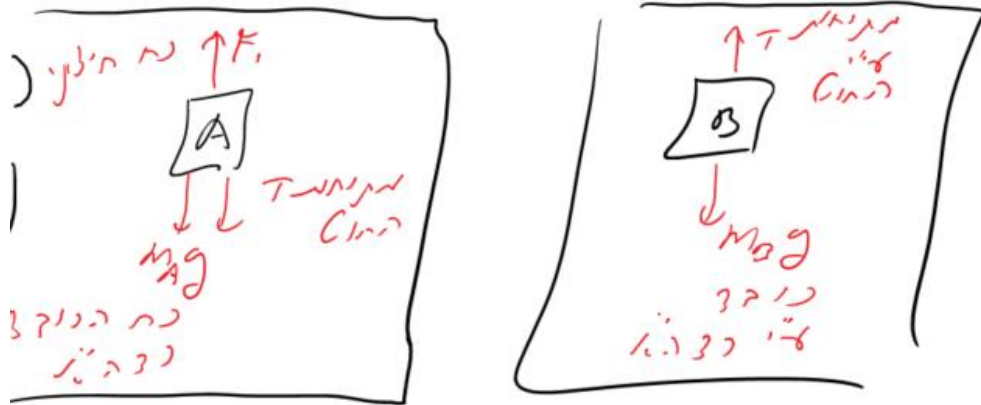
בהצלחה!

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

קיץ 2023

תשובות סופיות

- (1) א. מהגרפים רואים ש- $a < 0$ (השיפוע), ומכיוון שהתאוצה בכיוון מורד המישור – הכיוון החיובי במעלה המישור.
 ב. 0.225m ג. 0.125m ד. 1.146m
 ה. תרשים ב, מכיוון שהתאוצה (השיפוע) של גוף א' קטנה בירידה לעומת העלייה, והתאוצה של גוף ב' צריכה להיות זהה לתאוצה של גוף א' בירידה.
 א. סרטוטים: (2)



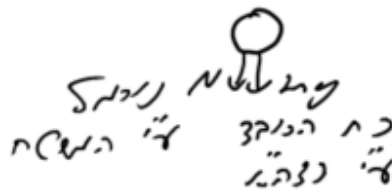
$$F_1 = \begin{cases} 40N & 0 < t < 0.3s \\ 48N & 0.3s < t < 0.8s \quad \text{ד.} \\ 40N & 0.8s < t < 1.2s \end{cases} \quad \text{א.} \quad \text{ב.} \quad a = \frac{F_1}{m_B + m_A} - g \quad \text{ג.} \quad 1\text{kg}$$

- ה. בחלק II חישבנו את התאוצה וראינו תאוצה קבועה. בחלק III תנועה קצובה כי התאוצה אפס והגוף התחיל ממנוחה בחלק I וצבר מהירות בחלק II.
 ו. היגד ד, כי F_1 ו- a זהים בשני המקרים ולכן ניתן לראות ממשוואת הכוחות

ש- F_2 במקרה השני שווה ל- T מהמקרה הראשון. $T = m_B a + m_B g > m_B g$.

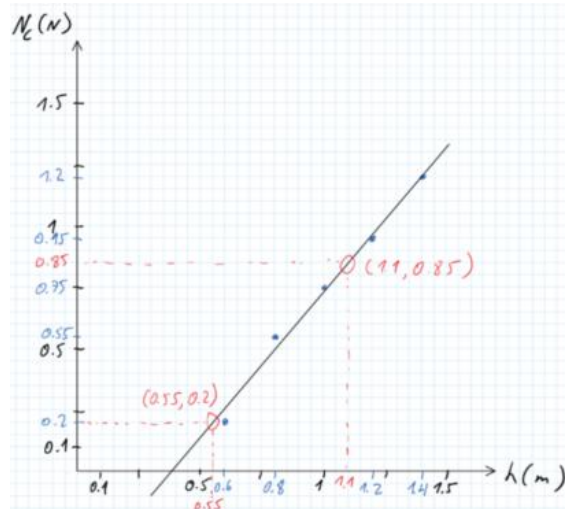
- (3) א. 1.10sec ב. 11.4m/s בכיוון 74.7° מתחת לציר ה- x החיובי.
 ג. 1.5m
 ד. איור 4 הוא הנכון, כי לכל הכדורים ולרחפן אותה מהירות ב- x ולכן הם צריכים להיות בקו ישר מתחתיו. בנוסף, הכדורים נעים בתאוצה בציר ה- y ולכן המרחק בין כדור 1 לכדור 2 צריך להיות גדול מהמרחק בין 2 ל-3.
 ה. דנה צודקת, מכיוון שגודל המהירות והגובה זהים בשני המקרים התוצאה של המהירות הסופית משיקולי אנרגיה זהה. כיוון המהירות ההתחלתית אינו רלוונטי.

$$N_c = mg \frac{2h}{R} - 5mg \quad \text{2.}$$



- (4) א.1. סרטוט:

2. $y = 1.18x - 0.45$



ב.1. סרטוט:

$h_{\min} = 0.8925\text{m}$.ד $m = 9 \cdot 10^{-3}\text{kg}$, $R = 0.153\text{m}$.ג

ה. לא, המהירות היא המהירות הקריטית $V = \sqrt{yR} = 1.24\text{m/s}$.

א.1. במישור המשופע האנרגיה נשמרת כי כוח הכובד משמר והעבודה של הנורמל מתאפסת. במישור האופקי האנרגיה לא נשמרת בגלל העבודה של החיכוך הקינטי. (5)

א.2. בכל אחד מהקטעים אנחנו רואים שינוי במהירות הגוף מתחילת התנועה לסופה ולכן התנע לא נשמר.

נימוק חלופי: במישור המשופע ובמישור האופקי התנע לא נשמר כי סכום הכוחות החיצוניים שונה מאפס.

ב. 0.4

ג. שווה לו. ממשפט עבודה אנרגיה מקבלים ש- $x_B = \frac{h}{\mu_k}$ ונתון שהגובה ומקדם החיכוך זהים.

ד. גודל המתקף הוא $2.4\text{N} \cdot \text{s}$ וכיוונו בכיוון השלילי של ציר ה- x .

ה. תשובה 2 היא הנכונה. השינוי בתנע שווה למסה כפול המהירות בתחתית. בשני המקרים ניתן לראות משימור אנרגיה כי המהירות בתחתית זהה.

קיץ 2017

תשובות סופיות

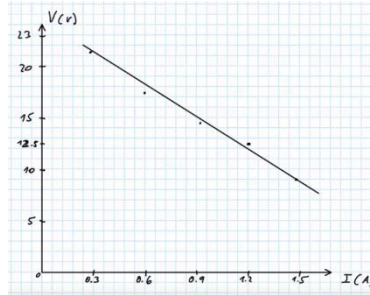
(1) א. חיובי. ב. $q = 2\pi\sigma d^2$ ג. שווה. ד. $W = \frac{-q\sigma r}{2\epsilon_0}$

ה. $W = 0$

(2) א. $R_x = R_1, R_y = R_2$ ב. $I_T = 12A$ ג. קטן. ד. $\epsilon = 24V$

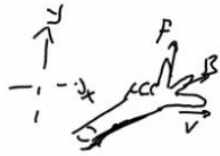
ד. $V_{EF} = 16V$

(3) א. סרטוט: ב. $\epsilon = 25.3V$ ג. $r = 11.1\Omega$



ג. נקודה 5. ד. $P = 13.41W$ ה. להתלכד.

ב. C_1 חיובי



ה. $1 = b', 2 = a', 3 = g'.$

ד. לא נדרש.

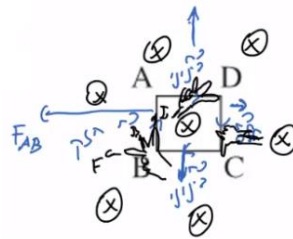
ג. $V = \frac{E}{B}$

ו. $OP \approx 0.2m$

ג. מ-B ל-A.

(5) א. החוצה מן הדף. ב. מ-B ל-A.

ii. $|F| = \frac{I_1 a \mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{1}{L} - \frac{1}{L+a} \right)$, שמאלה.



ה. הזרם יהיה אפס.

קיץ 2016

תשובות סופיות

(1) א. ראה סרטון. ב. חיובי. ג. P - פוטנציאל גבוה יותר.

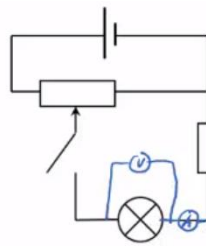
ד. $F = 2.5 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ ה. $\Delta U = 2.5 \cdot 10^{-8} \text{ J}$

(2) א. i. $I_2 = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)$ ii. $\varepsilon = I_2 R_2 + I_2 \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)(R_1 + r)$

ב. $\varepsilon = 20 \text{ V}$, $V = 17 \text{ V}$ ג. $V_{BC} = 0$, $V_{AB} = 8 \text{ V}$ ד. $V_{BC} = 13.33 \text{ V}$, $V_{AB} = 0$

ה. מפסק פתוח.

(3) א. סרטוט: ב. i. $R \approx 7.14 \Omega$ ii. $R = 25 \Omega$



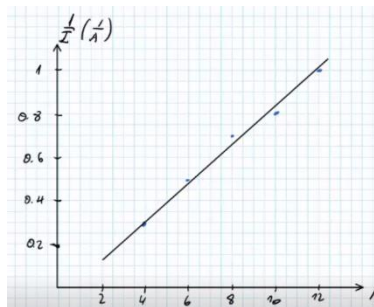
ג. i. $P = 0.14 \text{ W}$ ii. $P = 1.65 \text{ W}$

ד. i. $\eta = 5.71\%$ ii. $\eta \approx 7.88\%$ ה. גרף 3.

(4) א. חיובי. ב. מנקודה B ל-C. ג. $B_{E\perp} = 4.04 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

ה. $B \approx 3.43 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

ד. סרטוט:



(5) א. כן, $I = 0.01 \text{ A}$, מ- P_1 ל- S_1 . ב. שווה. ג. עם השעון.

ד. $I = 0.005(2 + 5t) \text{ A}$ ה. גדולה.

קיץ 2015

תשובות סופיות

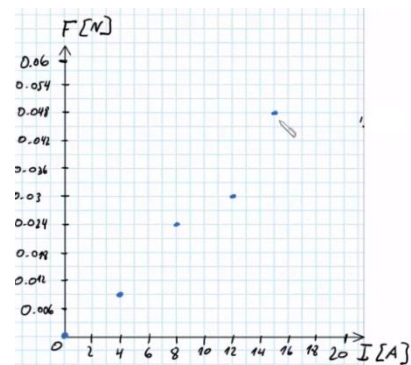
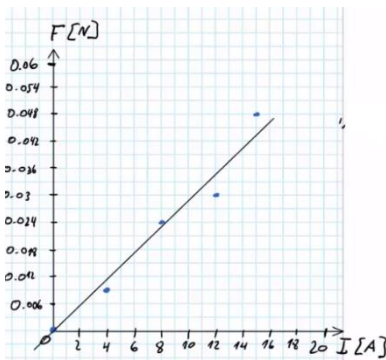
- 1) א. חיובי, קווי השדה מצביעים כלפי חוץ.
 ב. $Q = 1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$
 ג. $q = 1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$, שלילי. ד. שונה מאפס. ii. שווה לאפס.

ה. $W = 15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$



- ב. i. כאשר הזרם הוא אפס אז מתח ההדקים שווה לכא"מ האינדאלי של הסוללה, כאשר יש זרם מתח ההדקים קטן מהכא"מ. ii. $r = 0.5 \Omega$
 ג. $I = 3 \text{ A}$
 ד. i. גדולה. ii. קטנה.
 ה. הגודל הפיזיקלי הוא מטען.

- 3) א. היגד iii. ב. $I = 6.667 \text{ A}$ ii. $Q = 306,667 \text{ J}$
 ג. $\eta = 66.7\%$ ii. $\eta = 16.66\% < 66.7\%$
 ד. $I_2 < I_1$ ii. $I_2 < I_1$
 4) א. $m = 0.15 \text{ kg}$ ג. D הצפוני, E הדרומי.
 ד. i. סרטוט: ii. סרטוט:



ה. $B = 2.88 \cdot 10^{-2} \text{ T}$

- 5) א. i. חוק פארדיי. ii. נגד השעון.
 ב. $\phi_B = B \cdot \frac{V^2 \cdot t^2}{2}$ iii. $I = \frac{BV^2 t}{R}$
 ג. לא קבועה. ii. $\varepsilon = -BV^2 t$

קיץ 2014

תשובות סופיות

1) א. כיוון השדה בין לוח A ל-B : $A \leftarrow B$. כיוון השדה בין לוח B ל-C : $C \leftarrow B$.

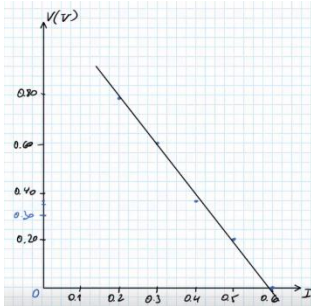
ב. $E_{AB} = -200 \frac{V}{m}$, $E_{BC} = 1200 \frac{V}{m}$. ג. F קבוע $\leftarrow a$ קבוע.

ה. לא.

ד. $V_{max} \approx 1.26 \cdot 10^4 \frac{m}{sec}$

2) א. המתח הנמדד שונה, בתרשים ב' גדול יותר.

ב. סרטוט:



ג. $r = 2.06 \Omega$, $\varepsilon = 1.21V$

ד. כן, עיני חיבור מד מתח אידיאלי לסוללה בלבד.

ה. לא, אין מד התנגדות בצורה ישירה.

3) א. $V_3 > V_4$. ב. $V_1 = \frac{\varepsilon}{3}$, $V_2 = \frac{2\varepsilon}{9}$, $V_3 = \frac{2\varepsilon}{3}$, $V_4 = \frac{4\varepsilon}{9}$.

ג. $P_2 < P_4 < P_1 < P_3$. ד. כן, תקטן. ה. $I' = \frac{3}{4} I$.

4) א. מקרה i : $\sum F = mg - \frac{B^2 I^2}{R} V$, עם הזמן מהירות המסגרת גדלה ולכן F_B גדל, שקול הכוחות קטן.

מקרה ii : $\sum F = mg$, $F_B = 0$, ולכן שקול הכוחות קבוע.

מקרה iii : $\sum F = mg - \frac{B^2 I^2}{R} V$, שקול הכוחות קטן.

ב. מקרה i : יש זרם נגד כיוון השעון.

מקרה ii : אין זרם כיוון שהשטף קבוע.

מקרה iii : יש זרם עם כיוון השעון.

ג. $I = 4A$. ד. $V = 16 \frac{m}{sec}$

5) א. ציר ה-x . ב. נעו בקו עקום. ג. $V = \frac{E}{B \sin \alpha}$, $V = \frac{E}{B}$.

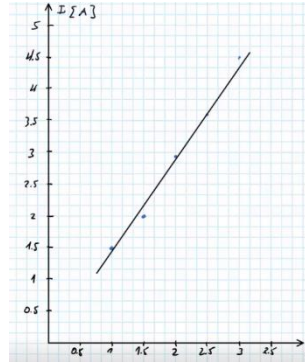
ד. הכוח המגנטי קבוע כי המהירות והשדה קבועים ומאונך למהירות לכן מתבצעת

תנועה מעגלית. ה. $m = \frac{qBR}{V}$.

קיץ 2013

תשובות סופיות

- (1) א. $n_e \approx 10^{11}$ ב. מכדור B לכדור A. ג. $q_B = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ ד. לא, $q_B = 0$ ה. I
- (2) א. $\bar{P} = 525 \text{ W}$ ב. $I_{AB} = 2.1875 \text{ A}$, $I_{CD} = 21.875 \text{ A}$ ג. $P_A = 0.4785 \text{ W}$, $P_B = 47.85 \text{ W}$ ד. $\eta_A = 99.9\%$, $\eta_B \approx 91.65\%$ ה. בישראל.
- (3) א. הוכחה. ב. הוכחה. ג. $R_3 = 6 \text{ k}\Omega$ ד. i. $T = 25^\circ$ ii. $T = 12^\circ$
- (4) א. סרטוט:



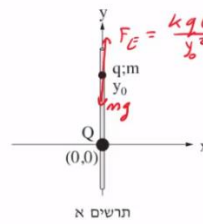
- ג. $B_E = 3.04 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ ד. הספרה 0 לאחר הנקודה מציינת את גובה הדיוק במדידת הזרם.
- ה. i. דרומי. ii. צפוני.
- א. i. קבוע. ii. משתנה.
- (5) א. $\varepsilon(t = 0.06) = -5.03 \cdot 10^{-3} \text{ V}$, $\varepsilon(t = 0.20) = -8.80 \cdot 10^{-3} \text{ V}$ ב. $\varepsilon(t = 0.06) = 0$ ג. כיוון מנוגד. ד. $\varepsilon(t = 0.06) = 0$

פתרון בגרויות בחשמל ומגנטיות

קיץ 2012

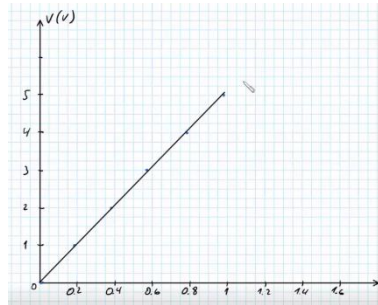
תשובות סופיות

א. סרטוט: $F_E = \frac{kqQ}{y^2}$: $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{kqQ}{x_0}$.ג. $y_0 = \sqrt{\frac{kqQ}{mg}}$.ב.



ה. גודל המהירות: קטן, גודל התאוצה: גדל. $x_{\min} = \frac{kqQ}{\frac{1}{2}mv^2 + \frac{kqQ}{x_0}}$.ד.

כ, $R = 5.26 \Omega$.



א. סרטוט: (2)

ב. $\rho = 4.13 \cdot 10^{-6} \Omega \times m$.ג. $R_B < R_A$.ד. iii ו-iv.

(3) א. אם במעגל זורם זרם אז יש הספק בהתנגדות הפנימית $P_r = I_r^2$ הספק זה הוא אנרגיה שהולכת לאיבוד לחום בנגד הפנימי. ב. מתח הדקים (V).

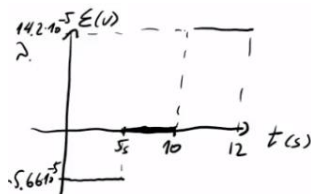
ג. נקודה N מתאימה לנקודה B, נקודה M מתאימה לנקודה C.

ד. $r = 0.5 \Omega$, $\varepsilon = 3V$.ה. $R = 0.5 \Omega$

(4) א. $F = 1.7 \cdot 10^{-6} N$, למטה. ב. $F = \frac{1.7}{2} \cdot 10^{-6} N$, למטה.

ג. $F = 0.85 \cdot 10^{-6} N$, למעלה. ד. קטן. ה. ג.

א. $\varepsilon = -5.66 \cdot 10^{-5} V$.ב. סרטוט:



ג. בפרק הזמן $0 < t < 5$ הזרם הוא נגד כיוון השעון.

בפרק הזמן $10 < t < 12$ עם כיוון השעון.

ד. $P(t=7) = 0$, $P(t=11) = 4.03 \cdot 10^{-9} W$

ה. לסעיף ב' לא תשתנה, לסעיף ד' תשתנה.