

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

חשמל

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות.
ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
7. הוראות מיוחדות:
 - (1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה.)
 - (2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
 - (3) בפתרון שאלות שנדרש בהן להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .
 - (4) בחישובך השתמש בערך של 10 מ' לשנייה² עבור תאוצת הנפילה החופשית.
 - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים 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!

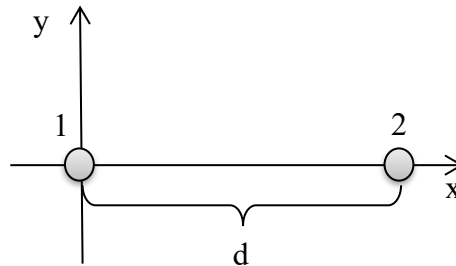
ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

שאלה 1

שני כדורים קטנים מאוד, 1 ו-2, בעלי מסה זהה m טעונים במטענים שונים בגודלם והפוכים בסימנם: $Q_1 > 0$ ו- $Q_2 < 0$.

א. מניחים את כדור 1 בראשית הצירים ואת כדור 2 במקום $x=d$ (ראה איור 1) ועוזבים את שני הכדורים ממנוחה ברגע שמוגדר $t=0$.



איור 1

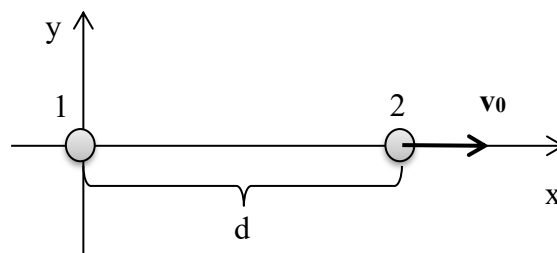
(1) האם ברגע העזיבה תאוצות הכדורים זהות או שונות? התייחס גם לגודלם וגם לכיוונם של התאוצות ונמק.

(2) מסמנים ב- a את גודל תאוצתו של כדור 2 כאשר הוא נמצא במרחק $d/2$ מכדור 1. בטא את a בעזרת גודל תאוצתו ההתחלתית, a_0 .

(12 נקודות)

לסעיפים הבאים נתונים: $Q_1=1 \mu\text{C}$, $Q_2=-2 \mu\text{C}$, $m=10^{-3}\text{kg}$

ב. מחזירים את שני הכדורים למקומותיהם, כמו באיור 2, מחזיקים את כדור 1 בראשית הצירים וברגע $t=0$ מקנים לכדור 2 מהירות התחלתית v_0 ימינה.



איור 2

(1) הוכח שדרושה מהירות v_0 השווה $\frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{d}}$ כדי שכדור 2 יגיע למרחק $2d$ מכדור 1 וייעצר שם רגעית (לפני חזרתו).

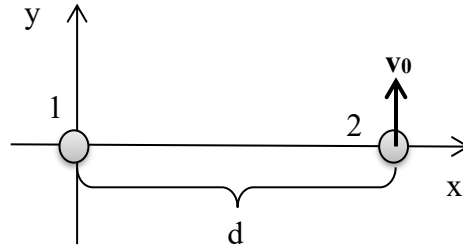
(2) מהן היחידות של המספר $3\sqrt{2}$ במונה הביטוי של v_0 ?

(11 $\frac{1}{3}$ נקודות)

המשך השאלה בעמוד הבא

ג. מחזירים את שני הכדורים למקומותיהם, כמו באיור 3, מקבעים את כדור 1 בראשית הצירים, כך

שאינו יכול לנוע, וברגע $t=0$ מקנים לכדור 2 מהירות התחלתית $\frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{d}}$ בכיוון ציר y החיובי.



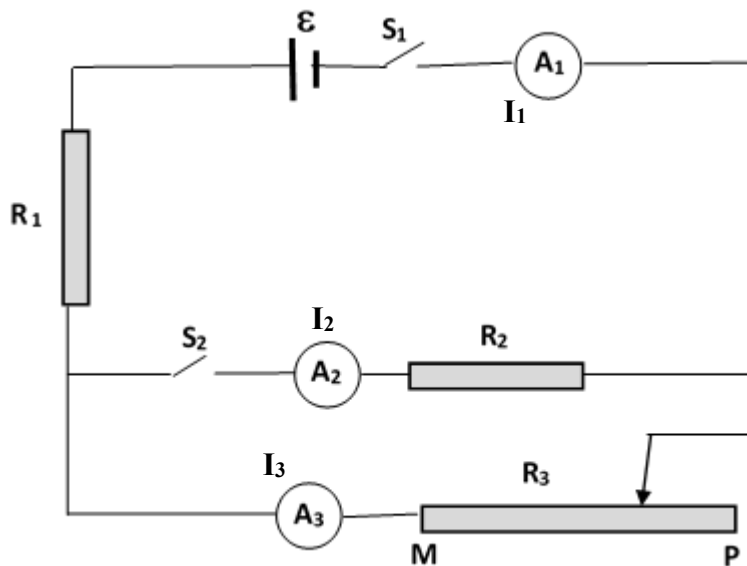
איור 3

האם מהירות התחלתית זו תאפשר לכדור 2 לבצע תנועה מעגלית קצובה סביב כדור 1? הסבר.

(10 נקודות)

שאלה 2

תלמיד מבצע סדרת ניסויים במעגל החשמלי המתואר בתרשים. ההתנגדות הפנימית של מקור הכא"מ והתנגדות מדי הזרם זניחות ובתחילת הניסוי שני המפסקים פתוחים.



א. במצב המתואר בתרשים, התלמיד סוגר את המפסק S_1 ומודד את הזרם I_1 . אחרי זה הוא סוגר גם את המפסק S_2 ושוב מודד את הזרם I_1 . האם עקב סגירת המפסק S_2 עוצמת הזרם I_1 גדלה, קטנה או לא משתנה? נמק תשובתך. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בהמשך, במצב ששני המפסקים סגורים, התלמיד גורר את המגע הנייד של הנגד המשתנה R_3 ורושם בטבלה את תוצאות המדידות של הזרמים I_2 ו- I_3 :

מס' מדידה	1	2	3	4	5	6
$I_3(A)$	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
$I_2(A)$	0.00	0.10	0.16	0.26	0.33	0.39

ב. באיזה כיוון הזיז התלמיד את המגע הנייד במעבר מהמדידה מס' 1 למדידה מס' 6 - מ- M - ל- P או מ- P - ל- M? הסבר קביעתך. (3 נקודות)

ג. (1) שרטט גרף (נקודות וקו מגמה) של I_2 כפונקציה של I_3 על פי הערכים הרשומים בטבלה.
 (2) באיזה מצב של המגע הנייד אפשר לקבל את נקודת החיתוך של הגרף עם הציר של I_2 ? (8 נקודות)

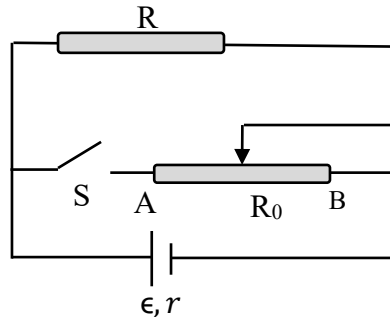
ד. (1) הוכח שהביטוי לפונקציה $I_2 = f(I_3)$ הוא:
$$I_2 = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_3 + \frac{\epsilon}{R_1 + R_2}$$

(2) חשב על פי הגרף את כא"מ המקור, ϵ , ואת התנגדות הנגד R_1 , אם ידוע ש- $R_2=10\Omega$. (12 נקודות)

ה. בהמשך פותחים את שני המפסקים S_1 ו- S_2 . מה יהיה המתח על כל מפסק? הסבר. (6 נקודות)

שאלה 3

בפעילות במעבדה תלמיד הרכיב מעגל חשמלי כמתואר באיור. במעגל מקור מתח בעל כ"מ ε והתנגדות פנימית r , נגד קבוע שהתנגדותו R , נגד משתנה שהתנגדותו המרבית R_0 ומפסק S .



תחילה התלמיד מיקם את המגע הנייד בקצה השמאלי A של הנגד המשתנה ושם לב שבמצב זה הנגד R לא התחמם כלל.

א. האם המפסק היה במצב פתוח או סגור? נמק. (6 נקודות)

ב. כאשר המפסק S פתוח, איפה צריך להיות המגע הנייד, כך שבנגד R תתפתח כמות חום מרבית אפשרית? נמק. (5 נקודות)

ג. כאשר המפסק S פתוח והמגע הנייד בקצה B , בטא באמצעות הפרמטרים R, R_0, ε, r או חלקם את:
 (1) מתח הדקי המקור.
 (2) הספק המקור.

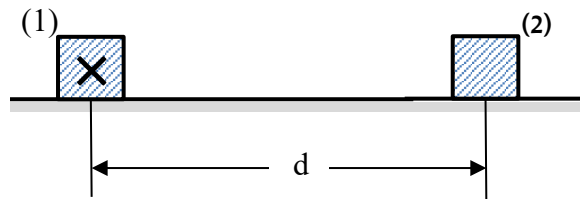
(11 נקודות)

ד. במצב שהמגע הנייד בנקודה B , התלמיד סוגר את המפסק S . האם כתוצאה מכך מתח הדקי המקור גדל, קטן או אינו משתנה? נמק. (6 נקודות)

ה. במצב בו המפסק סגור, התלמיד חקר את נצילות הסוללה בשני המצבים הקיצוניים של הנגד המשתנה:
 כאשר המגע הנייד בנקודה A וכאשר הוא בנקודה B . באיזה משני המצבים אלה מתקבלת נצילות גדולה יותר של מקור המתח? נמק. (5½ נקודות)

שאלה 4

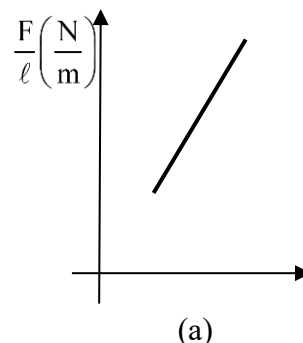
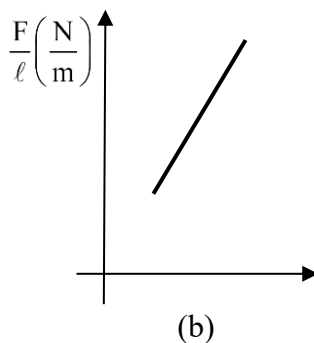
שני מוטות אופקיים ומקבילים בעלי שטח חתך ריבועי הם חלק ממתקן חשמלי הנמצא בשלב תכנון. דרך המוטות יזרמו זרמים בעלי עוצמות שוות $I_1 = I_2 = I$ ובזמן זרימת הזרמים יפעלו בין המוטות כוחות משיכה. המוטות מוחזקים על משטח אופקי במרחק d זה מזה, כמתואר בתרשים:



א. ידוע שכיוון הזרם I_1 במוט (1) הוא "אל תוך מישור התרשים". מצאו מהו כיוון הזרם I_2 במוט (2) והסבירו כיצד קבעתם. (6 נקודות)

לקראת ההחלטה הסופית לגבי בניית המתקן, בצעו שתי סדרות של ניסויים, בהתאם לעיקרון הפרדת המשתנים:

- בסדרה ראשונה שמרו על מרחק קבוע בין המוטות, שינו את עוצמת הזרמים, I , ומדדו את גודל הכוח המגנטי שפעל על יחידת אורך של כל מוט, $\frac{F}{\ell}$, עבור עוצמות זרמים שונות.
 - בסדרה שנייה שמרו על עוצמו זרם קבועה, שינו את המרחק, d , בין המוטות ומדדו שוב את גודל הכוח המגנטי שפעל על יחידת אורך של מוט, $\frac{F}{\ell}$, במרחקים השונים.
- בעקבות כל סדרת ניסויים החליטו על משתנה חדש, כדי להפיק גרף לינארי של הכוח המגנטי שפעל על יחידת אורך של מוט כפונקציה של המשתנה החדש. הגרפים הלינאריים שהתקבלו מוצגים להלן (גרפים a ו b). אבל משום מה נשמטו כותרות הציר האופקי של כל גרף והערכים המספריים בכל ציר.



ב. ידוע שלשיפוע של הגרף (a) הייתה יחידת מידה $\frac{N}{m \cdot A^2}$.

(1) מהו המשתנה המתואר על הציר האופקי של גרף (a)? נמק.

המשך השאלה בעמוד הבא

(2) השיפוע של גרף (a) היה $8 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{m} \cdot \text{A}^2}$. לפי כך, חשבו את הערך הקבוע של הפרמטר

ה"מוקפא" בסדרת ניסויים שהובילה לגרף (a).

(8 נקודות)

ג. (1) מהו המשתנה המתואר על הציר האופקי של גרף (b)? נמק.

(2) מהי יחידת המידה של שיפוע גרף (b)? נמק.

(6 נקודות)

במתקן המתוכנן, עוצמת הזרם דרך המוטות צריכה להיות $I=3.5 \text{ kA}$ (קילו-אמפר), והחליטו לבנות את המוטות מאלומיניום. ידוע שעבור אלומיניום המשמש לבניית המוטות צפיפות הזרם (עוצמת הזרם דרך תיל בעל שטח חתך רוחב של יחידה שטח אחת) המותרת היא $J=1.5 \text{ A/mm}^2$ ושהמרחק בין המוטות צריך להיות $d=20\text{cm}$.

ד. חשבו את שטח החתך של המוטות בהם יש להשתמש. (5 נקודות)

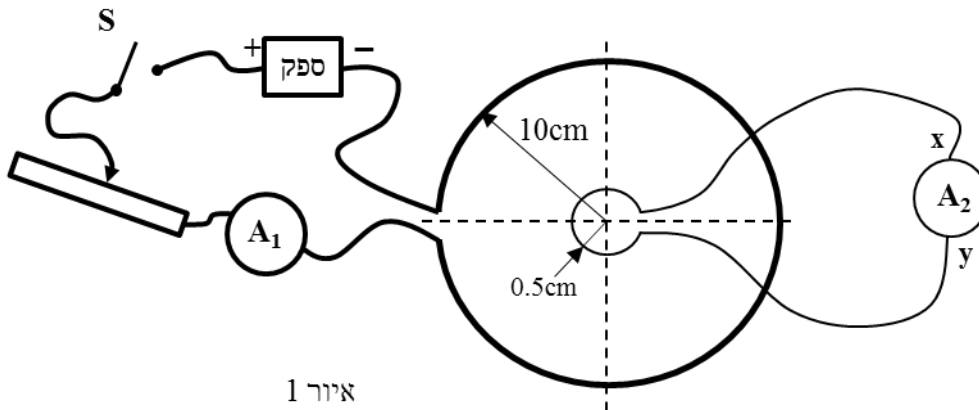
ה. חלקיק אלפא מגיע לנקודה הנמצאת במרחק $d/2$ מכל אחד משני המוטות במהירות שגודלה $3 \cdot$

10^5 m/s וכיוונה בניצב למשטח אופקי עליו המוטות, כלפי מעלה. מצא את הכוח (גודל וכיוון)

שיפעל על החלקיק בנקודה זאת. (8 $\frac{1}{3}$ נקודות)

שאלה 5

שתי כריכות מעגליות בעלות מרכז משותף, נמצאות במישור התרשים (ראה איור 1). רדיוס הכריכה הפנימית הוא 0.5cm ורדיוס הכריכה החיצונית הוא 10cm. הכריכה החיצונית מחוברת לספק בטור עם מד זרם, נגד משתנה ומפסק. לכריכה הפנימית מחובר מד זרם. נתון כי ההתנגדות הכוללת של המעגל החשמלי הכולל את הכריכה הפנימית, מד הזרם A_2 והתיילים המחברים ביניהם, היא 0.1Ω .

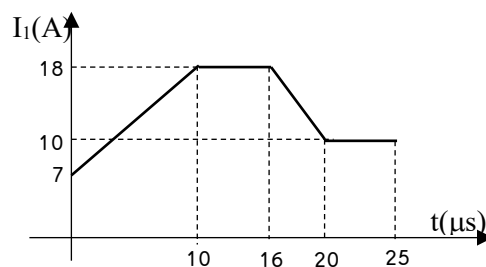


א. סוגרים את המפסק, S, ומוודדים כי עוצמת הזרם בכריכה החיצונית מגיעה ל- 20A בפרק זמן של $\Delta t = 2 \cdot 10^{-6}s$.

- (1) תוך כדי סגירת המפסק נראה זרם במד הזרם A_2 . הסבר מדוע.
- (2) חשב את הערך הממוצע של הזרם ב A_2 . הנח שבתוך הכריכה הפנימית השדה המגנטי אחיד.
- (3) האם כיוון הזרם ב A_2 הינו מ- x ל- y או מ- y ל- x? נמק.

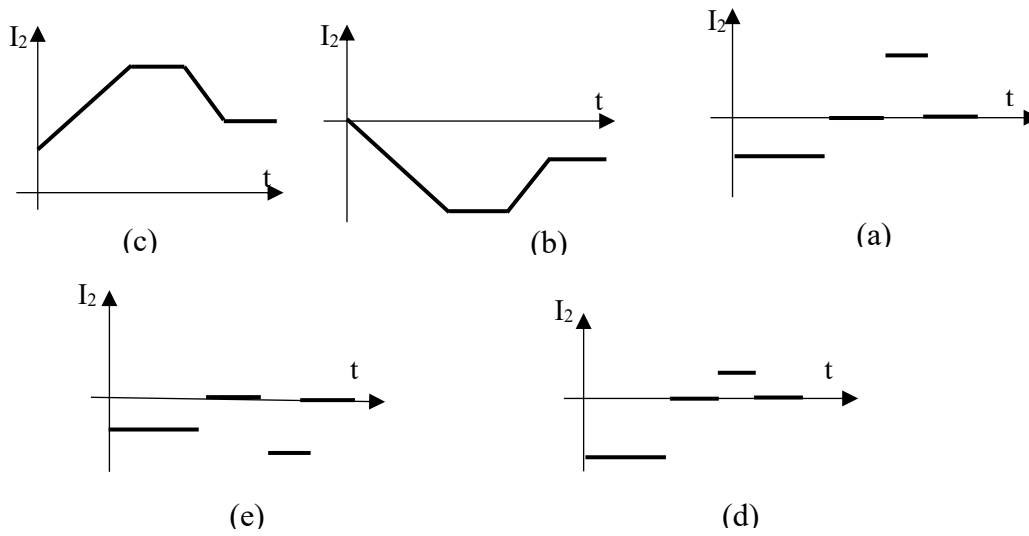
(12 נקודות)

באיור 2 מתוארת עוצמת הזרם הנמדדת על ידי מד הזרם A_1 , כאשר המפסק סגור, כפונקציה של הזמן במיקרושניות ($1\mu s = 10^{-6}s$).



איור 2

ב. איזה מהגרפים שבאיור 3 מתאר נכון את קריאת מד הזרם A_2 המחובר לסליל הפנימי? נמק. (6 נקודות)



איור 3

ג. חשב את עוצמת הזרם בכריכה הפנימית ברגע $t=5\text{ms}$. פרט שיקולידך. (7 נקודות)

עתי מרחיקים את הכריכה הגדולה ומקרבים אל הכריכה הקטנה מגנט מוט, בניצב למישורה בכיוון "נכנס לדף". בזמן התקרבות המגנט, זרם מ- x ל- y דרך מד הזרם A_2 .

ד. (1) האם המגנט התקרב כשהקוטב הצפוני שלו פונה אל הכריכה או כשהקוטב הדרומי פונה אליה? נמק.

(2) שמו לב שבזמן התקרבות המגנט הכריכה זזה ממקומה. האם היא מתקרבת למגנט או מתרחקת ממנו? נמק.

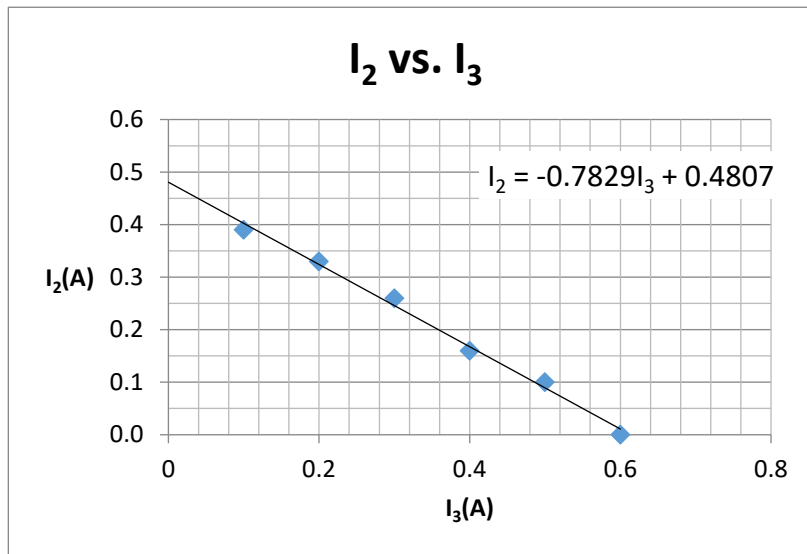
($8\frac{1}{3}$ נקודות)

תשובותשאלה 1

- א. (1) התאוצות שוות בגודלן ומנוגדות בכיווןן ; (2) $a = 4a_0$
- ב. (1) להוכחה משתמשים בחוק שימור האנרגיה ; (2) $[3\sqrt{2}] = \frac{m^{3/2}}{s}$
- ג. כן, על פי החוק השני של ניוטון לתנועה מעגלית קצובה.

שאלה 2

- א. I_1 גדל, כי
- ב. מ-M ל-P.
- ג. (1) גרף:



(2) הגררה מנותקת.

- ד. (1) על פי 2 משוואות: סכום זרמים בצומת וסכום מתחים במעגל טורי; (2) $R_1 = 35.5\Omega$, $\varepsilon = 21.8 V$
- ה. המתח על S_1 שווה ε , המתח על S_2 שווה 0.

שאלה 3

- א. סגור, כי ...
- ב. B.
- ג. (1) מתח ההדקים: $V = \frac{\varepsilon R}{R+r}$; (2) הספק המקור: $P = \frac{\varepsilon^2}{R+r}$.
- ד. קטן, כי ...
- ה. הנצילות גדולה יותר במצב A מאשר במצב B, כי ...

שאלה 4

- א. נכנס לדף.
- ב. $d=0.25m$ (2); I^2 (1)
- ג. $1/d$ (1); N (2) (ניוטון).
- ד. $A=23.3 cm^2$
- ה. הכוח אפס, כי השדה אפס.

שאלה 5

- א. (1) על פי חוק פרדיי: זרם 1 יוצר שדה, השינוי בשטף של השדה דרך כריכה 2 יוצר בה כא"מ מושרה וזרם מושרה.
(2) $I = 49.3 \text{ mA}$; (3) מ-x ל-y.
ב. גרף (a).
ג. $I_2 = 5.42 \cdot 10^{-3} \text{ A}$
ד. (1) הקוטב דרומי ; (2) מתרחקת, על פי חוק לנץ.