

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; $100 = 33\frac{1}{3} \times 3$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נתונים ונוסחאות 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. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את היחידות המתאימות לתוצאה שקיבלת.
 - (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 שכרצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמוחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

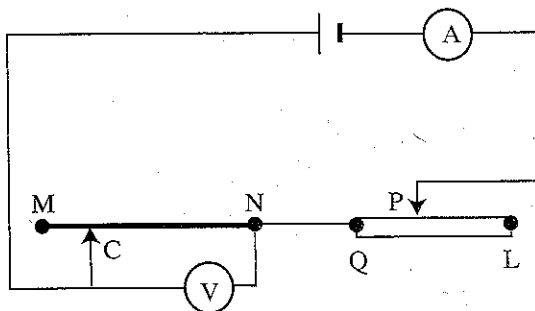
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 5-1.

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

1. תלמיד בנה מעגל חשמלי, כדי למדוד את התנגדותו הסגולית, ρ , של תיל כרום-ניקל MN (ראה תרשים), ששטח החתך שלו הוא $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$. מד-הזרם ומד-המתח הם אידיאליים.



התלמיד הקטין את אורך קטע התיל NC כמה פעמים (על ידי הזזת המגע הנייד C ימינה), ובכל פעם הוא הזיז את המגע הנייד, P, של הנגד המשתנה, QL, כך שהזרם בכל המדידות היה 0.5 A . בכל פעם הוא מדד את אורך קטע התיל NC, ואת המתח שהציג מד-המתח V. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

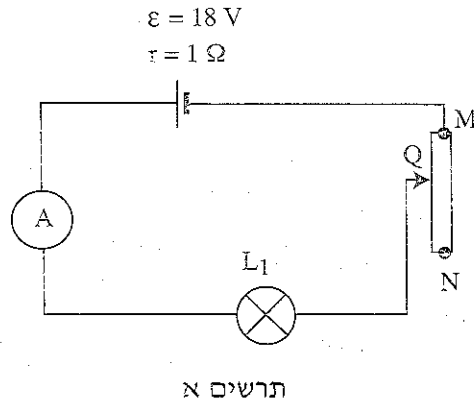
מתח – V (וולט)	אורך קטע התיל – NC (ס"מ)
1.12	100
0.81	80
0.66	60
0.39	40
0.23	20

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

- א. כדי שהזרם במעגל יישאר קבוע, הזיו התלמיד בכל פעם את המגע הנייד P של הנגד המשתנה.
- לאיזה כיוון היה עליו להזיז את המגע הנייד P – לכיוון הקצה L של הנגד המשתנה או לכיוון הקצה Q שלו? נמק. (5 נקודות)
- ב. סרטט גרף של הוריית מדי-מתח V כפונקציה של אורך קטע התיל NC. (8 נקודות)
- ג. חשב בעזרת הגרף את ההתנגדות הסגולית, ρ , של התיל. (10 נקודות)
- ד. כדי למדוד את ההתנגדות הסגולית בשיטה המתוארת בשאלה זו, היה חשוב שהזרם בכל המדידות יהיה אותו זרם. הסבר מדוע. (5 נקודות)
- ה. אילו התלמיד היה משתמש בתיל כרום-ניקל ששטח החתך שלו היה כפול מזה של התיל הנתון MN, האם שיפוע הקו הישר של המתח כפונקציה של אורך התיל היה גדול מזה שסרטטת בסעיף ב, קטן ממנו או שווה לו? נמק. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

2. על כל אחת משתי נורות זהות, L_1 ו- L_2 , רשום: $6V, 3W$.

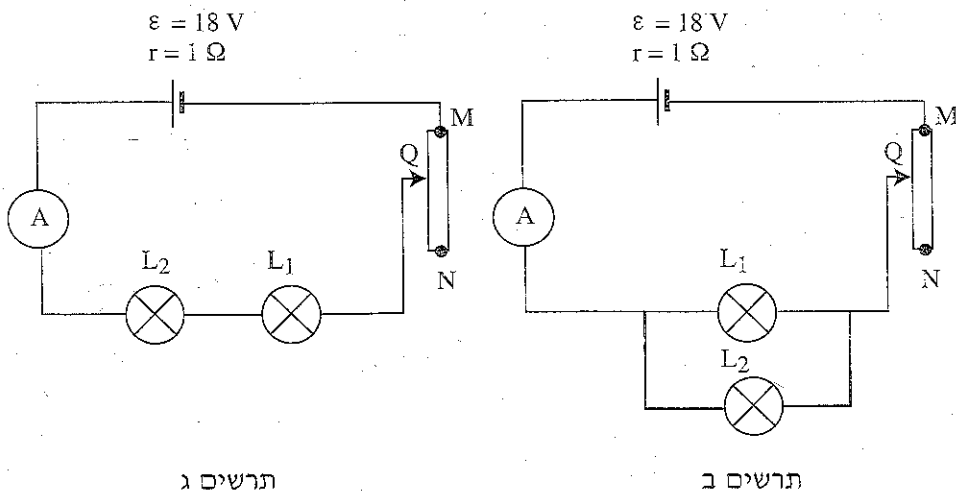
בתרשים א מוצג מעגל חשמלי הכולל את אחת הנורות, L_1 , מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 18V$ והתנגדותו הפנימית $r = 1\Omega$, נגד משתנה MN שהתנגדותו המרבית 30Ω ואמפרמטר שהתנגדותו ניתנת להזנחה.



- א. דנה בונה את המעגל החשמלי המתואר בתרשים א.
באיזה קצה של הנגד המשתנה עליה להציב את המגע הנייד, Q, של הנגד המשתנה לפני שהיא סוגרת את המעגל החשמלי – בקצה M או בקצה N? נמק. (8 נקודות)
- ב. לאיזו התנגדות יש להביא את הנגד המשתנה כדי שהנורה L_1 תאיר באורה המלא?
(10 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ג. בונים שני מעגלים חשמליים נוספים: תחילה בונים את המעגל החשמלי המוצג בתרשים ב, שבו שתי הנורות מהוברות במקביל, ואחר כך בונים את המעגל החשמלי המתואר בתרשים ג, שבו שתי הנורות מחוברות בטור. בשני המעגלים כל נורה מאירה באורה המלא.

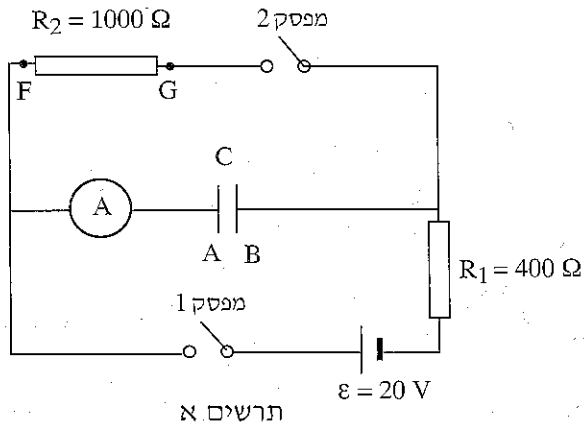


ההספק של כל אחת משתי הנורות בתרשים ב שווה להספק של כל אחת משתי הנורות שבתרשים ג.

מדוע, למרות זאת, ההספק הכולל במעגל החשמלי המתואר בתרשים ב גדול מההספק הכולל במעגל החשמלי המתואר בתרשים ג? (9 נקודות)

ד. כיצד, בדרך כלל, מחברים נורות בבתים פרטיים – במקביל (כמו בתרשים ב) או בטור (כמו בתרשים ג)? הסבר את הסיבה לכך. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

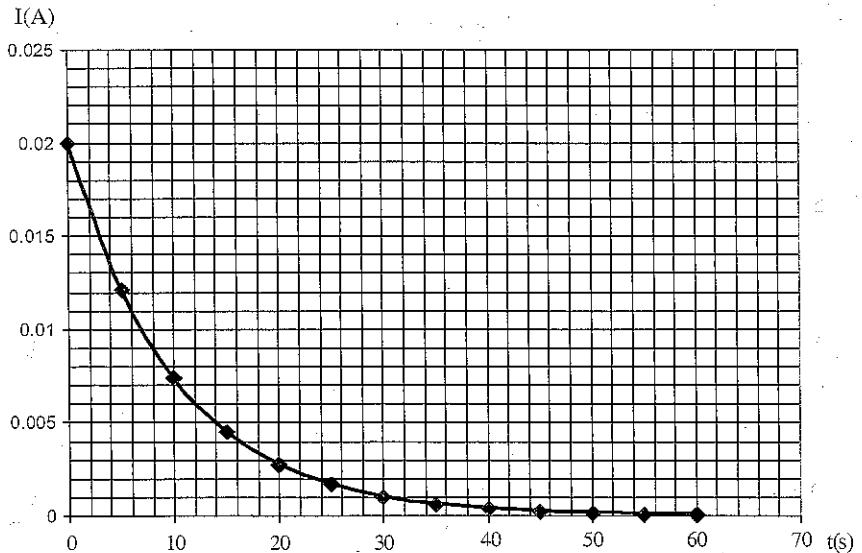
3. בתרשים א מוצג מעגל חשמלי הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 20 \text{ V}$ והתנגדותו הפנימית ניתנת להזנחה, שני נגדים שהתנגדותיהם $R_1 = 400 \Omega$ ו- $R_2 = 1000 \Omega$, קבל שקיבולו C, אמפרמטר A, ושני מפסקים פתוחים, 1 ו- 2.



סוגרים את מפסק 1 ברגע $t = 0$ (מפסק 2 נשאר פתוח), ומודדים את עוצמת הזרם כפונקציה של הזמן.

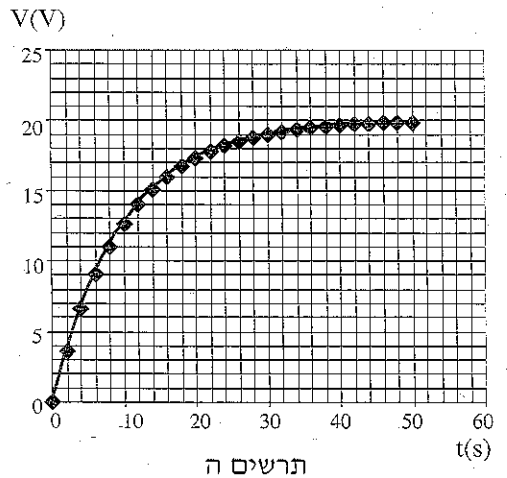
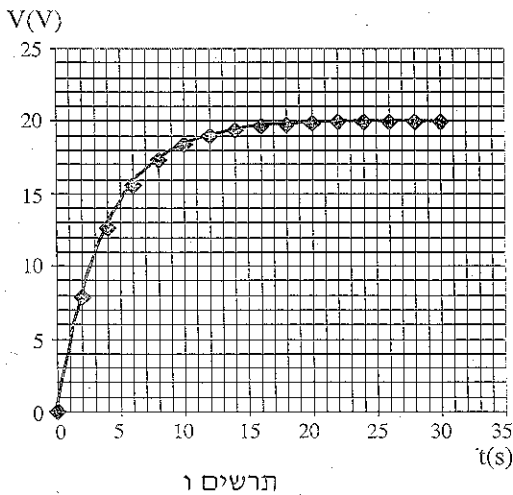
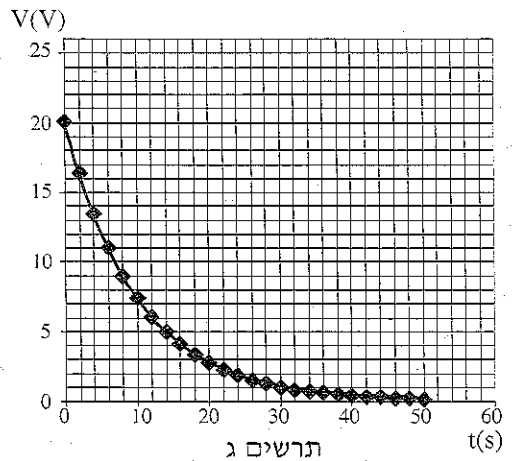
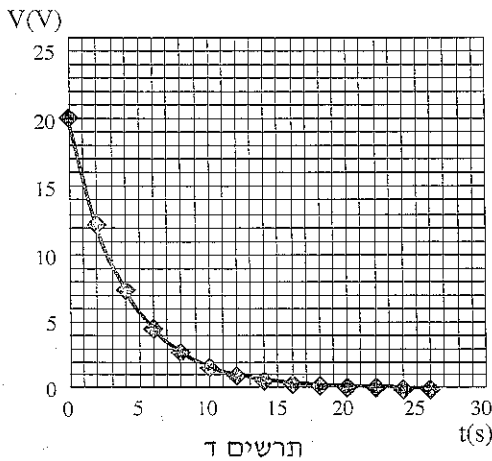
לאחר זמן ארוך, ברגע מסוים $t_1 = 0$, פותחים את מפסק 1 וסוגרים את מפסק 2, ושוב מודדים את עוצמת הזרם כפונקציה של הזמן.

הזרם דרך אחד הנגדים (R_1 או R_2) כפונקציה של הזמן מוצג בתרשים ב.

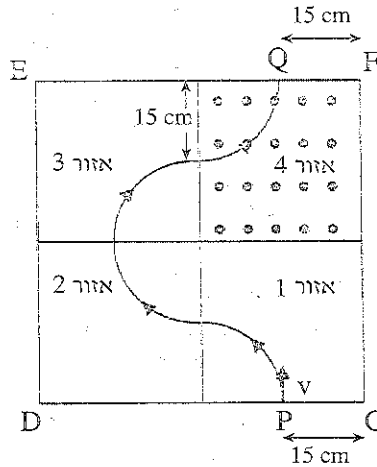


תרשים ב

- א. דרך איזה נגד, R_1 או R_2 , עובר הזרם המוצג בתרשים בז? הסבר את תשובתך. (7 נקודות)
- ב. חשב את הקיבול, C, של הקבל. (7 נקודות)
- ג. חשב את המטען שעל כל אחד מלוחות הקבל לפני שסוגרים את מפסק 2. (7 נקודות)
- ד. לאיזה כיוון זורם הזרם בנגד R_2 לאחר פתיחת מפסק 1 וסגירת מפסק 2, מ-F ל-G או מ-G ל-F? נמק. (5 נקודות)
- ה. תלמיד מסרטט גרף של המתח בין קצות הנגד R_1 כפונקציה של הזמן. איזה מבין התרשימים ג-ו שלפניך נכון? נמק. (7 $\frac{1}{3}$ נקודות)



4. 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 מהנקודה C הוא 15 cm , במהירות שכיוונה ניצב לקו CD ולכיוון השדה המגנטי, וגודלה $v = 3.6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. מסת החלקיק $6.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (ראה תרשים).



- 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. (5 נקודות)
- ג. חשב את המטען של חלקיק א. (5 נקודות)
- ד. האם לאורך מסלול התנועה של חלקיק א מנקודה P לנקודה Q וקטור המהירות של החלקיק משתנה:

(1) בכיוונו? נמק. (4 נקודות)

(2) בגודלו? נמק. (4 נקודות)

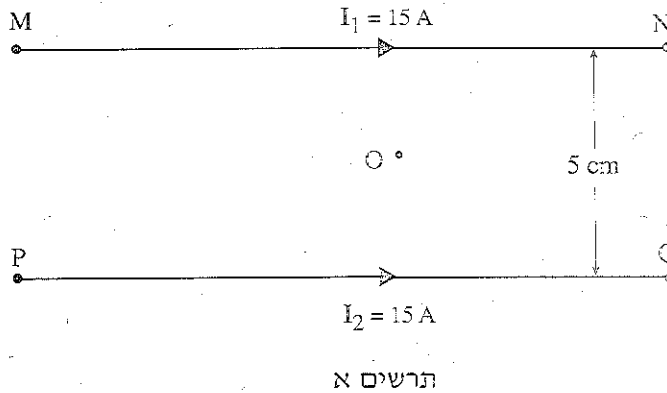
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- ה. חשב את משך הזמן שבו חלקיק א נע מנקודה P לנקודה Q. (5 נקודות)
- ו. בנקודה Q (ראה תרשים) משגרים לתוך אוור 4 בזה אחר זה שני חלקיקים, ב ו- ג, באותו גודל מהירות ($v = 3.6 \cdot 10^6$ m/s), במאונך ל- EF ולשדה המגנטי שבאזור 4. לשני החלקיקים ב ו- ג 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.)

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 10/

5. שני תילים ארוכים, MN ו-PQ, נמצאים במישור אחד. התילים מקבילים זה לזה, והמרחק ביניהם הוא 5 cm.



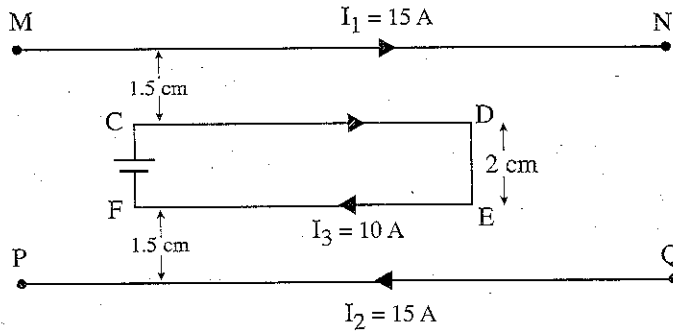
דרך התילים MN ו-PQ עוברים זרמים I_1 ו- I_2 בהתאמה, הזרמים בכיוונים, ועוצמתו של כל אחד מהם היא 15A (ראה תרשים א).

א. מהו כיוון הכוח המגנטי שהתיל MN מפעיל על התיל PQ? הסבר. (9 נקודות)

ב. מהו השדה המגנטי השקול לשדות המגנטיים הנוצרים על ידי הזרמים בתילים MN ו-PQ בנקודה O, הנמצאת במישור של שני התילים במרחק של 2.5 cm מכל אחד מהם (ראה תרשים א)? נמק. (7 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

הופכים את כיוון הזרם בתיל PQ. המרחק בין התילים נשאר 5 cm. במישור התילים ובדיוק באמצע ביניהם מוסיפים מסגרת מלבנית מוליכה CDEF, שאורכי צלעותיה הם $CD = 10 \text{ cm}$ ו- $DE = 2 \text{ cm}$. הצלע CD והתיל MN מקבילים זה לזה, והמרחק ביניהם הוא $l = 1.5 \text{ cm}$. במסגרת זורם זרם שעוצמתו $I_3 = 10 \text{ A}$, כמתואר בתרשים ב.



תרשים ב

- ג. הסבר מדוע במצב זה הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת CDEF שווה לאפס. (8 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- ד. מסלקים את התיל PQ. מהו הכוח המגנטי השקול (גודל וכיוון), הפועל על המסגרת CDEF בהשפעת הזרם הזורם בתיל MN? (9 נקודות)

בהצלחה!

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