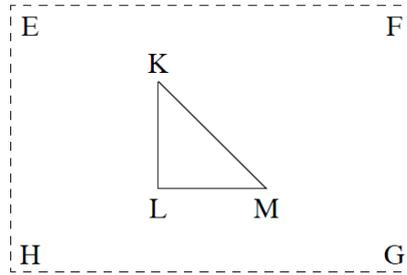
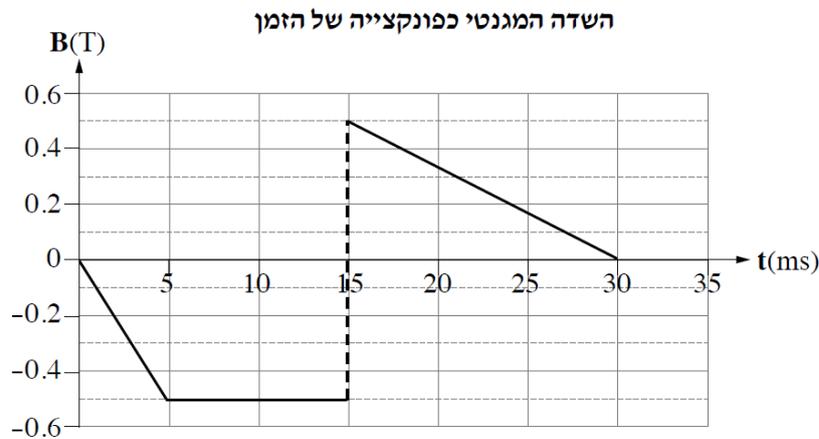


6. נתון תיל מוליך KLM שצורתו משולש ישר זווית ושווה שוקיים, כמתואר בתרשים 1. התיל נמצא בתוך שדה מגנטי אחיד השורר באזור מלבני EFGH. עוצמתו של השדה המגנטי משתנה עם הזמן, וכיוונו מאונך למישור המשולש KLM. נתון: התנגדות התיל היא  $R = 1.2\Omega$ . שטח המשולש שנוצר על ידי התיל הוא  $S_{KLM} = 100\text{cm}^2$ .



תרשים 1

הגרף שבתרשים 2 מתאר את השדה המגנטי כפונקצייה של הזמן (שימו לב ליחידות המידה).



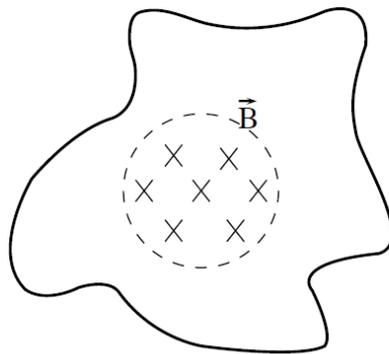
תרשים 2

- נתון כי בפרק הזמן  $0 < t < 5\text{ms}$ , זורם בתיל זרם חשמלי מושרה שכיוונו מ-L ל-M.
- א. מהו הכיוון של השדה המגנטי המושרה בתוך המשולש בפרק זמן זה – לתוך מישור הדף או החוצה ממנו? (4 נקודות)
- ב. מהו הכיוון של השדה המגנטי האחיד בפרק זמן זה? נמקו את קביעתכם. (6 נקודות)
- ג. חשבו את הזרם המושרה בתיל, בכל אחד משלושת פרקי הזמן המוגדרים בתת-סעיפים (1)–(3) שלפניכם. הכיוון החיובי של הזרם מוגדר מ-L ל-M. (8 נקודות)
- (1) פרק הזמן  $0 < t < 5\text{ms}$
- (2) פרק הזמן  $5\text{ms} < t < 15\text{ms}$
- (3) פרק הזמן  $15\text{ms} < t < 30\text{ms}$
- ד. חשבו את ההספק החשמלי בתיל ברגע  $t = 20\text{ms}$ . (6 נקודות)
- (שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

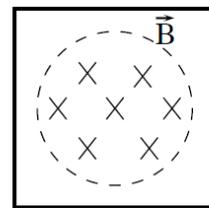
במקרה אחר, באותה מערכת, השדה המגנטי אחיד וקבוע בזמן, וכיוונו יוצא ממישור המשולש ומאונך לו. התיל נע ימינה במהירות קבועה, ויוצא מתוך האזור שבו פועל השדה המגנטי.

ה. התייחסו לפרק הזמן מרגע שבו התיל מתחיל לצאת מן השדה ועד ליציאת כולו מן השדה, וקבעו אם עוצמת הזרם המושרה בפרק זמן זה היא קבועה או משתנה. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

במערכת אחרת נתון אזור מעגלי ובו שדה מגנטי אחיד המשתנה כפונקצייה של הזמן. פעם אחת מקיפים את השדה בתיל מוליך המוצב בצורת ריבוע (תרשים א) ופעם אחרת – בתיל מוליך המוצב בצורה ששטחה גדול יותר משטח הריבוע (תרשים ב3).



תרשים ב



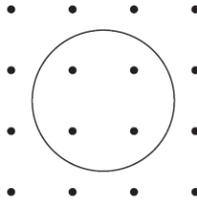
תרשים א

### תרשים 3

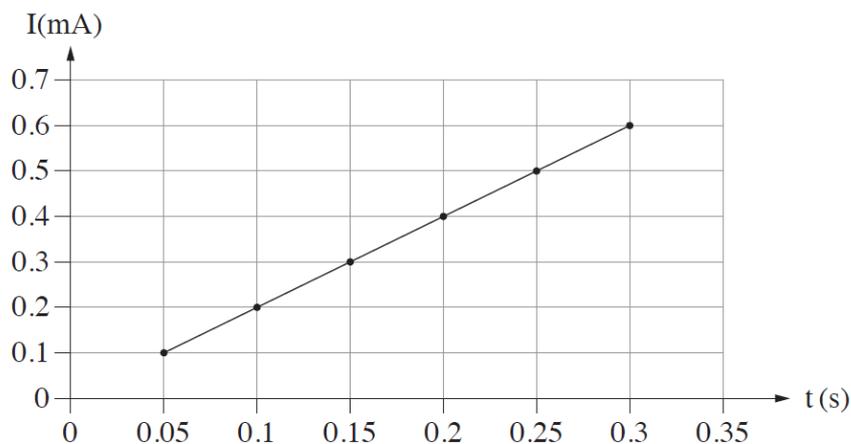
ו. לפניכם טענה: הכא"מ המושרה בתיל המתואר בתרשים ב3 גדול יותר מהכא"מ המושרה בתיל המתואר בתרשים א, כי השטח התחום על ידו גדול יותר.

קבעו אם הטענה נכונה או שגויה. נמקו את קביעתכם. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)

6. נתון שדה מגנטי  $\vec{B}$  שכיוונו בכיוון ציר ה-x ועוצמתו משתנה כפונקציה של x על פי הקשר:  $B_x(x) = B_{0,x} - K \cdot x$ . רכיבי השדה בכיוונים האחרים ניתנים להזנחה. מניחים טבעת עשויה חומר מוליך במיקום  $x = 0$ . מרגע  $t_0 = 0$  מניעים אותה בכיוון החיובי של ציר ה-x, בתאוצה קבועה שגודלה a. במשך התנועה כולה מישור הטבעת ניצב לציר ה-x. בתרשים שלפניך מתוארים הטבעת ורכיב השדה המגנטי  $B_x$  עבור נקודה מסוימת על ציר ה-x ( $x > 0$ ). הכיוון החיובי של ציר ה-x הוא "החוצה מן הדף".



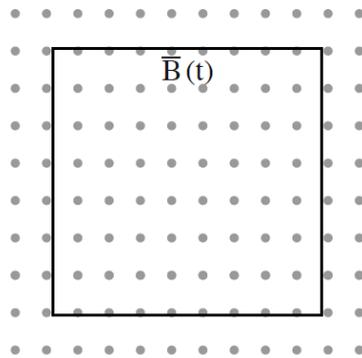
- א. נתון כי ערכו של הקבוע K הוא 0.02, על פי מערכת היחידות S.I (מערכת היחידות הסטנדרטית). רשום מה הן היחידות של הקבוע K. (5 נקודות)
- ב. הסבר מדוע במהלך תנועתה של הטבעת זורם בה זרם חשמלי. (6 נקודות)
- השטח התחום על ידי הטבעת הוא A, והתנגדות הטבעת היא R.
- ג. פתח ביטוי עבור גודל השטף המגנטי כפונקציה של הזמן t והפרמטרים  $B_{0,x}$ , K, a ו-A. (7 נקודות)
- ד. פתח ביטוי עבור עוצמת הזרם בטבעת כפונקציה של הזמן t והפרמטרים K, a, R ו-A. (6 נקודות)
- הזרם בטבעת נמדד ברגעים שונים. תוצאות המדידות מוצגות בגרף שלפניך. שים לב כי הזרם נמדד במילי אמפר.



נתון:  $R = 0.04 \Omega$ ,  $a = 2 \frac{m}{s^2}$ .

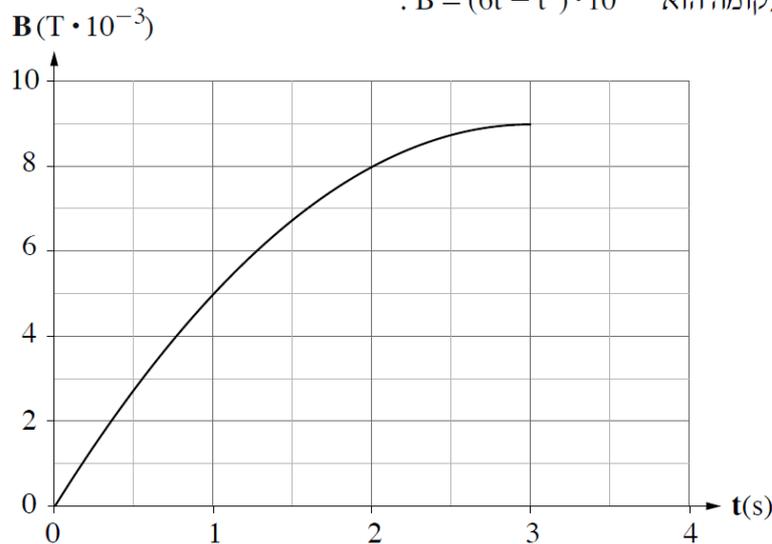
- ה. על פי שיפוע הגרף, חשב את השטח A התחום על ידי הטבעת. (5 נקודות)
- ו. קבע אם ברגע  $t = 0.2s$  כיוון הזרם בטבעת הוא עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון. נמק את קביעתך. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)

6. בתרשים 1 שלפניך מוצגת מסגרת ריבועית שאורך הצלע שלה 9 m. המסגרת עשויה מתיל שהתנגדותו הסגולית  $\rho = 1.5 \cdot 10^{-6} \Omega m$ , ושטח החתך שלו  $5 \text{ mm}^2$ . מציבים את המסגרת באזור שבו פועל שדה מגנטי אחיד. בפרק הזמן  $0 < t \leq 3 \text{ s}$  עוצמת השדה משתנה כפונקציה של הזמן, וכיוונו "החוצה מן הדף" בניצב למישור המסגרת.



תרשים 1

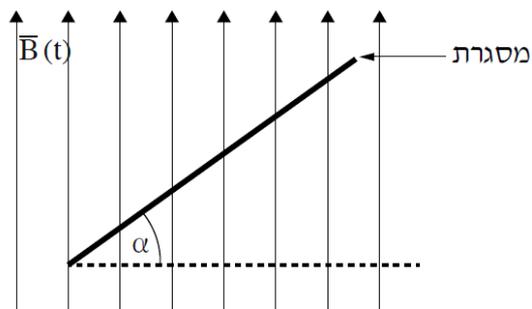
בתרשים 2 מוצג גרף המתאר את עוצמת השדה המגנטי,  $B$ , כפונקציה של הזמן,  $t$ , החל מרגע  $t = 0$  עד רגע  $t = 3.0 \text{ s}$ . הייצוג האלגברי של העקומה הוא  $B = (6t - t^2) \cdot 10^{-3}$ .



תרשים 2

- א. חשב את התנגדות התיל. (6 נקודות)
- ב. (1) הסבר מדוע עבר זרם במסגרת מרגע  $t = 0$  עד רגע  $t = 3.0 \text{ s}$ .  
(2) תלמיד מדד את עוצמת הזרם במסגרת ברגע  $t = 0.5 \text{ s}$  וברגע  $t = 2.5 \text{ s}$ . באיזו משתי המדידות הייתה עוצמת הזרם גדולה יותר? נמק את תשובתך. (10 נקודות)
- ג. קבע את כיוון הזרם במסגרת (עם כיוון השעון או נגדו) במשך שלוש השניות הראשונות. נמק את תשובתך. (6 נקודות)
- ד. חשב את עוצמת הזרם בתיל ברגע  $t = 2.0 \text{ s}$ . (7 נקודות)

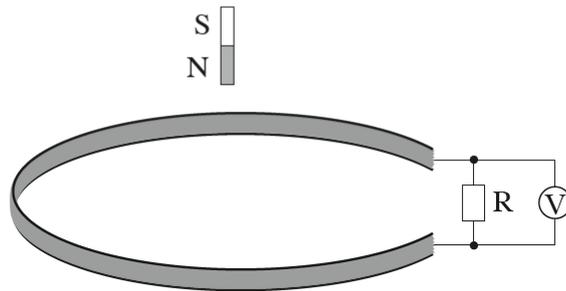
היטו את המסגרת בזווית  $\alpha$  ביחס לשדה המגנטי (ראה מבט מן הצד בתרשים 3). הפעילו את השדה המגנטי פעם נוספת מן הרגע  $t = 0$  לפי הגרף המתואר בתרשים 2 וחזרו על המדידות.



תרשים 3

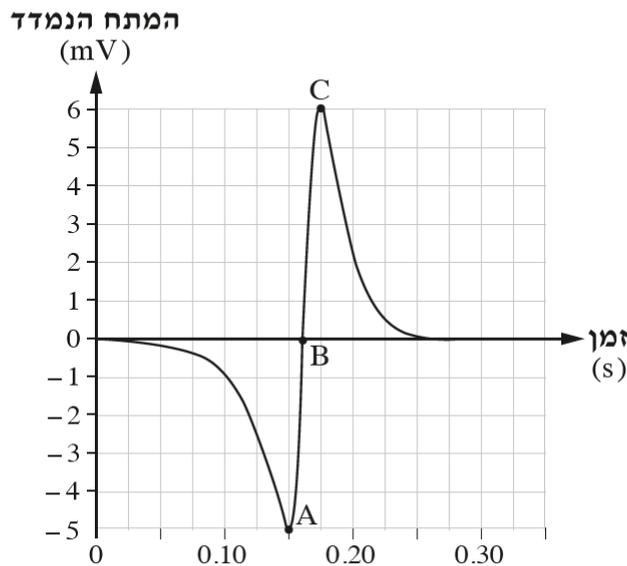
ה. קבע אם ברגע  $t = 2.0\text{s}$  (כאשר המסגרת נטויה) עוצמת הזרם גדולה מעוצמת הזרם שחישבת בסעיף ד, קטנה ממנה או שווה לה.  $(4\frac{1}{3}$  נקודות)

6. משחררים מגנט מנקודה הנמצאת מעל כריכה מעגלית מוליכה (ראה תרשים 1). הנח כי במהלך נפילתו המגנט אינו מסתובב והכוחות המגנטיים הפועלים עליו ניתנים להזנחה. עקב כך תנועתו של המגנט היא "נפילה חופשית" בקירוב. הכריכה מחוברת למעגל חשמלי ובו נגד R וחיישן מתח V המחובר למחשב. החיישן מודד את המתח בין קצות הנגד.



תרשים 1

במהלך נפילת המגנט מתקבל על צג המחשב הגרף המוצג בתרשים 2 שלפניך.

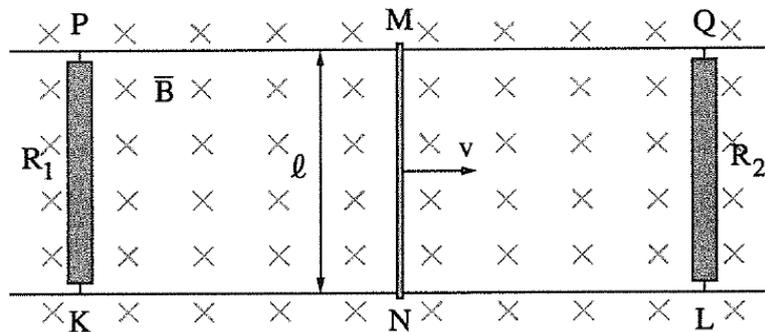


תרשים 2

השתמש בחוק פארדיי או בחוק לנץ או בשני החוקים כדי לענות על הסעיפים שלפניך.

- א. הסבר מדוע נוצר מתח בין קצות הנגד. (5 נקודות)
- ב. מהו כיוון השדה המגנטי המושרה הנוצר בתוך הכריכה במהלך התקרבות המגנט לכריכה? הסבר את תשובתך. (6 נקודות)
- ג. במהלך תנועת המגנט, המתח הנמדד משתנה משלילי לחיובי. הסבר מדוע. (5 נקודות)
- ד. המתח המקסימלי הנמדד בעת יציאת המגנט מן הכריכה (נקודה C בגרף) גדול מן הערך המוחלט של המתח בכניסתו לכריכה (נקודה A בגרף). הסבר מדוע. (7 נקודות)
- ה. בלא קשר לנתוני השאלה, הראה כי אפשר להציג שטף מגנטי ביחידות  $V \cdot s$  (וולט כפול שנייה). (5 נקודות)
- ו. היעזר בגרף וחשב בקירוב את השינוי בשטף המגנטי במהלך תנועת המגנט במשך 0.15 השניות הראשונות. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

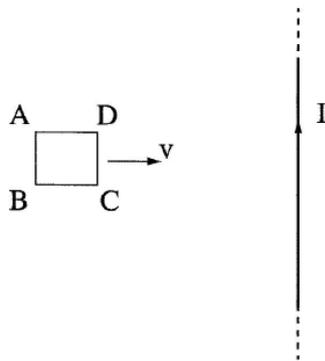
5. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת המורכבת משתי מסילות חלקות, PQ ו-KL, שהתנגדותן זניחה. המסילות מונחות על שולחן אופקי במקביל זו לזו. המרחק בין המסילות הוא  $\ell$ . נגד  $R_1$  מחבר בין הנקודות P ו-K שעל המסילות, ונגד  $R_2$  מחבר בין הנקודות Q ו-L שעל המסילות. מוט מוליך MN, שהתנגדותו ניתנת להזנחה, נע על המסילות 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)

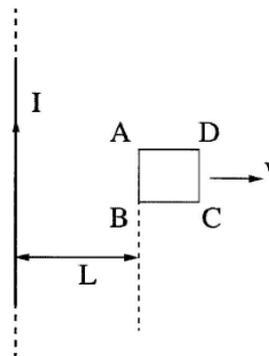
5. תלמידה ערכה סדרת ניסויים כדי לחקור את היווצרותו של זרם מושרה. היא העבירה זרם חשמלי קבוע  $I$  דרך תיל ישר וארוך מאוד (איך־סופי) הנמצא במישור הדף (ראה תרשים 1). בניסוי הראשון היא הניחה מסגרת ריבועית  $ABCD$  במישור הדף משמאל לתיל, וקירבה אותה לתיל במהירות קבועה  $v$ , במישור הדף, כשהצלע  $CD$  מקבילה לתיל. ההשפעה של כוח הכובד וההשפעה של השדה המגנטי של כדור הארץ זניחות.



תרשים 1

- א. מהו הכיוון של השדה המגנטי שיצר התיל באזור שבו המסגרת נעה? בחר באחת מן האפשרויות האלה: ימינה; שמאלה; מעלה; מטה; אל תוך הדף; החוצה מן הדף. (4 נקודות)
- ב. קבע אם הזרם בצלע  $AB$  זורם מ- $A$  ל- $B$  או מ- $B$  ל- $A$ . הסבר את קביעתך באמצעות חוק לנץ. (6 נקודות)

בניסוי השני הניחה התלמידה את המסגרת במישור הדף מימין לתיל והרחיקה אותה ממנו במהירות קבועה  $v$  (ראה תרשים 2).



תרשים 2

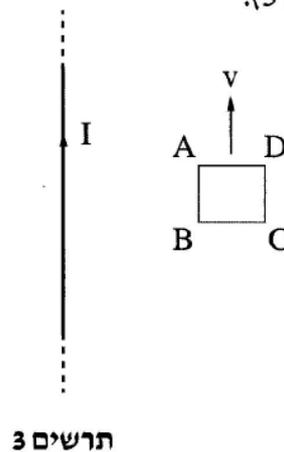
ג. קבע אם הזרם בצלע AB זורם כעת מ-A ל-B או מ-B ל-A. (6 נקודות)  
 ברגע מסוים, כאשר הצלע AB של המסגרת הייתה במרחק L מן התיל (ראה תרשים 2), זרם דרכה זרם  $I_1$  בכיוון שקבעת בסעיף ג. אורך הצלע של המסגרת הוא a.

ד. (1) העתק למחברתך את תרשים המסגרת ABCD. הוסף לתרשים חצים המייצגים באופן איכותי את הכיוון ואת הגודל של הכוחות המגנטיים הפועלים על כל אחת מצלעותיה. הקפד שאורכי החצים ייצגו בצורה יחסית את גודלו של כל אחד מן הכוחות.

(2) בטא באמצעות הפרמטרים  $I$ ,  $I_1$ , a ו-L, את הגודל של הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת, וקבע את כיוונו.

(12 נקודות)

בניסוי השלישי המסגרת ABCD נעה במישור הדרך במהירות קבועה v. כיוון המהירות מקביל לתיל (ראה תרשים 3).



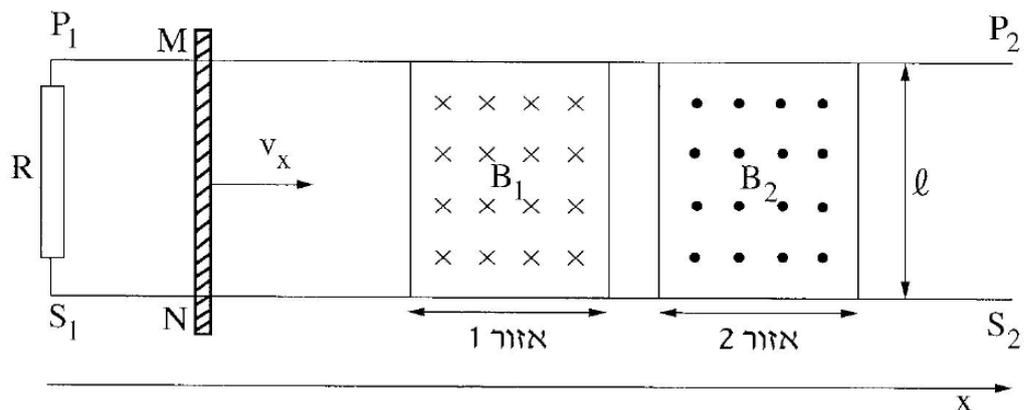
תרשים 3

ה. קבע אם זרם זרם בצלע AB.  
 אם כן – קבע את כיוונו (מ-A ל-B או מ-B ל-A).  
 אם לא – הסבר מדוע.  
 ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)

5. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת ניסוי, במבט מלמעלה. המערכת מורכבת משתי מסילות חלקות,  $S_1 S_2$  ו-  $P_1 P_2$ , המונחות במקביל על שולחן אופקי, במרחק  $\ell$  זו מזו (ראה תרשים). על המסילות מונח מוט  $MN$  שמסתו  $m$ . המסילות והמוט מוליכים, והתנגדותם זניחה. (התנגדות האוויר ניתנת אף היא להזנחה). נגד  $R$  מחבר בין הקצוות  $P_1$  ו-  $S_1$  של המסילות. בין המסילות באזור 1 ( $0 \leq x \leq 0.4\text{m}$ ) יש שדה מגנטי  $B_1$ , ובין המסילות באזור 2 ( $0.5\text{m} \leq x \leq 0.9\text{m}$ ) יש שדה מגנטי  $B_2$ . שני השדות קבועים, מאונכים למישור השולחן ושווים בגודלם:  $|B_1| = |B_2| = 0.04\text{T}$ . הכיוונים של השדות מסומנים בתרשים.

נתון:  $\ell = 50\text{cm}$

$R = 4\Omega$

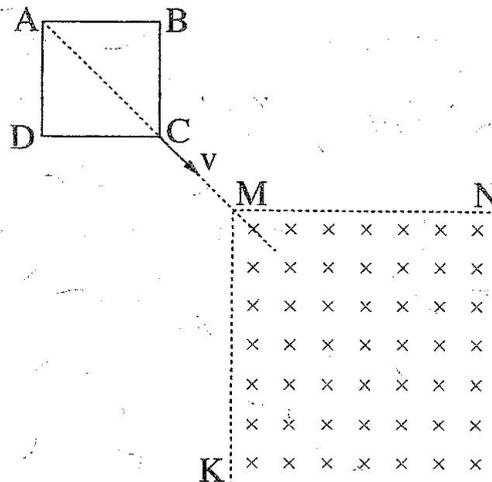


- בניסוי המוט  $MN$  נכנס לאזור 1 במהירות של  $v_x = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . באזור זה הופעל על המוט כוח  $F_1$  בכיוון ציר ה- $x$ , ולכן מהירותו נשארה קבועה.
- א. קבע אם במהלך התנועה של המוט באזור 1, זרם זרם בנגד  $R$ . אם לא – נמק מדוע.
- אם כן – מצא את גודלו של הזרם ואת כיוונו (מ-  $S_1$  ל-  $P_1$  או מ-  $P_1$  ל-  $S_1$ ). (8 נקודות)
- ב. קבע אם עבודתו של הכוח  $F_1$ , הדרושה לקיומה של תנועה קצובה זו באזור 1 גדולה מכמות החום המתפתחת בנגד  $R$  באותו פרק זמן, קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעתך במילים או באמצעות חישוב. (6 נקודות)

**המשך שאלה בדף הבא**

- באזור 2 הופעל על המוט MN כוח  $F_2$  בכיוון ציר ה' x (במקום הכוח  $F_1$ ), ולכן הוא נע בתאוצה קבועה  $a = 5 \frac{m}{s^2}$  (שים לב שמהירותו ההתחלתית של המוט באזור זה היא  $2 \frac{m}{s}$ ).
- ג. קבע במקרה זה את כיוונו של הזרם בנגד R (מ'  $S_1$  ל'  $P_1$ , או מ'  $P_1$  ל'  $S_1$ ).  
(6 נקודות)
- ד. בטא את הזרם בנגד כפונקציה של הזמן. רגע הכניסה של המוט לאזור 2 הוא  $t = 0$ .  
(8 נקודות)
- ה. קבע אם עבודתו של כוח  $F_2$ , הדרושה לקיומה של תנועה זו באזור 2, גדולה מכמות החום המתפתחת בנגד R באותו פרק זמן, קטנה ממנה או שווה לה. נמק בלי לחשב.  
( $5 \frac{1}{3}$  נקודות)

5. בתרשים שלפניך מוצגת מסגרת ריבועית ABCD. המסגרת עשויה תיל מוליך ואחיד שהתנגדותו הכוללת היא R. מושכים את המסגרת במהירות קבועה שגודלה v וכיוונה לאורך המשך האלכסון AC של הריבוע, כמתואר בתרשים.



באזור ששניים מגבולותיו הם MN ו-KM המאונכים זה לזה, יש שדה מגנטי אחיד שגודלו B, וכיוונו אל תוך הדף (ראה תרשים).

ברגע  $t_0 = 0$  הקדקוד C של המסגרת מגיע לקדקוד M של אזור השדה המגנטי, וצלעות הריבוע AB ו-AD מקבילות בהתאמה לצלעות MN ו-KM של אזור השדה המגנטי. ברגע  $t = T$  קדקוד A מגיע לקדקוד M.

t הוא רגע כלשהו בין הרגע  $t_0$  לרגע T.

א. (1) מדוע זורם בתיל זרם ברגע t?

(2) האם כיוון הזרם בתיל ברגע t הוא בכיוון התנועה של מחוגי השעון או בכיוון המנוגד?

לכיוון התנועה של מחוגי השעון? נמק.

(8 נקודות)

ב. בתת-סעיפים (1)-(3) שלפניך בטא את הגדלים ברגע t באמצעות נתוני השאלה

(R, v, B ו-t) (או באמצעות חלק מהם).

(1) השטף המגנטי דרך הריבוע התחום על ידי המסגרת.

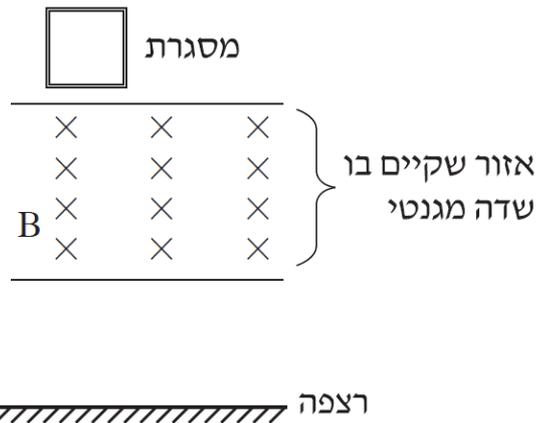
(2) הכא"מ המושרה בתיל.

(3) עוצמת הזרם בתיל.

(20 נקודות)

ג. האם בפרק הזמן שבין  $t_0$  ל-T עוצמת הזרם במסגרת היא קבועה? נמק. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

4. לצורך ניסוי, קבוצת תלמידים שיחררה ממנוחה מסגרת ריבועית העשויה מתיל מוליך. בעת נפילתה, המסגרת חולפת דרך אזור שבו מצוי שדה מגנטי שכיוונו אל תוך הדף (ראה איור). שים לב: השדה אינו פועל עד הרצפה. המסגרת נפלה בצורה אנכית ולא הסתובבה באוויר, עד שהגיעה לרצפה.



אפשר לחלק את תנועת המסגרת לשלושה שלבים:

- i מתחילת כניסתה לתוך השדה המגנטי עד שכולה בתוכו.
  - ii כאשר המסגרת נמצאת כולה בתוך השדה ונעה בתוכו.
  - iii מרגע שהמסגרת מתחילה לצאת מהשדה עד שהיא יוצאת ממנו לגמרי.
- א. במהלך כל אחד מהשלבים i-iii ציין את הכוחות הפועלים על המסגרת, וקבע אם הכוח השקול הפועל עליה גדל, קטן או לא משתנה. נמק את קביעותיך. (12 נקודות)

ב. לכל אחד מהשלבים i-iii:

- קבע אם זרם זרם דרך המסגרת, ואם כן – מהו כיוון הזרם (בכיוון השעון או נגד כיוון השעון); אם לא זרם זרם – הסבר מדוע. (9 נקודות)

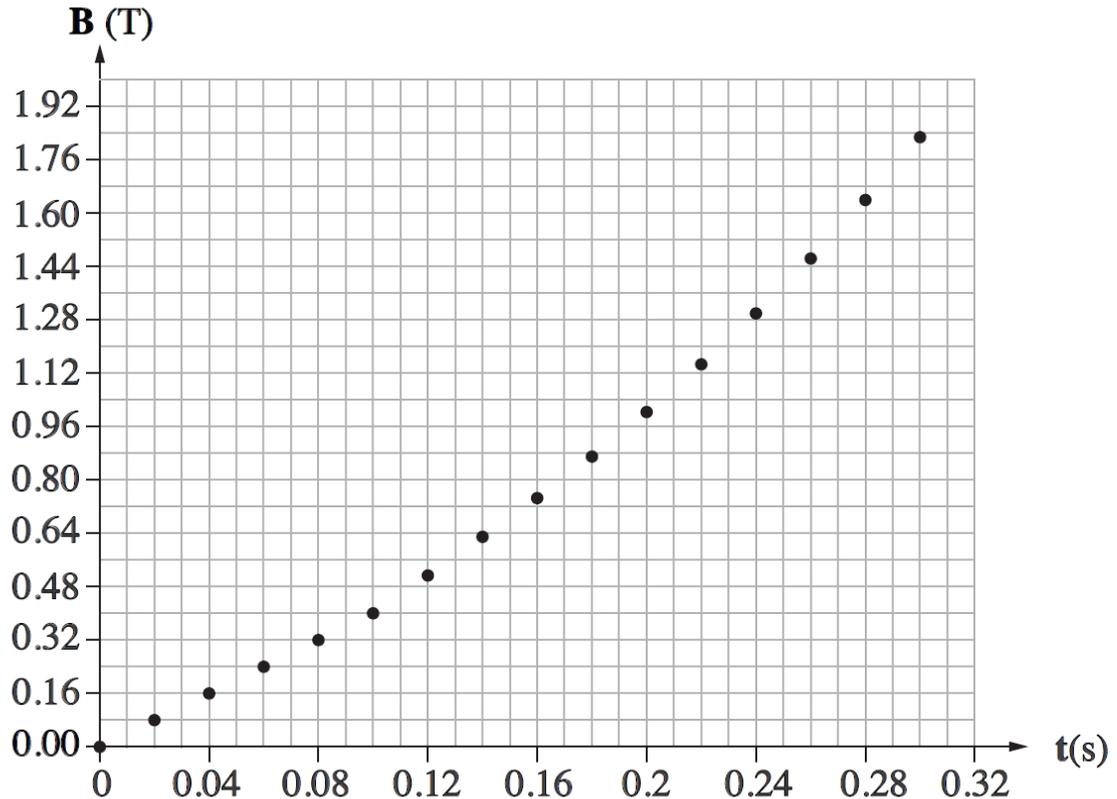
נתון: מסת המסגרת  $m = 0.1 \text{ kg}$ , אורך צלעה  $x = 0.5 \text{ m}$ , התנגדותה  $R = 1 \Omega$ . עוצמת השדה המגנטי  $B = 0.5 \text{ T}$ .

ברגע מסוים בזמן הנפילה של המסגרת, התאוצה שלה התאפסה ( $a = 0$ ).

ג. חשב את עוצמת הזרם הזורם במסגרת ברגע זה, וציין את כיוונו. (7 נקודות)

ד. חשב את מהירות התנועה של המסגרת ברגע זה. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)

5. תלמידה בנתה מתיל מוליך כריכה מעגלית שהרדיוס שלה  $r = 2 \text{ cm}$ . היא הציבה את הכריכה באזור ששורר בו שדה מגנטי אחיד  $\vec{B}$ , שכיוונו מאונך למישור הכריכה. גודלו של  $\vec{B}$  משתנה כפונקציה של הזמן,  $t$ , כמתואר בגרף שלפניך.



- א. קבע אם הכא"מ המושרה בכריכה הוא קבוע או משתנה, בכל אחד מפרקי הזמן שלפניך:

$$0 \leq t \leq 0.10 \text{ sec} \quad (1)$$

$$0.14 \text{ sec} \leq t \leq 0.30 \text{ sec} \quad (2)$$

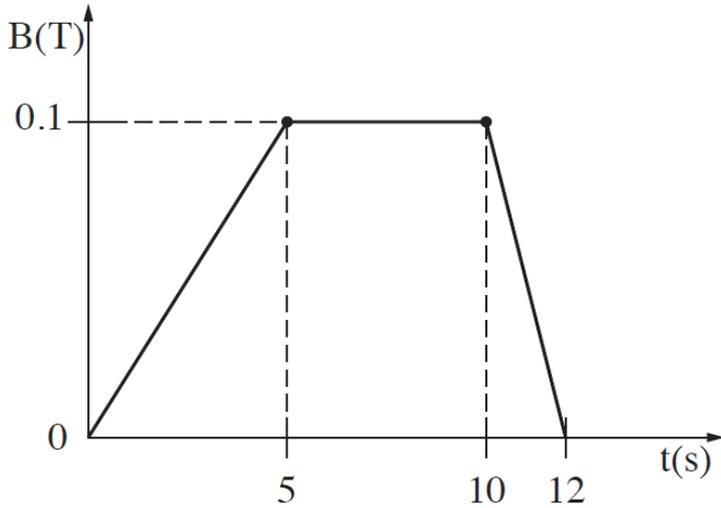
נמק את קביעותיך. (10 נקודות)

- ב. חשב את הכא"מ המושרה בכריכה ברגע  $t = 0.06 \text{ sec}$  וברגע  $t = 0.20 \text{ sec}$ . (10 נקודות)

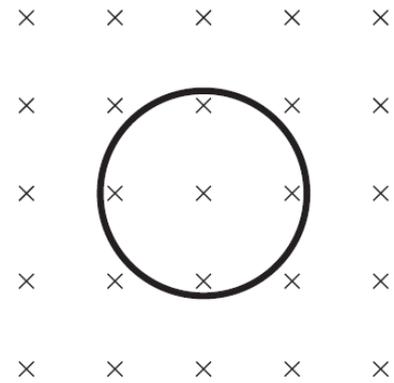
- ג. קבע מהו הכיוון של השדה המגנטי שהזרם המושרה יוצר במרכז הכריכה: האם הוא בכיוון זהה לכיוון של  $\vec{B}$ , בכיוון מנוגד לכיוון של  $\vec{B}$  או בכיוון ניצב לכיוון של  $\vec{B}$ ? נמק. (8 נקודות)

- ד. חשב את הגודל של הכא"מ המושרה שמתקבל בכריכה ברגע  $t = 0.06 \text{ sec}$ , כאשר כיוון השדה המגנטי  $\vec{B}$  מקביל למישור הכריכה. הסבר. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

5 בתרשים א מוצגת טבעת מוליכה שרדיוסה  $r = 3\text{ cm}$ . שדה מגנטי אחיד ניצב למישור הטבעת. גודל שדה זה משתנה כפונקציה של הזמן כמוצג בתרשים ב.



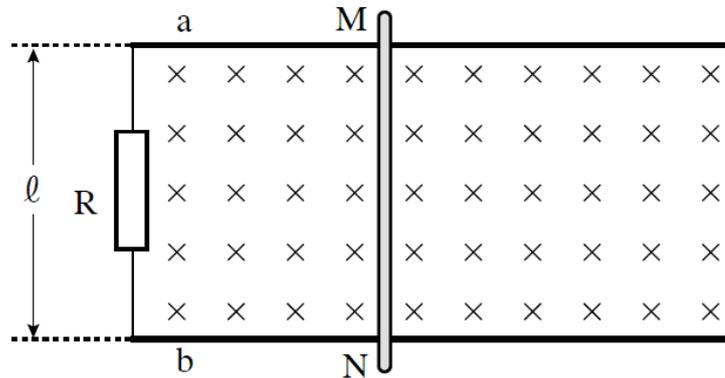
תרשים ב



תרשים א

- א. חשב את גודל הכא"מ המושרה בטבעת מהשנייה  $t = 0$  עד  $t = 5\text{ s}$ . (4 נקודות)
- ב. סרטט גרף המתאר את הכא"מ המושרה בטבעת כפונקציה של הזמן מהשנייה  $t = 0$  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 מהטבעת, ומפעילים מחדש את השדה המגנטי המשתנה כמתואר בתרשים ב.
- ה. האם הגרף שסרטטת בסעיף ב ישתנה? האם תשתנה תשובתך לסעיף ד? הסבר. (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)

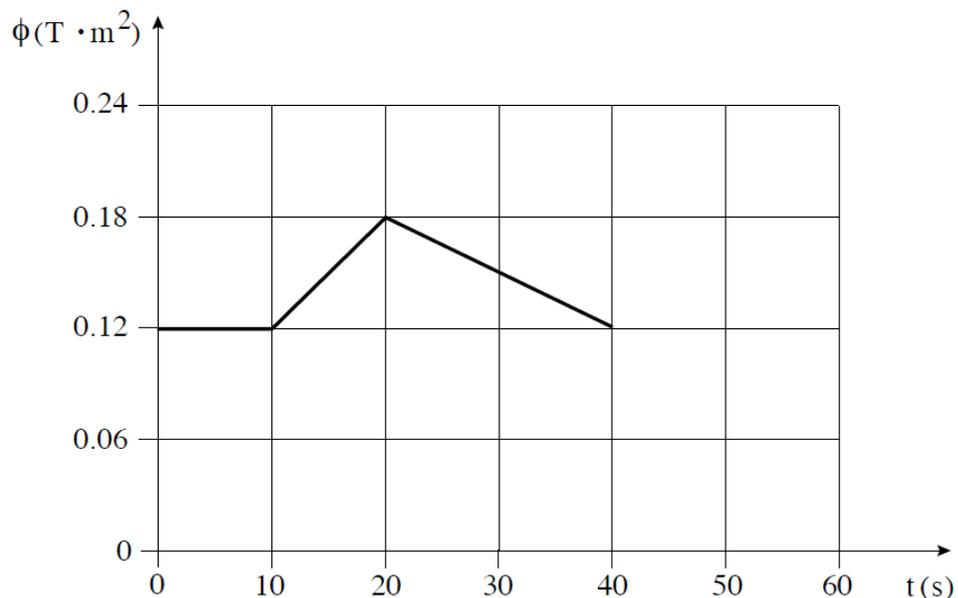
5. בתרשים א מוצגת מערכת הכוללת שני פסי מתכת a ו-b אופקיים ומקבילים זה לזה, שהמרחק ביניהם הוא  $\ell = 0.6 \text{ m}$ . הפסים מוליכים והם מחוברים באמצעות נגד שהתנגדותו  $R = 0.5 \Omega$ . מוט מוליך MN מונח על שני הפסים וניצב להם. התנגדות הפסים והתנגדות המוט ניתנות להזנחה. המערכת נמצאת בתוך שדה מגנטי אחיד שגודלו  $B = 0.2 \text{ T}$  וכיוונו ניצב למישור המערכת, "לתוך הדף".



תרשים א

שינויים בשטף המגנטי יכולים להיגרם אך ורק בגלל תנועת המוט. גורם חיצוני יכול להניע את המוט ימינה או שמאלה, או להשאיר אותו במנוחה, כך שבכל זמן נתון המוט ניצב לפסים.

בתרשים ב מוצג גרף של השטף המגנטי – העובר דרך המשטח התחום על ידי הפסים, על ידי הנגד ועל ידי המוט – כפונקציה של הזמן, החל מזמן  $t = 0$  עד  $t = 40 \text{ s}$ .



תרשים ב

- א. האם בפרק הזמן שבין  $t = 0$  לבין  $t = 10$  s המוט נע ימינה, שמאלה או נמצא במנוחה? נמק. (4 נקודות)
- ב. האם בפרק הזמן שבין  $t = 10$  s לבין  $t = 20$  s המוט נע ימינה, שמאלה או נמצא במנוחה? נמק. (5 נקודות)
- ג. חשב את עוצמת הזרם המושרה במעגל בפרק הזמן שבין  $t = 10$  s לבין  $t = 20$  s. (6 נקודות)
- ד. מהו כיוון הזרם המושרה במעגל בפרק הזמן שבין  $t = 10$  s לבין  $t = 20$  s, מ- M ל- N או מ- N ל- M? הסבר את תשובתך באמצעות חוק לנץ. (7 נקודות)
- ה. חשב את גודל הכוח המגנטי הפועל על המוט MN בפרק הזמן שבין  $t = 20$  s לבין  $t = 40$  s, וציין את כיוונו. (6 נקודות)
- ו. האם בפרק הזמן שבין  $t = 20$  s לבין  $t = 40$  s תנועת המוט היא שוות מהירות, שוות תאוצה או שונת תאוצה? נמק. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)

5. תלמיד חיבר למקור מתח סילונית שאורכה 0.4 מטר, נגד משתנה ואמפרמטר. הוא מדד את עוצמת השדה המגנטי במרכז הסילונית כפונקציה של עוצמת הזרם שעבר בה. תוצאות המדידות מופיעות בטבלה שלפניך.

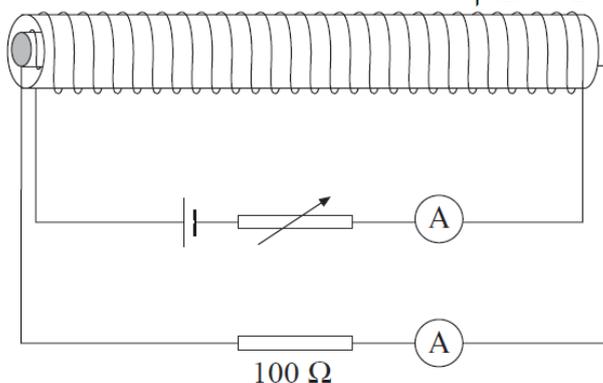
I (A)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
B (T)	$3.14 \times 10^{-3}$	$6.29 \times 10^{-3}$	$9.41 \times 10^{-3}$	$12.57 \times 10^{-3}$	$15.71 \times 10^{-3}$	$18.83 \times 10^{-3}$

- א. סרטט גרף של עוצמת השדה המגנטי, B, כפונקציה של עוצמת הזרם, I, בסילונית. (7 נקודות)

- ב. (1) מצא בעזרת הגרף שסרטטת את צפיפות הליפופים (מספרם ליחידת אורך) בסילונית. (5 נקודות)

- (2) מהו מספר הליפופים בסילונית? (2 נקודות)

- התלמיד השחיל בסילונית זו סילונית נוספת, שאורכה ומספר הליפופים בה זהים לאלה של הסילונית הראשונה, ורדיוסה 0.015 מטר. לשתי הסילוניות התנגדות זניחה. התלמיד חיבר את הסילונית הפנימית לנגד של  $100 \Omega$  ולאמפרמטר. הנח כי השדה המגנטי אחיד לכל אורך הסילונית. המערכת מתוארת בתרשים שלפניך.



- ג. התלמיד שינה את השדה המגנטי בסילונית החיצונית בקצב קבוע במשך 3 שניות מאפס עד ערך מקסימלי של  $18.83 \times 10^{-3} \text{ T}$ . מצא את עוצמת הזרם שזרם בסילונית הפנימית בפרק זמן זה. הזנח את ההשראה העצמית של הסילונית. (12 נקודות)

/המשך בעמוד 8/

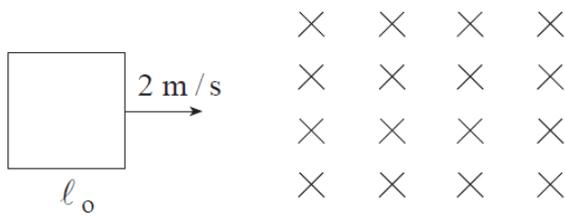
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ד. הסילונית החיצונית מלופפת באופן שהשדה המגנטי שבה מכיוון ימינה. הסילונית

הפנימית מלופפת באותה מגמה.

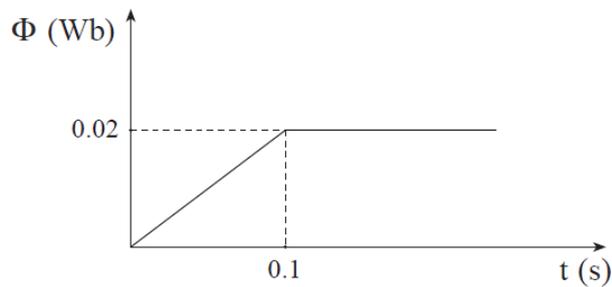
מהו כיוון הזרם בנגד המחובר לסילונית הפנימית, בזמן שינוי השדה המגנטי

המתואר בסעיף ג – ימינה או שמאלה? נמק.  $(7\frac{1}{3}$  נקודות)

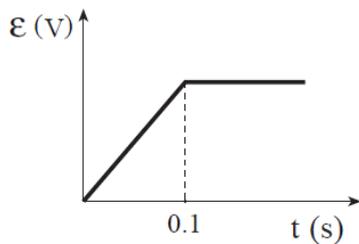


5. מסגרת בצורת ריבוע, שאורך צלעה  $l_0$ , נעה ימינה במהירות קבועה של  $2 \text{ m/s}$ . ברגע  $t_0 = 0$  המסגרת נכנסת לאזור ששורר בו שדה מגנטי אחיד שעוצמתו  $B$ . כיוון השדה הוא לתוך הדף (ראה תרשים).

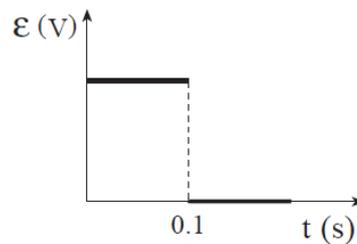
הגרף שלפניך מתאר את השטף שעבר דרך המסגרת מהרגע  $t_0 = 0$ .



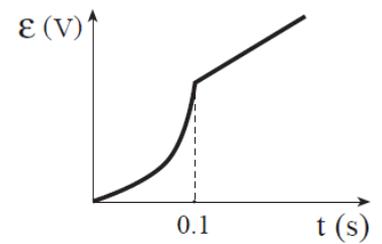
- א. מדוע חל שינוי בשיפוע הגרף בנקודה  $t = 0.1 \text{ s}$ ? (7 נקודות)
- ב. בעזרת הנתונים בגרף, חשב את הכא"מ המושרה שנוצר במסגרת בזמן  $0 < t < 0.1 \text{ s}$ . (7 נקודות)
- ג. הראה באמצעות חישוב ש-  $l_0 = 0.2 \text{ m}$ . (7 נקודות)
- ד. חשב את  $B$ , עוצמת השדה המגנטי. (7 נקודות)
- ה. איזה מבין שלושת הגרפים שלפניך מתאר את הכא"מ המושרה שנוצר במסגרת? נמק את תשובתך. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)



גרף 1

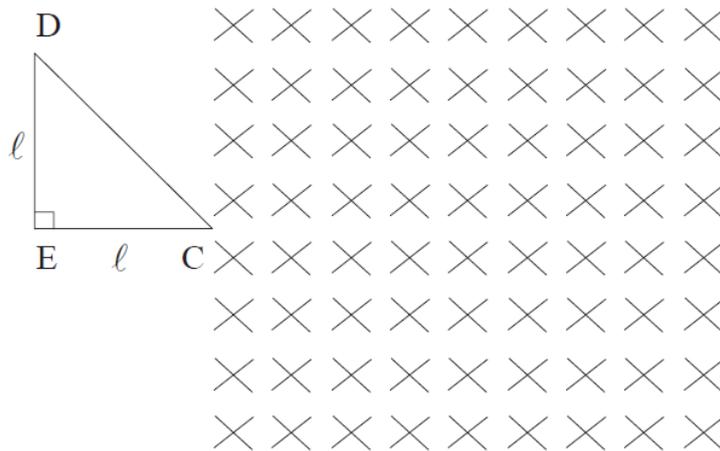


גרף 2



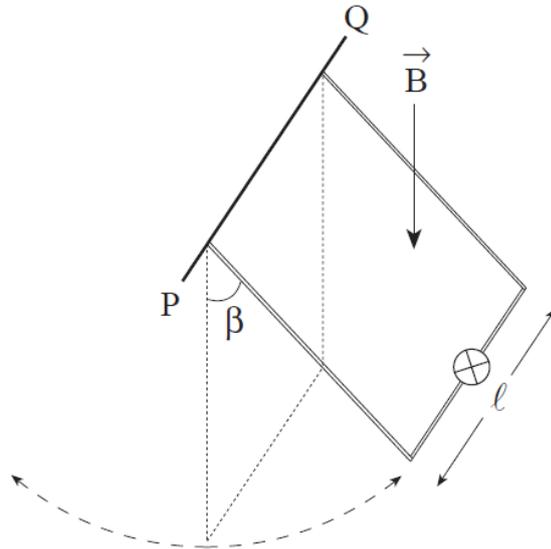
גרף 3

5. בתרשים שלפניך מוצג תיל מוליך, CDE, שצורתו משולש ישר-זווית ושווה-שוקיים: אורך כל אחד משני הניצבים הוא  $\ell$ , וההתנגדות הכוללת של התיל היא R. מושכים את התיל ימינה במהירות קבועה  $v$ , שכיוונה מאונך לניצב DE (בכל מהלך תנועתו, התיל נמצא במישור הדיף).



- ברגע  $t = 0$  הקדקוד C של התיל מגיע לגבול של אזור שבו שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו B וכיוונו "לתוך הדיף" (מאונך למישור התיל) (ראה תרשים). גבול האזור מקביל לניצב DE. האורך והרוחב של החתך של האזור שבו שורר השדה המגנטי גדולים מאוד לעומת ממדי המשולש.
- א. בתיל עובר ברציפות זרם חשמלי מושרה מרגע  $t = 0$  עד רגע מסוים  $t = t'$ . בטא את  $t'$ , באמצעות נתוני השאלה ( $\ell, v, R$  ו-B). (6 נקודות)
- ב. נסח את כלל לנץ. (6 נקודות)
- ג. קבע, באמצעות כלל לנץ, את כיוון הזרם בניצב DE (מ-D ל-E או מ-E ל-D) בפרק הזמן מ- $t = 0$  עד  $t = t'$ . הסבר את קביעתך. (6 נקודות)
- ד. בטא, באמצעות נתוני השאלה ובעזרת המשתנה  $t$ , את עוצמת הזרם בתיל כפונקציה של הזמן  $t$  (בפרק הזמן מ- $t = 0$  עד  $t = t'$ ). (12 נקודות)
- ה. כיצד משתנה הערך המוחלט של עוצמת הזרם בתיל בפרק הזמן  $t = 0$  עד  $t = t'$ : הוא הולך וגדל כפונקציה של הזמן, הוא נשאר קבוע, או הוא הולך וקטן? נמק. ( $3\frac{1}{3}$  נקודות)

5. מסגרת העשויה תילים קשיחים ומוליכים, שהתנגדותם זניחה, מתנוודדת בשדה מגנטי אחיד  $\vec{B}$ , שכיוונו מלמעלה למטה (ראה תרשים).



צלע אחת של המסגרת מתלכדת עם ציר הסיבוב PQ (ראה תרשים). בצלע התחתונה, שאורכה  $l$ , יש נורה שהתנגדותה  $R$ . המהירות של הצלע התחתונה, כאשר היא עוברת בתחתית מסלולה, היא  $v$ . החיכוך והתנגדות האוויר ניתנים להזנחה.

א. באיזה מקום לאורך מסלול המסגרת תימדד בנורה עוצמת זרם מרבית? נמק. (6 נקודות)

ב. בטא את עוצמתו המרבית של הזרם בנורה באמצעות נתוני השאלה. (6 נקודות)

ג. מהי עוצמת הזרם בנורה, כאשר הצלע התחתונה נמצאת במקום הגבוה ביותר במסלולה? (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)

ד. כאשר  $\beta = 10^\circ$  (ראה תרשים), מהירות הצלע התחתונה היא  $2 \text{ m/s}$ .

אורך הצלע הוא  $l = 0.5 \text{ m}$ , התנגדות הנורה היא  $R = 10 \Omega$ , ועוצמת השדה המגנטי היא  $\vec{B} = 0.5 \text{ T}$ .

מהי עוצמת הזרם בנורה במצב זה? (11 נקודות)

ה. האם עוצמת הזרם המרבית תשתנה מתנוודה לתנודה? נמק. (6 נקודות)

5. רכבת מהירה נעה כשהיא מרחפת מעל המסלול שלה. הרכבת מרחפת בגלל תנועתה בשדה מגנטי אופקי אחיד B, כמתואר בתרשים (חתך אנכי לאורך הקרון). השדה המגנטי נוצר על-ידי מגנטים חזקים המוצבים לאורך שני צדי המסלול, כך שכיוון השדה "יוצא מהדף" ועוצמתו 2T.



תרשים 5

בעת תנועת הרכבת נוצר זרם מושרה בכבל RS המתוח לאורך רצפת הקרון. כבל זה הוא חלק מלולאה חשמלית PQRSMU המאונכת לשדה, וכוללת גם כבלים שמתוחים לאורך מסלול הרכבת. בנקודות Q ו-M יש מגעים חשמליים ניידים הנעים עם הרכבת (הקטע PU הסוגר את הלולאה נמצא בקצה המסלול, והתרשים אינו בקנה-מידה אחיד).

אורך הקטע SM הוא 50 cm, ומהירות הרכבת הנעה שמאלה היא 450 ק"מ לשעה. הזנח את המתח המושרה בקטע QR.

א. חשב את המתח המושרה בין קצות הקטע SM. (9 נקודות)

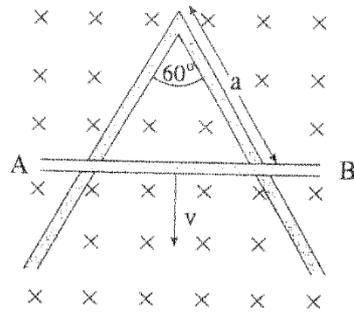
ב. ברגע מסוים ההתנגדות של הלולאה PQRSMU היא  $5\Omega$ . חשב את גודל הזרם העובר בקטע RS, וקבע את כיוונו (שמאלה או ימינה). (8 נקודות)

ג. חשב את הכוח המגנטי (גודל וכיוון) שמפעיל השדה המגנטי B על הכבל RS ברגע המתואר בסעיף ב. נתון כי אורך הכבל RS הוא 10m. (8 נקודות)

ד. לאורך הקרון מתוחים 40 כבלים כדוגמת הכבל RS, שכל אחד מהם הוא חלק מלולאה נפרדת כדוגמת הלולאה PQRSMU. על כל אחד מהכבלים פועל אותו כוח מגנטי שחישבת בסעיף ג. (הזנח את השדה המגנטי של כדור הארץ).

מהי המסה של הקרון אם ידוע כי הוא מרחף בגובה

קבוע מעל הקרקע?  $(8\frac{1}{3}$  נקודות).



5. מוט נחושת ארוך הכפוף בזווית בת  $60^\circ$

נמצא במישור אופקי. שדה מגנטי אחיד

שעוצמתו  $B = 0.5 \text{ T}$  מאונך למישור המוט.

מוט נחושת ארוך AB נע על פני המוט הכפוף

כך שהמוטות יוצרים בכל רגע משולש שווה-צלעות.

ברגע  $t = 0$  אורך צלע המשולש הוא  $a = 0.1 \text{ m}$ .

מהירות המוט AB היא קבועה וגודלה  $v = 0.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  (ראה תרשים).

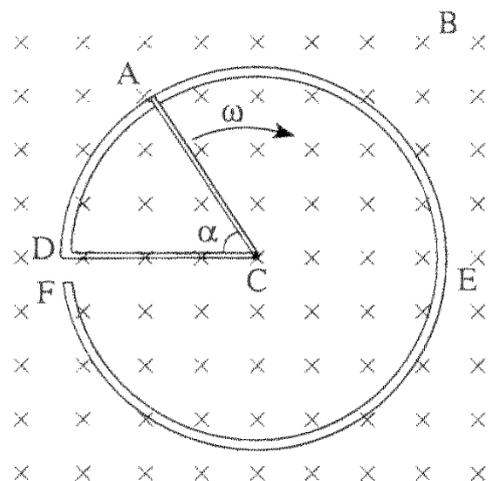
ההתנגדות ליחידת אורך של מוטות הנחושת היא  $\lambda = 0.1 \frac{\Omega}{\text{m}}$ .

א. האם הכא"מ המושרה הנוצר בין נקודות המגע, שבין המוט הנע למוט הכפוף,

נשאר קבוע עם הזמן? נמק. ( $8\frac{1}{3}$  נקודות)

ב. מצא את הכא"מ המושרה ברגע  $t = 4 \text{ s}$ . (15 נקודות)

ג. מצא את עוצמת הזרם במוטות ברגע  $t = 4 \text{ s}$ . (10 נקודות)



5. המסילה המתוארת בצירור מורכבת משני

קטעים ישרים AC ו-CD ומקשת DEF.

רדיוס הקשת הוא  $r$ .

כל חלקי המסילה עשויים מתכת.

מישור המסילה מאונך לשדה מגנטי אחיד B.

א. הבע באמצעות נתוני השאלה את השטף

המגנטי הכלוא בתחום ACD,

במצב שבו הזווית בין AC ל-CD היא  $\alpha$  (ברדיאנים). (9 נקודות)

ב. הקטע AC נייד ומסתובב בכיוון תנועת מחוגי השעון סביב ציר הקבוע במרכז C

בתדירות זוויתית קבועה  $\omega$ . בכל מהלך התנועה יש מגע בין הקצה A לבין

המסילה DEF. הבע באמצעות נתוני השאלה את הכא"מ הנוצר כתוצאה מכך.

(11 נקודות)

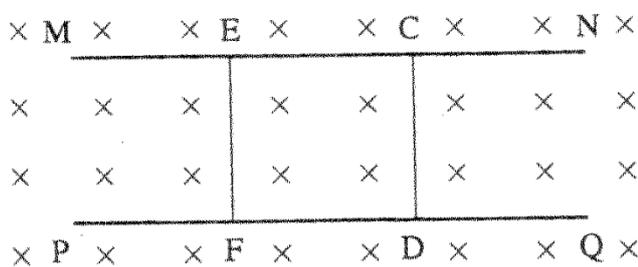
ג. מהי מגמת הזרם החשמלי הזורם בקטע AC: מ-A ל-C או מ-C ל-A? הסבר.

(6 נקודות)

ד. נתון שכל חלקי המסילה עשויים מאותו תיל, שהתנגדותו ליחידת אורך היא קבועה.

הנח שהקטע AC ממשיך לנוע עד F באותה תדירות זוויתית  $\omega$ . האם הזרם (בערכו

המוחלט) גדל או קטן במשך תנועת הקטע? הסבר. (7  $\frac{1}{3}$  נקודות)



5. לאורכך של שתי מסילות מוליכות ארוכות

מאוד ומקבילות, MN ו-PQ, נעים בלי

חיכוך שני מוטות מוליכים, CD ו-EF,

כך שהם ניצבים למסילות (ראה תרשים).

כל המערכת מצויה בשדה מגנטי אחיד B,

שכיוונו ניצב למישור MNQP (ראה תרשים).

נתון:  $R_{CD} = R_{EF} = 1 \Omega$ ,  $B = 0.5 T$ ,  $CD = EF = 20 \text{ cm}$ ,

התנגדות המסילות זניחה.

בכל אחד מהמקרים הבאים (סעיפים א - ג) מצא את עוצמת הזרם במוט EF,

וציין את כיוונו:

א. המוטות CD ו-EF נעים ימינה במהירות קבועה  $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . נמק את תשובתך.

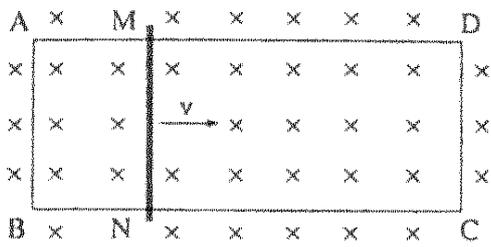
(8 נקודות)

ב. המוט CD נע ימינה במהירות קבועה  $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , והמוט EF נע שמאלה במהירות

קבועה  $u = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . (15 נקודות)

ג. בין הנקודות M ו-P מחובר נגד שהתנגדותו  $R_0 = 2 \Omega$ , והמוטות CD ו-EF נעים

ימינה במהירות קבועה  $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . (10  $\frac{1}{3}$  נקודות)



מסגרת מלבנית ABCD מתיל מוליך נמצאת בשדה מגנטי אחיד B, המאונך למישור המסגרת וכיוונו "לתוך הדף". על פני המסגרת נע בלא חיכוך מוט מוליך במהירות קבועה v, שכיוונה מאונך לשדה המגנטי ולמוט (ראה תרשים).

הרוחב AB של המסגרת הוא  $\ell$ . ההתנגדות החשמלית של קטע המוט MN היא R (M ו-N הן נקודות המגע של המוט עם המסגרת). הנח שהתנגדות תיילי המסגרת זניחה ביחס ל-R.

א. (1) ציין את כיווני הזרמים העוברים דרך AB, דרך DC ודרך המוט MN. (4 נקודות)

(2) בטא, בעזרת נתוני הבעיה, את עוצמת הזרם העובר דרך המוט MN. (5 נקודות)

ב. (1) הסבר מדוע דרוש כוח חיצוני כדי לקיים את התנועה הקצובה. (5 נקודות)  
 (2) ציין מהו כיוון הכוח, ובטא את גודלו באמצעות נתוני השאלה. (5 נקודות)  
 (3) האם הכוח הוא קבוע? נמק. (5 נקודות)

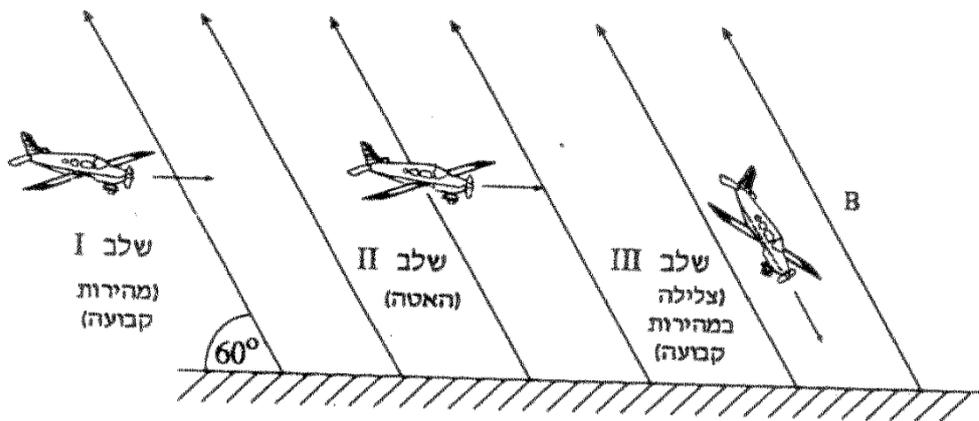
(הזנח את הכוחות המגנטיים שהזרמים בתיילים מפעילים על המוט הנע.)

ג. הנח עכשיו שלמסגרת יש התנגדות. אם ההתנגדות החשמלית ליחידת אורך של צלעות המסגרת ושל המוט MN היא  $\lambda$ , חשב את הזרם העובר דרך קטע המוט MN ברגע שבו:  $AM = BN = \ell$  ;  $MD = NC = 2\ell$ .

נתון:  $v = 2.0 \text{ m/s}$  ;  $\lambda = 1.0 \text{ } \Omega/\text{m}$  ;  $B = 0.023 \text{ T}$  ;  $\ell = 0.4 \text{ m}$   
 (9  $\frac{1}{3}$  נקודות)

5. עוצמתו של השדה המגנטי באזור מסוים של כדור הארץ היא  $B = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$ , וכיוונו יוצר זווית בת  $60^\circ$  עם הכיוון האופקי, כמתואר בתרשים. מטוס טס באזור זה בטיסה בת שלושה שלבים: בשלב I הוא טס במהירות קבועה של  $v = 150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  בטיסה אופקית וישרה. בשלב II המטוס מאט, ובשלב III הוא צולל בזווית בת  $60^\circ$  עם הכיוון האופקי ובמהירות קבועה של  $v = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  (ראה תרשים).

המטוס עשוי מחומר מוליך, כנפי המטוס מאונכות לגוף המטוס, והמרחק בין קצותיהן הוא 30 m.



א. באילו מהשלבים I, II, III נוצר כא"מ בין קצות הכנפיים? נמק.

(8 נקודות)

ב. באותם השלבים שבהם נוצר כא"מ:

(1) ציין אם הכא"מ קבוע או משתנה. נמק. (5 נקודות)

(2) איזה קצה של הכנפיים (הקרוב לקורא או הרחוק ממנו) טעון במטען חיובי?

נמק. ( $8\frac{1}{3}$  נקודות)

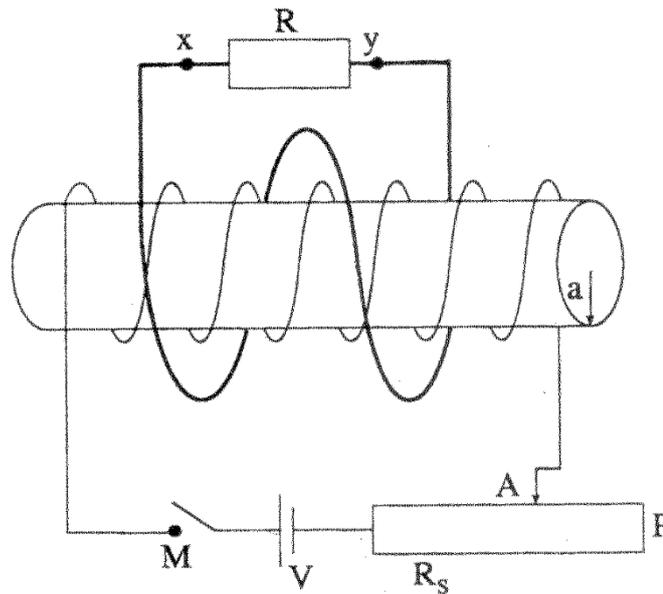
ג. מצא את הכא"מ שבין קצות הכנפיים בשלב (או בשלבים) שבו (או שבהם) הכא"מ

קבוע. (6 נקודות)

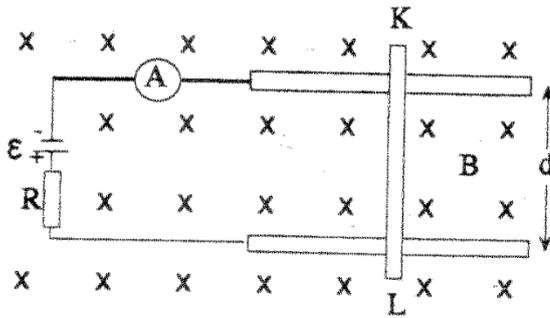
ד. באיזה שלב (או באילו שלבים) עובר זרם לאורך כנפי המטוס? נמק. (6 נקודות)

פיסיקה, קיץ תשנ"ג, מס' 917521 + נספח

5. נתון סליל שאורכו  $\ell$ , ורדיוס החתך שלו הוא  $a$ . לסליל  $N_1$  כריכות מבודדות זו מזו. את הסליל מחברים למעגל חשמלי המכיל: מקור מתח  $V$ , נגד משתנה  $R_s$  ומפסק  $M$ . סביב הסליל הנתון  $N_1$  נמצא סליל משני, שמספר כריכותיו  $N_2$ , וקצוותיו מחוברים לנגד  $R$  (ראה תרשים).



- א. ציין את כיוון הזרם המושרה שעובר דרך הנגד  $R$  (סמן  $x \leftarrow y$  או  $y \leftarrow x$ ):
- (1) תוך כדי סגירת המפסק  $M$ . הסבר. (7 נקודות)
- (2) כאשר המפסק  $M$  סגור, תוך כדי הזזת המגע הזחית  $A$  לכיוון הנקודה  $P$ . הסבר. (7 נקודות)
- ב. כאשר סוגרים את המפסק  $M$ , הזרם במעגל הראשוני מגיע לערך של  $0.5 \text{ A}$  בפרק זמן של  $\Delta t = 4 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ . חשב את הערך הממוצע של הזרם המושרה בסליל  $N_2$ . נתונים:  $\ell = 20 \text{ cm}$ ;  $N_1 = 500$ ;  $a = 2 \text{ cm}$ ;  $N_2 = 20$ ;  $R = 12 \Omega$  (התנגדות  $R$  כוללת את התנגדות הכריכות  $N_2$ ). (15 נקודות)
- ג. מחליפים את מקור המתח הישר במקור מתח חילופין. האם עובר זרם דרך הנגד  $R$  (המפסק סגור)? הסבר. (4 $\frac{1}{3}$  נקודות)



5. שני מוטות מוליכים מקבילים ואופקיים, שהמרחק ביניהם  $d$ , נמצאים בשדה מגנטי אחיד  $B$ , המאונך למישור הנוצר על-ידי שני המוטות וכיוונו "לתוך הדף".

המוטות מחוברים למקור מתח  $\epsilon$ , לנגד  $R$  ולמד-זרם  $A$ . מניחים, על-גבי שני המוטות ובמאונך להם, מוט מוליך שלישי  $KL$  (ראה תרשים). ההתנגדויות החשמליות של מקור המתח, של מד-הזרם ושל שלושת המוטות זניחות, וכן זניח החיכוך בין המוט  $KL$  לבין המוטות המקבילים. על המוט  $KL$  מפעילים כוח חיצוני אופקי  $F$ , כדי להחזיקו במנוחה.

א. מצא את כיוון הזרם  $I$  במוט  $KL$ , ובטא את עוצמתו באמצעות נתוני השאלה. (6 נקודות)

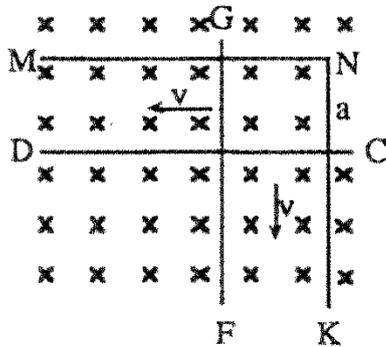
ב. מצא את כיוונו של הכוח החיצוני  $F$ , ובטא את גודלו באמצעות נתוני השאלה. (8 נקודות)

ב. מפסיקים את פעולת הכוח החיצוני  $F$ .

(1) האם המוט  $KL$  ינוע שמאלה, ימינה או יישאר במקומו? הסבר. (2 נקודות)

(2) האם עוצמת הזרם  $I$  תגדל, תקטן או לא תשתנה? הסבר. (8 נקודות)

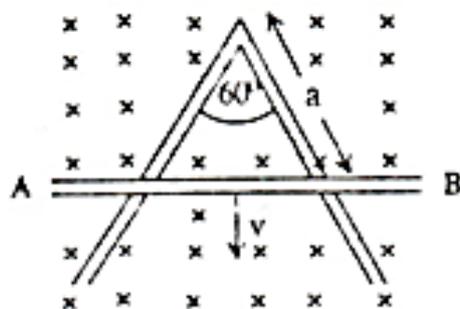
ג. עתה מסיעים את המוט  $KL$  ימינה במהירות קבועה  $v$ . האם עוצמת הזרם דרך המוט תהיה גדולה או קטנה מזו שזרמה דרכו כאשר הוחזק במנוחה על-ידי הכוח  $F$  הסבר. (9  $\frac{1}{3}$  נקודות)



5. מוט נחושת אורך MNK, הכפוף בנקודה N בזווית בת  $90^\circ$ , נמצא במישור אופקי. שדה מגנטי אחיד שעוצמתו  $B = 0.6 \text{ T}$  מאונך למישור המוט. שני מוטות נחושת ארוכים GF ו-CD נעים כך ששלושת

המוטות יוצרים בכל רגע ריבוע (המוטות GF ו-CD נוגעים במוט הכפוף וכן אחד בשני) (ראה תרשים). ברגע  $t = 0$  אורך צלע הריבוע הוא  $a = 0.1 \text{ m}$ . מהירותו של כל אחד מהמוטות היא קבועה וגודלה  $v = 0.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . התנגדות כל מוטות הנחושת ליחידת אורך היא  $\lambda = 0.1 \frac{\Omega}{\text{m}}$ .

- א. האם הכא"מ המושרה במעגל החשמלי נשאר קבוע עם הזמן? נמק. (11 נקודות)
- ב. מצא את הכא"מ המושרה במעגל החשמלי ברגע  $t = 4 \text{ s}$ . (10 נקודות)
- ג. האם הזרם המושרה במעגל החשמלי נשאר קבוע עם הזמן? נמק. (6 נקודות)
- ד. מצא את הזרם במעגל החשמלי ברגע  $t = 4 \text{ s}$ . (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)



18.

מוט נחושת אורך הכפוף בזווית

בת  $60^\circ$  נמצא במישור האופקי.

שדה מגנטי אחיד שעוצמתו  $B = 0.5 \text{ T}$

מאונך למישור המוט. מוט נחושת

אורך AB נע על פני המוט הכפוף כך שהמוטות יוצרים בכל רגע משולש שווה-צלעות.

ברגע  $t = 0$  אורך צלע המשולש הוא  $a = 0.1 \text{ m}$ . מהירות המוט AB היא קבועה

ונחלה  $v = 0.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  (ראה תרשים). ההתנגדות ליחידת אורך של מוטות הנחושת

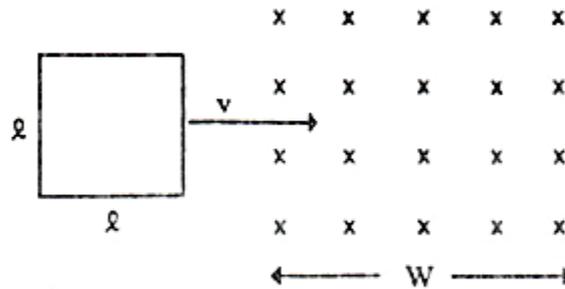
היא  $\lambda = 0.1 \frac{\Omega}{\text{m}}$ .

א. האם הכא"מ המנשרה במוט הנע נשאר קבוע עם הזמן נמק. (3 נקודות)

ב. מצא את הכא"מ המנשרה ברגע  $t = 4 \text{ s}$ . (5 נקודות)

ג. מצא את עוצמת הורס במוטות ברגע  $t = 4 \text{ s}$ . (4 נקודות)

מתיל מוליך שהתנגדותו  $R$  בט ריבוע שאורך צלעו  $\ell$ . הריבוע מונע בכיוון אופקי במהירות קבועה  $v$ . בזמן  $t = 0$  נכנס הריבוע לתוך שדה מגנטי אחיד  $B$  הניצב למישור הריבוע. השדה המגנטי משתרע לאורך אזור שרוחבו  $w$ ,  $w > \ell$ . (ראה תרשים).



א. באילו שלבים של תנועת התיל ייווצר בו זרם, ומה יהיה כיוונו של הזרם?

(3 נקודות)

ב. נתון כי:  $\ell = 0.50 \text{ m}$

$$w = 0.75 \text{ m}$$

$$v = 0.25 \text{ m/s}$$

$$R = 5.0 \Omega$$

$$B = 2.0 \text{ T}$$

סרטט גרפים מדויקים המתארים את התלות בזמן של:

1. השטף המגנטי  $\Phi_B$  דרך הריבוע. (3 נקודות)
2. עוצמת הזרם  $I$  בתיל (בחר זרם נגד כיוון הסיבוב של מחוגי השעון כזרם חיובי). (3 נקודות)
3. הכוח שיש להפעיל על התיל כדי שינוע במהירות הקבועה  $v$  (כוח הפועל ימינה ייחשב חיובי). (3 נקודות)

17. מוט נחושת מחליק במהירות קבועה  $v = 50 \frac{m}{s}$  לאורך שני פסי מתכת מוליכים

ומקבילים, הנטויים בזווית  $\alpha = 30^\circ$  עם המישור האופקי (ראה תרשים).

המרחק בין הפסים הוא  $d = 0.6m$ , והם מחוברים

ביניהם באמצעות נגד שהתנגדותו  $R = 0.05\Omega$ .

ההתנגדות החשמלית של המוט ושל הפסים

זניחה. ברגע  $t = 0$ , נמצא המוט במרחק  $l = 1.6m$

מן הנגד.

כל המערכת מצויה בתוך שדה מגנטי

אחיד, שעוצמתו  $B = 0.08 T$  וכיוונו כלפי

מעלה (במאונך למישור האופקי).

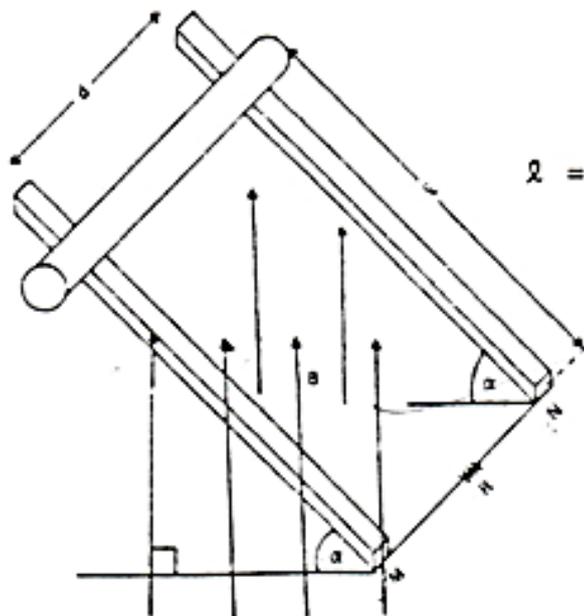
א. כתוב נוסחה לשטף המגנטי  $\phi$ ,

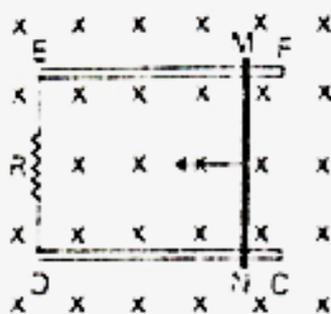
התחום על-ידי המוט, הפסים והנגד,

כפונקציה של הזמן  $t$ .

ב. מהי עצמת הזרם המושרה (גודל וכיוון) בנגד  $R$ ?

ג. מהו הכוח (גודל וכיוון), שמפעיל השדה המגנטי על מוט הנחושת הנע?





17. לאורך של המסילות המתכתיות FE ו-CD המחוברות ביניהן בקצה באמצעות הנגד R שהתנגדותו  $2 \Omega$ , נע ללא חיכוך מיט מתכתי MN שאורכו  $10 \text{ cm}$  והתנגדותו  $0.5 \Omega$ . המערכת הנ"ל נתונה בתוך שדה מגנטי אחיד

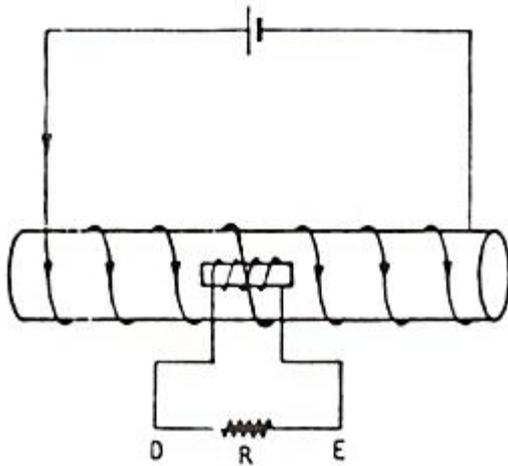
שעוצמתו  $0.4 \text{ T}$  ( $\frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$ ) וכיוונו מאנך למישור הדף נראה תרשים:

התנגדותו של המסילות FE ו-CD זניחה.

- חשב את עוצמת הזרם בנגד R. (3 נקודות)
- קבע את כיוון הזרם במוט MN. (3 נקודות)
- חשב את הכוח (גודל וכיוון) המופעל על המוט MN וע"י השדה המגנטי. (3 נקודות)
- כיצד היו משתנות התוצאות בסעיפים א, ב, ו-ג אילו כיוון השדה המגנטי היה מימין לשמאל במישור הדף? נמק. (3 נקודות)

.10

סילונית ארוכה, שבה 6000 ליפופים לכל מטר, מחוברת למקור מתח המזרים בה זרם  $I$ .  
 עוצמתו של זרם זה משתנה עם הזמן  $t$  לפי הפונקציה  $I = \frac{3}{t+1}$ .  
 (  $t$  נמדד בשניות;  $I$  נמדד באמפרים ).



במרכז הסילונית מצוי סליל דק, שרדיוסו  $2\text{ cm}$  ובו 25 ליפופים.

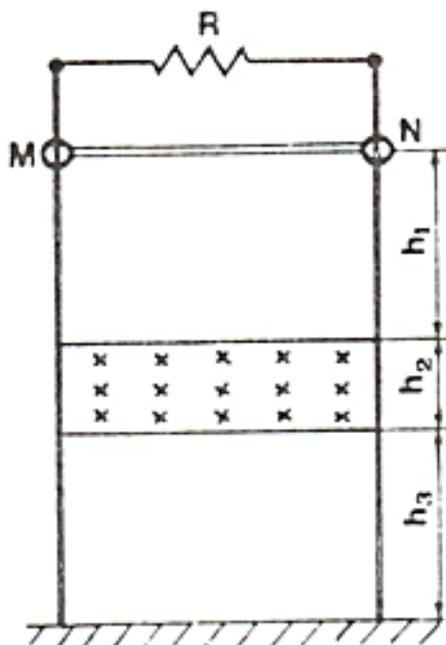
ציר הסליל מהלכד עם ציר הסילונית.  
 הסליל מהובר לנגד  $R$ , שהתנגדותו  $5\Omega$   
 (התנגדות הסליל ניתנת להזנחה).

א. מהי עוצמת הזרם המושרה בנגד ברגע  $t = 2\text{ s}$ ? ( 7 נקודות )

ב. מהו כיוונו של הזרם בנגד  $R$

( מ-D ל-E או מ-E ל-D )?

נמקו ( 3 נקודות )



נגד  $R$  מחובר בקצותיו לטתי מסילות אנכיות חסרות התנגדות (ראה ציור). מוט מוליך אופקי  $MN$ , חסר התנגדות, שאורכו  $l$  ומסתו  $m$ , מתחיל להחליק, ללא חיכוך, ממצב מנוחה על גבי המסילות.

לאחר שהמוט עובר מרחק של  $h_1$ , הוא נכנס לשדה מגנטי אחיד  $B$  שגובהו  $h_2$ . השדה המגנטי מאונך למישור תנועתו של המוט המוליך (קני השדה נכנסים לתוך הדף, כמתואר בציור).

בצאתו מאזור השדה המגנטי, עובר המוט המוליך מרחק נוסף של  $h_3$ , עד שהוא פוגע ברצפה.

$$l = 20 \text{ cm} \quad \text{נתון:}$$

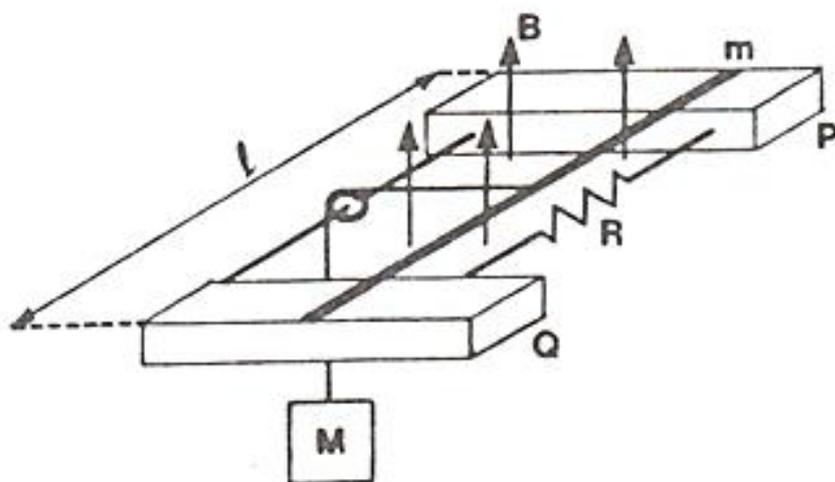
$$m = 70 \text{ gr}$$

$$R = 0.5 \ \Omega$$

$$h_1 = 40 \text{ cm}$$

- א. חשב את  $B$ , בהנחה שתנועת המוט המוליך בשדה המגנטי קצובה. (6 נקודות)
- ב. חשב את  $h_2$  ו-  $h_3$ , אם ידוע שהזמן הכולל של תנועת המוט המוליך (מתחילה תנועתו עד הפגיעה ברצפה) הוא 0.5 שניות, ומהירותו ברגע הפגיעה היא 4.2 מטרים לשנייה. (3 נקודות)
- ג. חשב את כמות החום (בג'ול) המתפתחת בנגד  $R$ , בזמן תנועתו של המוט המוליך. (6 נקודות)

22. מוט מוליך שאורכו  $l$  ומסתו  $m$  מונח על מסילה העשויה אף היא מחומר מוליך. בין שני חלקי המסילה מחובר נגד שהתנגדותו  $R$ . התנגדות המוט והמסילה ניתנים להזנחה. המוט קשור באמצעות חוט אל גוף שמסתו  $M$ . החוט מחליק ללא חיכוך על גלגלת קטנה האחוזה בציר מבודד, כמתואר בתרשים. כל המיתקן מצוי באזור בו שורר שדה מגנטי אחיד שעוצמתו  $B$  וכיוונו מצוין בתרשים.



- הנח כי המערכת משוחררת ממנוחה והמוט נע על פני המסילה ללא חיכוך. כמו כן הזנח את השדה המגנטי הנוצר על-ידי הזרם בנגד  $R$ .
- א. מהו כיוון הזרם המושרה בנגד  $R$  (מ- $P$  ל- $Q$  או מ- $Q$  ל- $P$ )? נמקו (3 נקודות)
- ב. תאר במלים את תנועת המוט (מבחינת המהירות והתאוצה). הנח שהמסילה והמוט ארוכים מאוד. (4 נקודות)
- ג. חשב את המהירות המירבית אליה יגיע המוט בהסתמך על:
- (1) ניתוח הכוחות הפועלים עליו.
- (11) סיקולים של שימור אנרגיה. (8 נקודות)

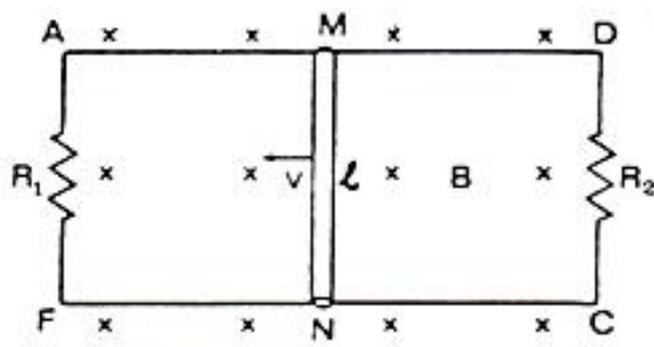
21. הצלעות AF ו-CD של כריכה מלבנית מוליכה הן בעלות התנגדויות  $R_1$  ו- $R_2$  בהתאמה, והצלעות AD ו-BC הן מוליכים חסרי-התנגדות.

הכריכה נמצאת בשדה מגנטי אחיד  $B$  הנכנס במישור הנישור של הכריכה.

מיט מוליך MN, בעל אורך  $l$  וחסר-התנגדות, יכול לנוע ללא חיכוך על פני המוליכים AD ו-BC.

המוט MN נע במהירות קבועה  $v$  שמאלה (ראה תרשים).

נתון כי  $R_1 = 3$  אום,  $R_2 = 6$  אום,  $l = 10$  ס"מ,  $B = 10^{-3}$  טסלה,  $v = 10 \frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ .



א. מהו הכא"מ המושרה המתפתח בין הנקודות M ו-N? (2 נקודות)

ב. מהי עוצמת הזרם דרך כל אחד משני הנגדים? ציין בכל מקרה את כיוון הזרם.

ג. כאשר המוט MN נמצא בתנועה הנ"ל, מהי כמות החום המשתחררת בכל שנייה בנגדים  $R_1$  ו- $R_2$ ? (2 נקודות)

ד. האם יש להפעיל כוח כלשהו על המוט MN, כדי שינוע במהירות קבועה  $v$ ? אם כן - מה גודלו של כוח זה?

אם לא - נמק. (5 נקודות).

ה. האם פועלים כוחות אלקטרומגנטיים על קטעי המוליך MN ו-AM, כאשר המוט MN נע שמאלה? אם כן, מהם הכיוונים של כוחות אלה? אם לא, נמק. (3 נקודות)