

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 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־רישום 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 לסרטטים 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!

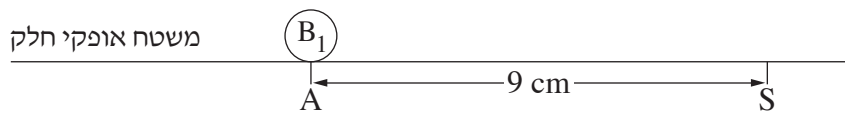
**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.
בהצלחה!**

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

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

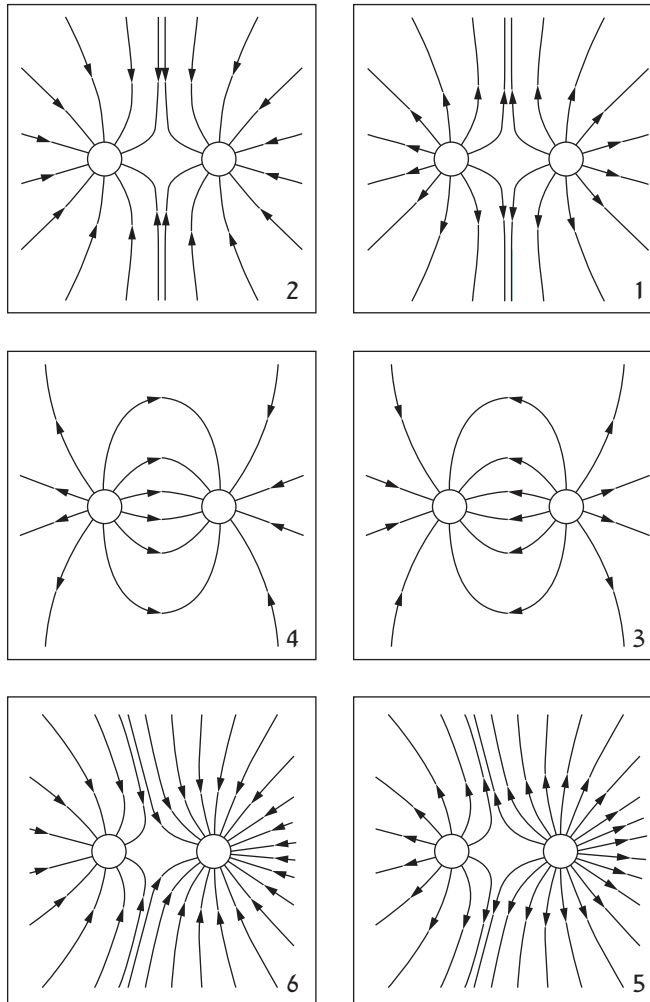
1. כדור קטן B_1 מוחזק בנקודה A על משטח אופקי חלק. מסת הכדור m_1 ומטענו q_1 . נתון: בנקודה S על המשטח האופקי נמדד פוטנציאל חשמלי $V_s = -1000V$. המרחק בין הנקודות S ו-A הוא 9 cm (ראה תרשים).



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)

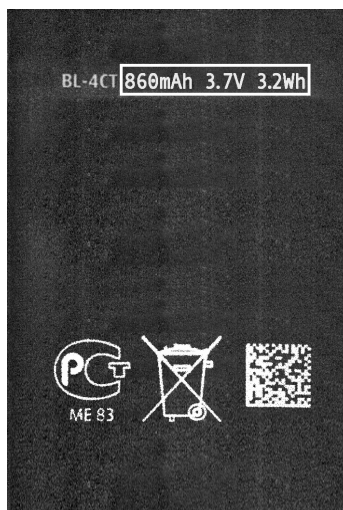
בתרשים 2 שלפניך מוצגים שישה איורים המתארים קווי שדה חשמלי שקול שנוצר על ידי שני כדורים טעונים.



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)

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.

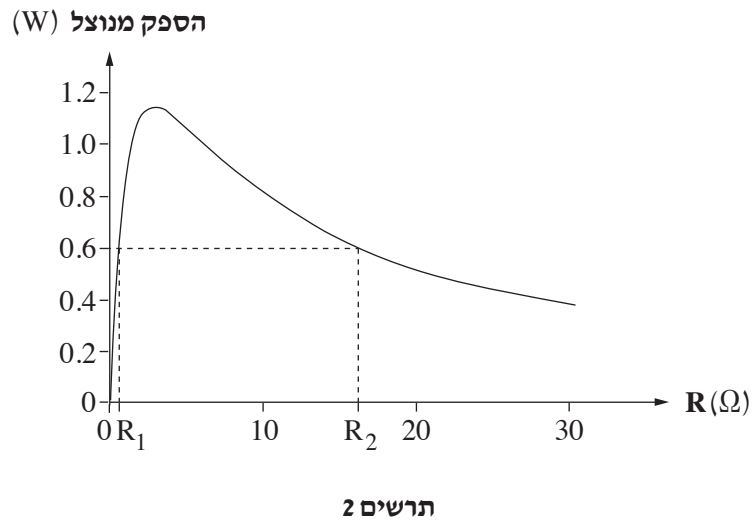
(8 נקודות)

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)

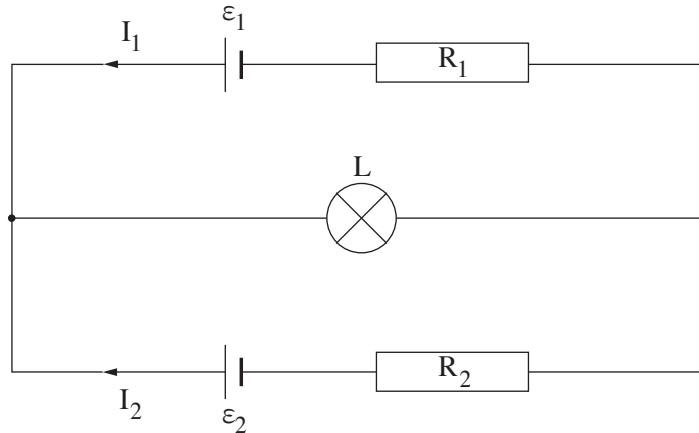
לפניך גרף המתאר את ההספק המנוצל על ידי המכשיר כפונקציה של התנגדות המכשיר.



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. ($\frac{1}{3}$ נקודות)

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)

כל אחד משני חוקי קירכהוף מבטא חוק שימור.

ג. (1) כתוב במילים את שני חוקי קירכהוף.

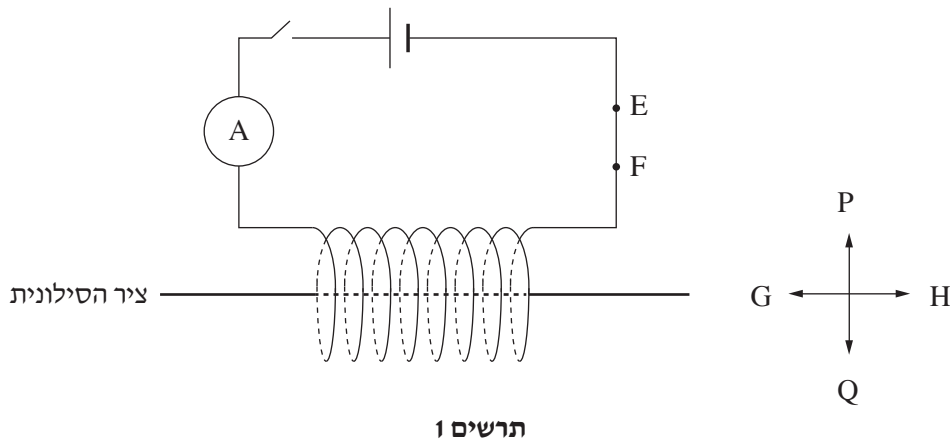
(2) ציין איזה חוק שימור מבטא כל אחד מחוקי קירכהוף.
($6\frac{1}{3}$ נקודות)

ד. כתוב משוואות שאפשר לחשב לפיהן את עוצמת הזרם I_3 שזורם דרך הנורה. אין צורך לחשב. (6 נקודות)

הוריית מד-הזרם היא $2.5A$ והוריית מד-המתח היא $20.4V$.

ה. חשב את עוצמת הזרם שעובר במקור המתח ε_1 . (7 נקודות)

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



סגרו את המפסק ובסילוניית זורם זרם I_1 .

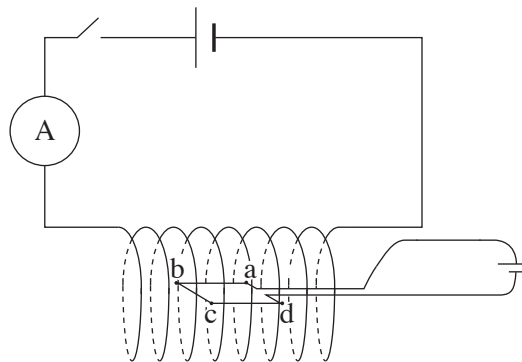
א. (1) קבע מהו כיוון הזרם במעגל: מ- E ל- F או מ- F ל- E.

(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 זורם זרם I_2 . הצלע cd של המסגרת מקבילה לציר הסילוניית.



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

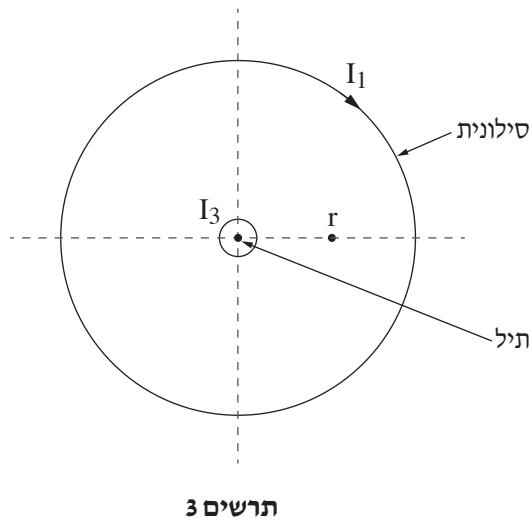
אורך צלע המסגרת abcd הוא 4 cm.

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

(11 $\frac{1}{3}$ נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

הוציאו את המסגרת מן הסילוניית והניחו לאורך ציר הסילוניית תיל מוליך ארוך מאוד שזורם בו זרם $I_3 = 20\text{A}$. 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".



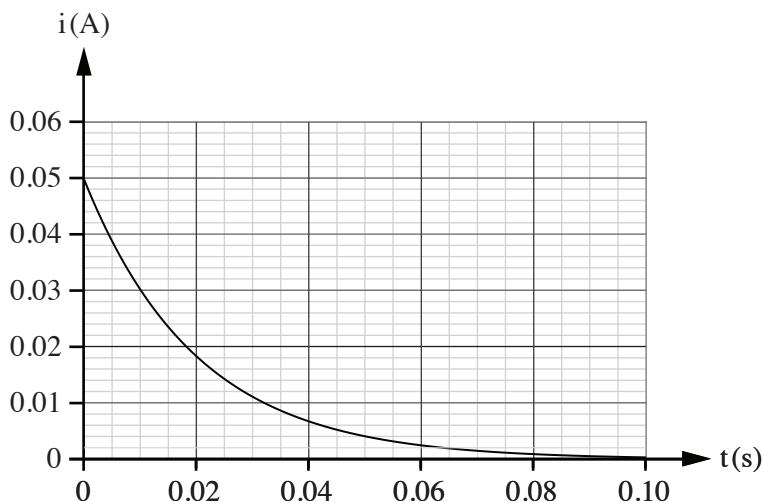
- ג. העתק את תרשים 3 למחברתך. סמן בנקודה r בתרשים שבמחברתך את כיוון השדה המגנטי שנוצר על ידי הסילוניית, B_1 , ואת כיוון השדה המגנטי שנוצר על ידי התיל, B_3 . (8 נקודות)
- ד. חשב באיזה מרחק מציר הסילוניית גודל השדה B_1 שווה לגודל השדה B_3 . (6 נקודות)

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.

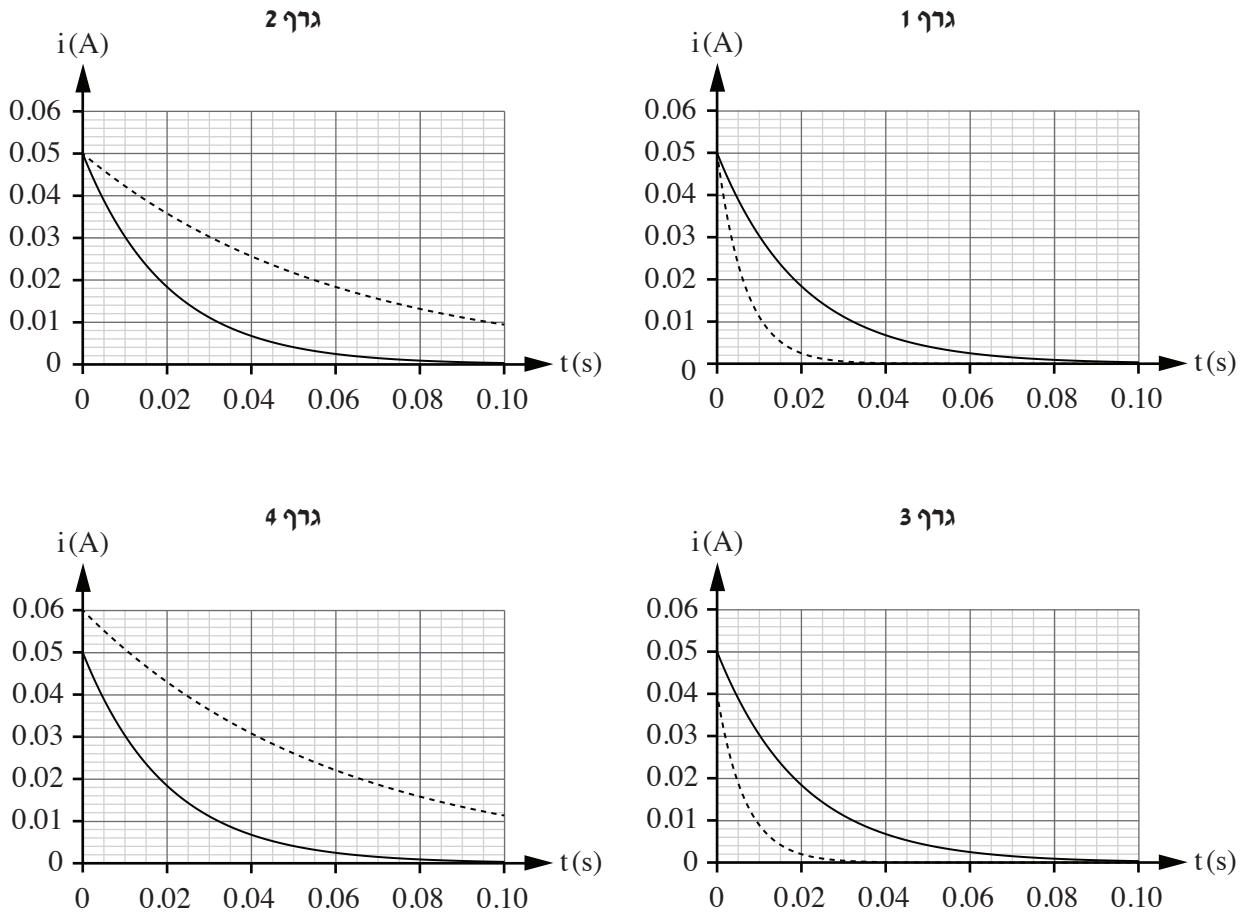
ד. חשב את המתח על הקבל (V_3) לאחר השינוי. (7 נקודות)

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

(5 נקודות)

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.

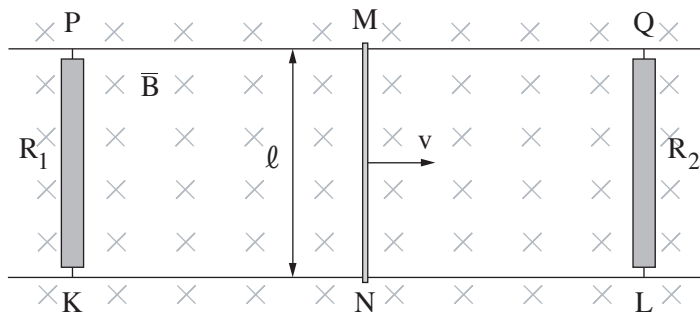


תרשים 2

- ו. קבע איזה מבין ארבעת הגרפים 1-4 מתאר נכונה את הזרם כפונקציה של הזמן בשני המצבים. נמק את קביעתך. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

השראה

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

בהצלחה!