

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:
- 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.
 - 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.
 - בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.
 - בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.
 - 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 .
 - בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
 - 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.
כתוב טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

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

1. תלמיד ערך שלושה ניסויים באלקטרוסטטיקה.

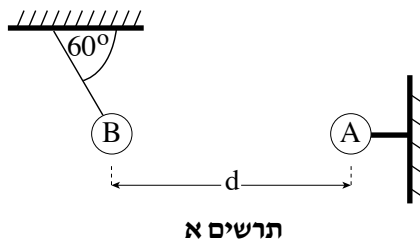
בניסוי הראשון השתמש התלמיד בשני כדורים מוליכים, A ו-B.

כדור A טעון במטען חשמלי חיובי, ומוחזק במנוחה באמצעות מוט אופקי מבודד.

כדור B טעון במטען חשמלי שלילי, ותלוי בקצה חוט מבודד. קצהו האחר של החוט המבודד קשור לתקרה (ראה תרשים א).

מסת החוט ניתנת להזנחה.

מרכזי הכדורים נמצאים באותו הגובה.



הערכים המוחלטים של מטעני הכדורים שווים זה לזה. כאשר שני הכדורים במצב מנוחה, מרכזיהם נמצאים במרחק

$d = 0.3 \text{ m}$ זה מזה. מסת הכדור B היא 10 gr , והחוט שהוא תלוי עליו יוצר זווית של 60° עם התקרה.

הנח כי רדיוסי הכדורים קטנים מאוד ביחס למרחק בין הכדורים.

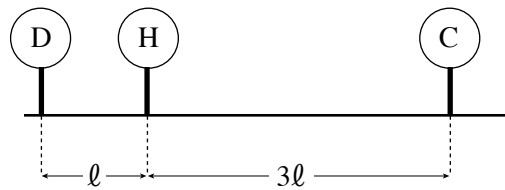
א. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על כדור B. ציין מי מפעיל את כל אחד מן הכוחות. (8 נקודות)

ב. חשב את המטען של כדור B. (10 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

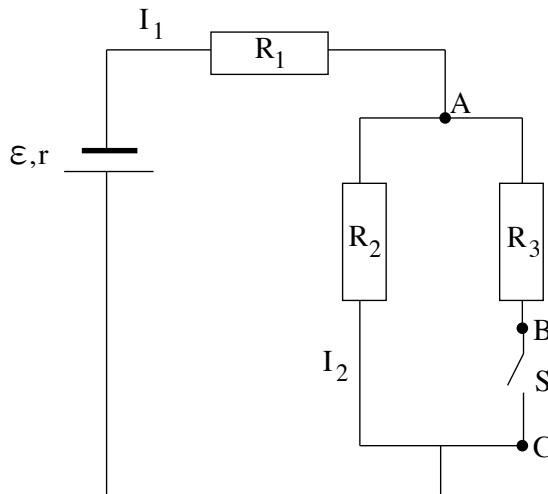
- ג. בניסוי השני השתמש התלמיד בשני כדורים בעלי מסות שוות, C ו-D. הכדורים טעונים במטענים חיוביים. המטען של כדור C גדול פי 3 מן המטען של כדור D. כל אחד משני הכדורים תלוי על חוט מבוךד באותו אורך, שמסתו זניחה. שני החוטים מחוברים לתקרה. אחרי הטעינה התרחקו הכדורים זה מזה, והתייצבו במנוחה. האם הזוויות ששני החוטים יוצרים עם התקרה שוות זו לזו? נמק את תשובתך באמצעות סרטוט תרשים כוחות. (10 נקודות)

- ד. בניסוי השלישי השתמש התלמיד בשני הכדורים C ו-D ובכדור נוסף, H. הכדורים מוחזקים באמצעות מוטות מבודדים כמתואר בתרשים ב. שלושת הכדורים טעונים במטענים חיוביים. נתון: $q_C = 3q_D$ מרכזי שלושת הכדורים נמצאים לאורך קו ישר, והמרחק בין מרכז כדור C לבין מרכז כדור H גדול פי 3 מן המרחק בין מרכז כדור D למרכז כדור H. הנח כי רדיוסי הכדורים קטנים מאוד ביחס למרחק בין הכדורים. האם שקול הכוחות החשמליים שהכדורים C ו-D מפעילים על כדור H שווה לאפס? נמק. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)



תרשים ב

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)

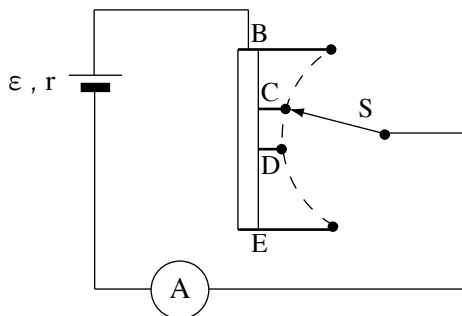
בשלב השני פתחו את מפסק S .

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)

3. בתרשים א מסורטט נגד משתנה המחובר אל מקור שהכא"מ שלו $\varepsilon = 24V$ וההתנגדות הפנימית שלו $r = 2\Omega$. את המתג S אפשר לחבר לכל אחת מן הנקודות B, C, D, E. המעגל כולל גם מד-זרם שהתנגדותו זניחה.
- שים לב:** המתג מחובר תמיד לאחת הנקודות B, C, D, E.

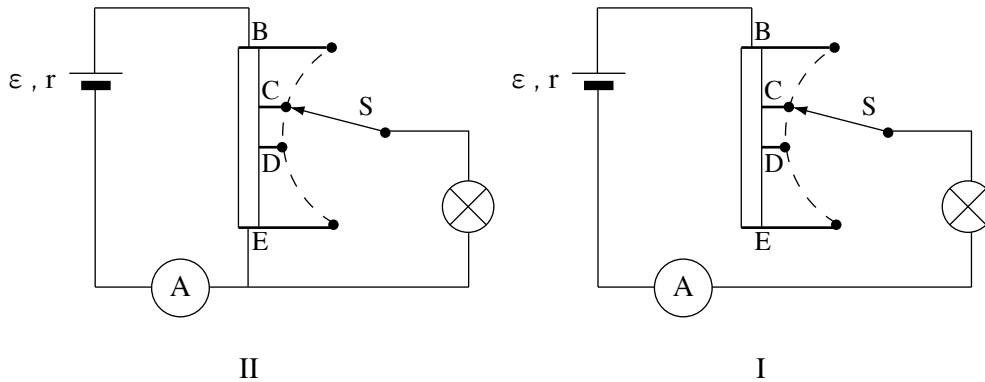


תרשים א

- א. (1) לאיזו נקודה מחובר המתג S, כאשר במעגל נמדדת עוצמת זרם מוזערית (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 (המוזערית) 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 $I = 1.5A$. חשב את התנגדות הנגד המשתנה שדרכו עובר הזרם במצב זה. (10 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

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

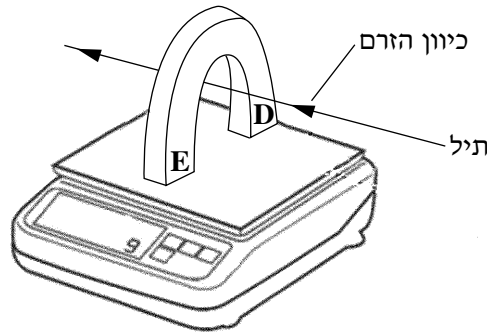
- ג. (1) לאיזו נקודה מחובר המתג S במעגל I, כאשר עוצמת האור של הנורה היא החזקה ביותר? נמק.
- (2) לאיזו נקודה מחובר המתג S במעגל II, כאשר עוצמת האור של הנורה היא החזקה ביותר? נמק.
(7 נקודות)
- ד. על הנורה רשום $24V, 28.8W$. חשב את הספק הנורה במעגל I, כאשר המתג מחובר לנקודה D. $(\frac{1}{3} 8$ נקודות)

4.

התרשים שלפניך מתאר ניסוי שערך תלמיד. התלמיד הציב מאזניים דיגיטליים על שולחן והפעיל אותם. הוריית המאזניים הייתה 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)

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).

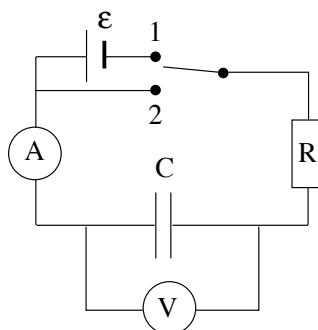
(2) הוסף לדיאגרמת הפיזור קו מגמה קווי (לינארי).

(10 נקודות)

ה. חשב את עוצמת השדה המגנטי באזור המאזניים. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

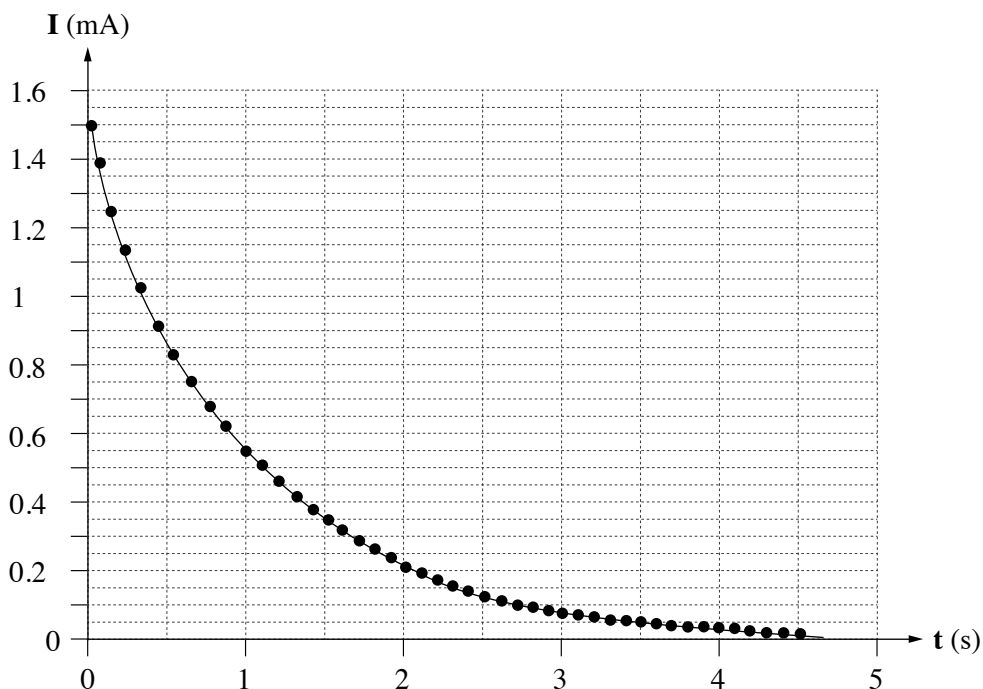
קיבול

5. בתרשים א שלפניך מתואר מעגל חשמלי שבאמצעותו טוענים את הקבל C. לאחר זמן רב מעבירים את המתג ממצב 1 למצב 2, וכך פורקים את הקבל. מכשירי המדידה – הוולטמטר והאמפרמטר – אידיאליים, וקריאותיהם מועברות ישירות למחשב. הזנח את ההתנגדות הפנימית של הסוללה.



תרשים א

בתרשים ב שלפניך מוצג גרף של הזרם (ב־ mA) כפונקצייה של הזמן (ב־ s), כפי שנמדד באמפרמטר.

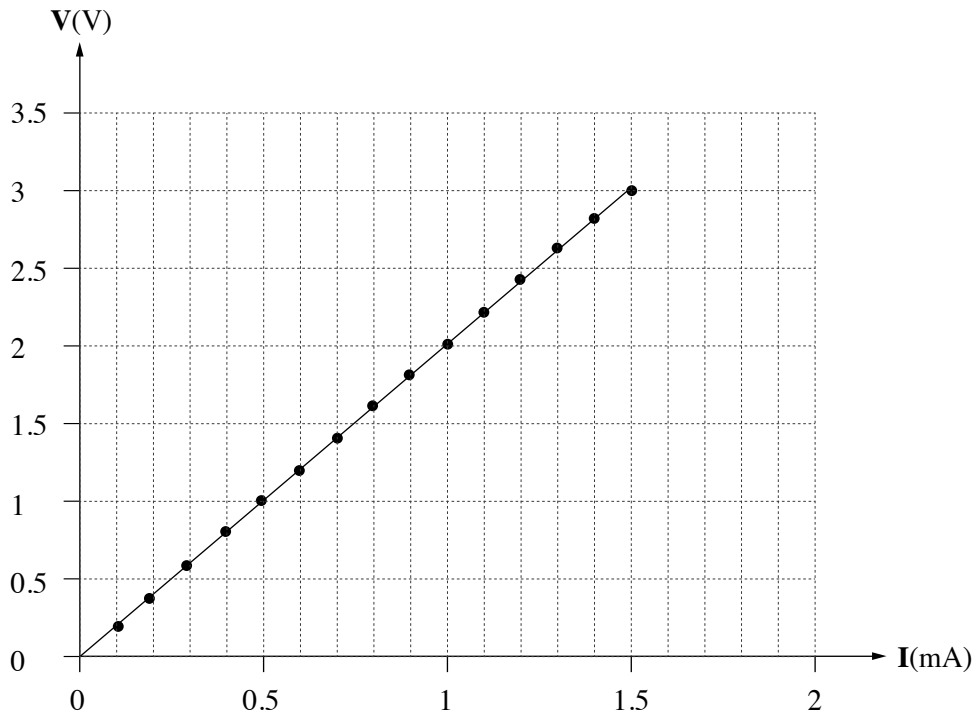


תרשים ב

- א. האם גרף זה התקבל בשלב הטעינה של הקבל, בשלב הפריקה שלו, או אי אפשר לקבוע אם התקבל בשלב הטעינה או הפריקה? נמק את תשובתך. (4 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

בתרשים ג שלפניך מוצג גרף של המתח כפונקציה של הזרם.

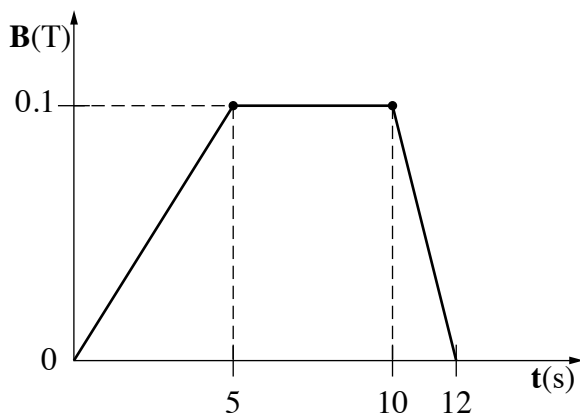


תרשים ג

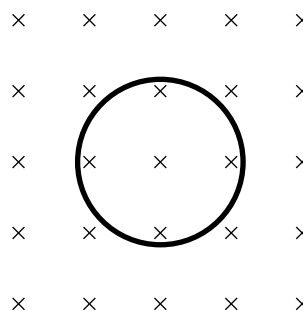
- ב. האם גרף זה התקבל בשלב הטעינה של הקבל, בשלב הפריקה שלו, או אי אפשר לקבוע אם התקבל בשלב הטעינה או הפריקה? נמק את תשובתך. (4 נקודות)
- ג. היעזר באחד הגרפים או בשניהם וחשב את התנגדות הנגד R. הסבר את חישוביך. (8 נקודות)
- ד. היעזר באחד הגרפים וחשב את קבוע הזמן. (6 נקודות)
- ה. הסבר מה משמעותו של קבוע הזמן. (5 נקודות)
- ו. חשב את קיבול הקבל C. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

השראה

6. בתרשים א מוצגת טבעת מוליכה שהרדיוס שלה $r = 3\text{ cm}$. 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 מן השנייה $t = 0$ עד $t = 5\text{ s}$. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב. סרטט גרף המתאר את הכא"מ המושרה בטבעת כפונקציה של הזמן מן השנייה $t = 0$ 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 מן הטבעת, ומפעילים מחדש את השדה המגנטי המשתנה המתואר בתרשים ב.
- ה. האם הגרף שסרטטת בסעיף ב ישתנה? הסבר. (4 נקודות)

בהצלחה!