

## 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  $10 \text{ m/s}^2$  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 שמוחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

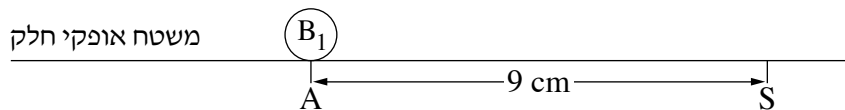
**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.  
בהצלחה!**

## השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

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

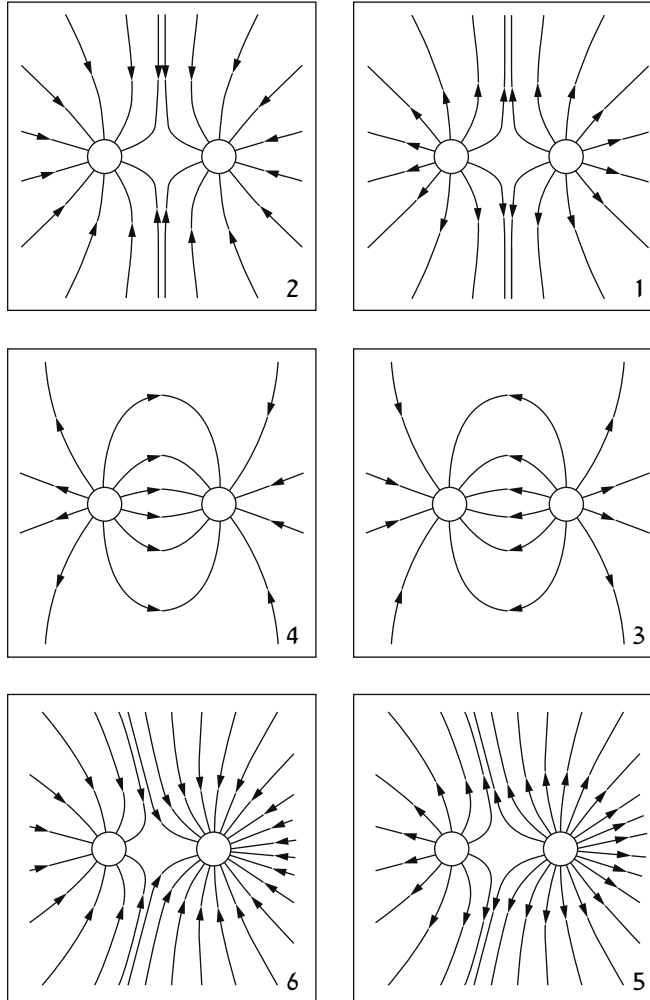
- 1.** כדור קטן  $B_1$  מוחזק בנקודה A על משטח אופקי חלק. מסת הכדור  $m_1$  ומטענו  $q_1$ . נתון: בנקודה S על המשטח האופקי נמדד פוטנציאל חשמלי  $V_s = -1000V$ . המרחק בין הנקודות S ו-A הוא 9 cm (ראה תרשים).



### 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)

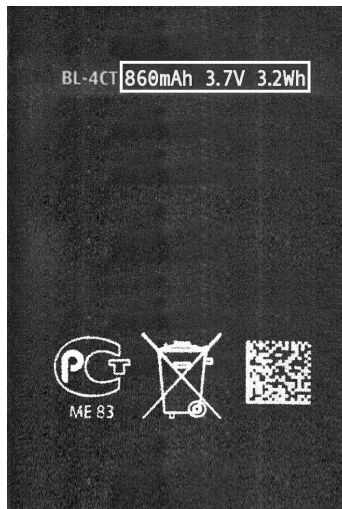
בתרשים 2 שלפניך מוצגים שישה איורים המתארים קווי שדה חשמלי שקול שנוצר על ידי שני כדורים טעונים.



## 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,  $3.2\text{Wh}$  (ואט  $\times$  שעה); הכא"מ,  $3.7\text{V}$ ; וכמות המטען,  $860\text{mAh}$  (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.

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

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

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

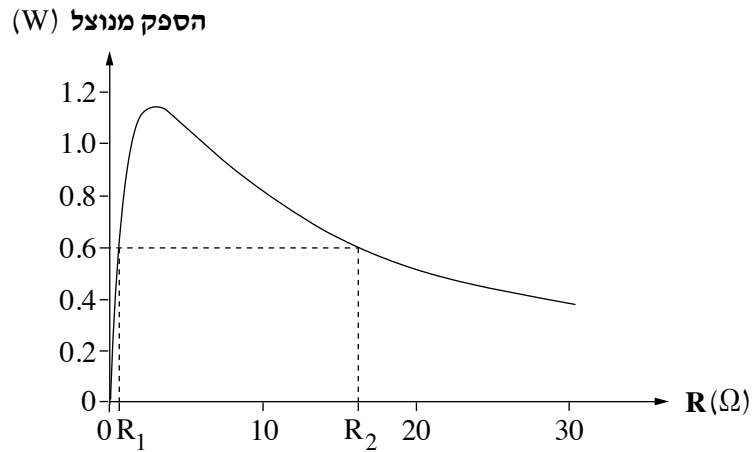
(2) היעזר בגרף וחשב את ההתנגדות הפנימית של הסוללה. (8 נקודות)

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)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

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



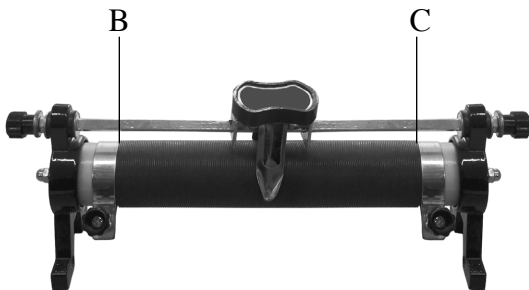
תרשים 2

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

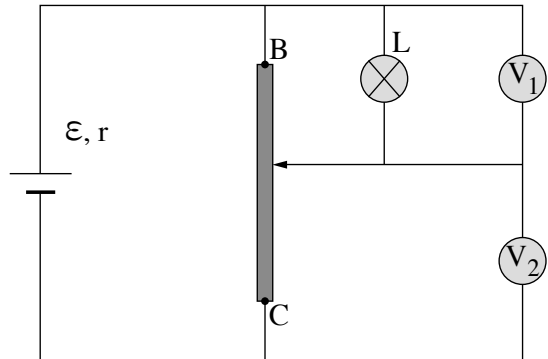
ה. קבע באיזו התנגדות –  $R_1$  או  $R_2$  – הסוללה תתחמם יותר. נמק את קביעתך. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)

3.

נתון מעגל חשמלי הכולל מקור מתח לא אידאלי, נגד משתנה, נורה ושני מדי מתח אידאליים כמתואר בתרשים 1. הנגד המשתנה עשוי מתיל מוליך המלוכף על גליל עשוי חומר מבודד (ראה תרשים 2) שהמרחק בין קצותיו הוא  $BC = 1\text{m}$  (שים לב: זהו המרחק בין הקצוות של הנגד, ולא אורך התיל שהוא עשוי ממנו). נתוני הנגד המשתנה: האורך הכולל של התיל  $\ell = 100\text{m}$ , שטח החתך שלו  $A = 1\text{mm}^2$  וההתנגדות הסגולית שלו  $\rho = 9 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$ .



תרשים 2



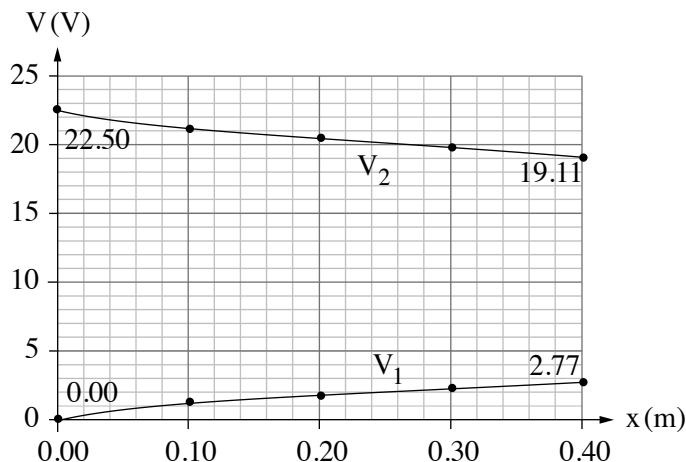
תרשים 1

א. חשב את ההתנגדות הכוללת של הנגד המשתנה. שים לב ליחידות. (6 נקודות)

תלמידים הציבו את הגררה בקצה B של הנגד המשתנה ורשמו את ההוריות של מדי המתח. אחר כך הם הזיזו את הגררה עד לקצה C, ורשמו את ההוריות של מדי המתח עבור נקודות שונות שהגררה הייתה בהן. התלמידים סרטטו גרף של התוצאות שקיבלו.

בתרשים 3 מתוארות חלק מן ההוריות של שני מדי המתח כפונקציה של המרחק  $x$  של הגררה מן הקצה B.

המתחים כפונקציה של מרחק הגררה מן הנקודה B



תרשים 3

ב. חשב את הזרם שזורם במקור המתח כאשר הגררה נמצאת בנקודה B. (5 נקודות)

תלמיד טען כי הכא"מ של מקור המתח הוא  $22.5V$  כפי ערכו המקסימלי של  $V_2$ , ואילו שותפתו לניסוי טענה כי הוא טועה.

ג. קבע ונמק מי מהם צודק. (7 נקודות)

ד. (1) חשב את עוצמת הזרם העובר דרך הנורה כאשר  $x = 0.4m$ .

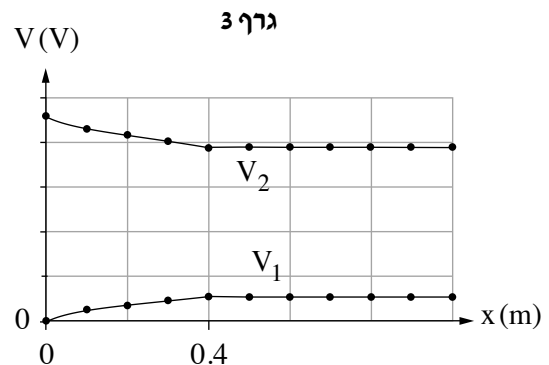
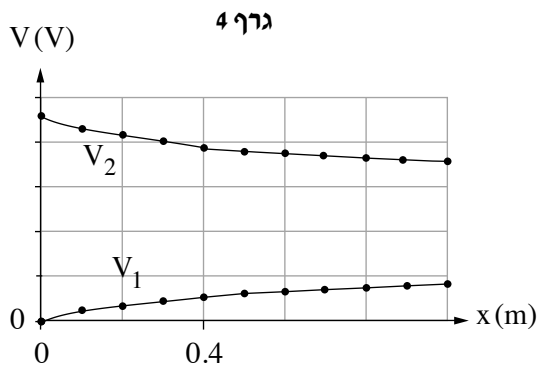
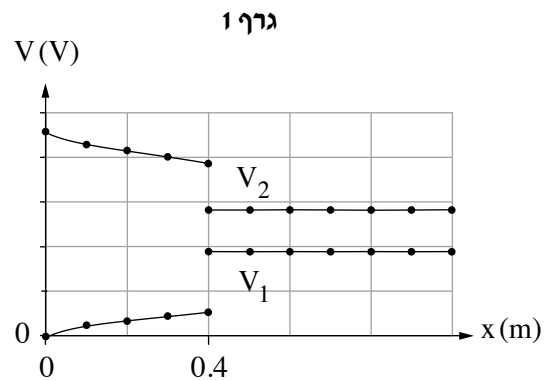
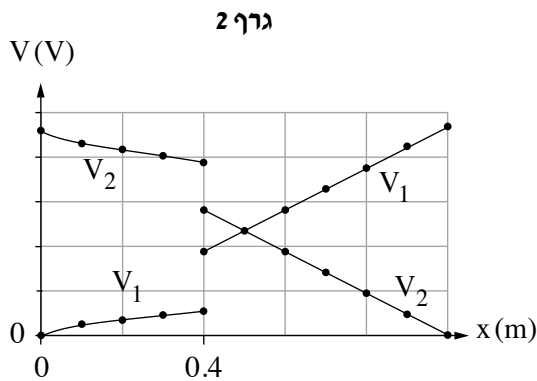
(2) חשב את התנגדות הנורה.

(10 נקודות)

מיידי לאחר שהגררה עברה את המיקום של  $x = 0.4m$ , נשרפה הנורה.

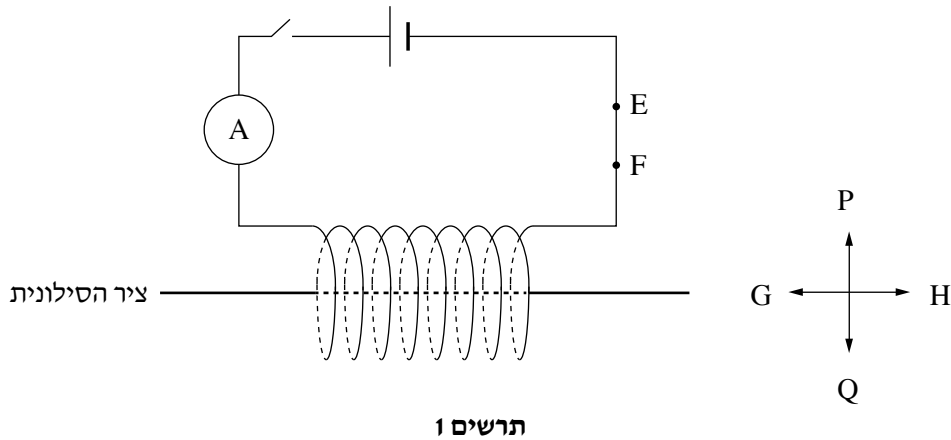
ה. קבע איזה גרף מן הגרפים 1-4 שבתרשים 4 מייצג נכון את המתחים שנמדדו לאחר שהנורה נשרפה.

נמק את קביעתך. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)



תרשים 4

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



סגרו את המפסק ובסילוניית זורם זרם  $I_1$ .

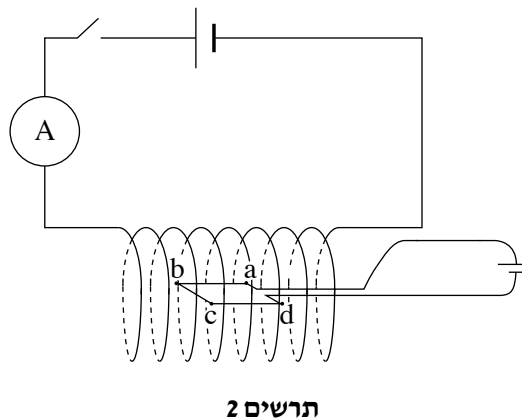
א. (1) קבע מהו כיוון הזרם במעגל: מ- E ל- F או מ- F ל- E.

(2) קבע מהו הכיוון של השדה המגנטי,  $B_1$ , בתוך הסילוניית: H, P, Q 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.

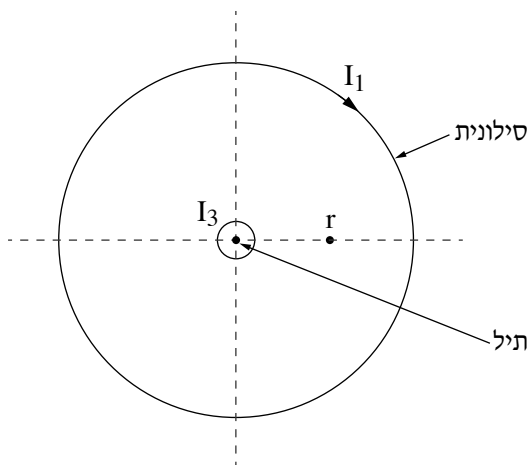
ב. חשב את הכוח המגנטי (גודל וכיוון) הפועל על כל אחת מן הצלעות ab, bc. פרט את שיקוליך.

(11  $\frac{1}{3}$  נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)



הוציאו את המסגרת מן הסילוניית והניחו לאורך ציר הסילוניית תיל מוליך ארוך מאוד שזרם 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)

5. 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  $\ell$ .

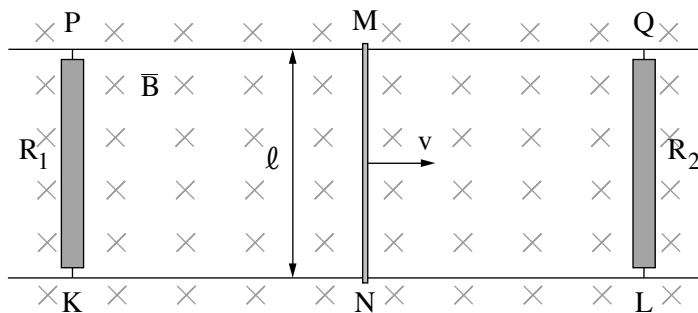
נגד  $R_1$  מחבר בין הנקודות P ו-K שעל המסילות, ונגד  $R_2$  מחבר בין הנקודות Q ו-L שעל המסילות.

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.

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!