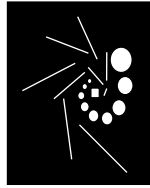


הקיפו את מספרי השאלות שפתרתם

6 5 4 3 2 1



חמד"ו

מתכונת בפיזיקה

חשמל ומגנטיות

05.04.2019

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה:
בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה 33.33 נקודות; $33.33 \times 3 = 100$ נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש:
(1) מחשבון
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
(1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה.)
(2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום 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 של 10 מ' לשנייה² עבור תאוצת 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 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 כאחת.

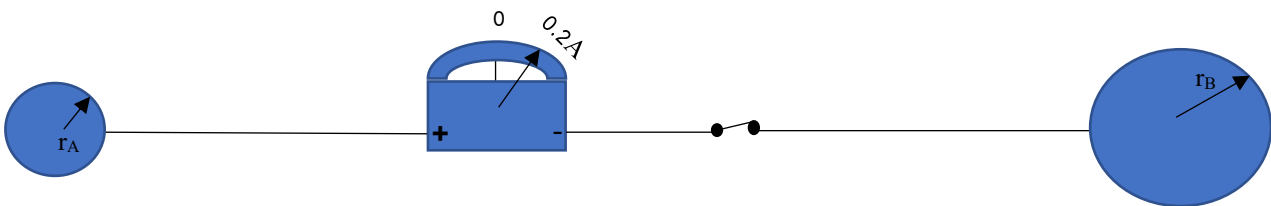
בהצלחה!



שאלה מספר 1

שני כדורים מוליכים A ו-B מונחים על משטח אופקי וחלק העשוי מחומר מבודד. המרחק ביניהם גדול מאוד ביחס לרדיוסיהם. רדיוס כדור A $r_A = 4.5 \text{ cm}$ והוא נטען לפוטנציאל של 1000 V . רדיוס כדור B הוא $r_B = 9 \text{ cm}$.

מחברים את שני הכדורים באמצעות תיל מוליך דק וארוך. עליו מחוברים בטור מפסק ואמפרמטר אידאלי.



כשסוגרים את המפסק, מתחיל לזרום זרם מכדור A לכדור B. הוריית האמפרמטר **ברגע סגירת המפסק** הינה $+0.2 \text{ A}$, כמוצג באיור. נתון שהתנגדותו הכוללת של התיל הינה $R = 2.5 \text{ k}\Omega$.

א. (1) חשב מה היה הפרש הפוטנציאלים בין הכדורים לפני סגירת המפסק והסבר איזה כדור היה בפוטנציאל גבוה יותר. (5 נק.)

(2) הראה שלפני סגירת המפסק, מטענו של כדור B זהה **בגודלו וסימנו** למטענו של כדור A. פרט שיקולידך. (7 נק.)

ב. זמן רב לאחר סגירת המפסק, קבע עבור כל אחת מהנקודות הבאות, האם השדה בכל נקודה גדל, קטן או לא השתנה ביחס לערכו לפני סגירת המפסק. נמק משיקולים פיזיקליים בלבד.

(1) נקודה במרחק 12 cm ממרכז הכדור B

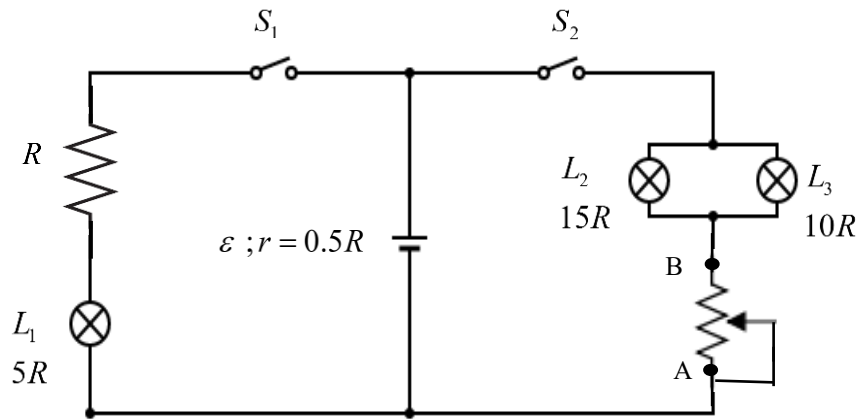
(2) נקודה במרחק 4.5 cm ממרכז הכדור B

(3/9 נק.)

ג. חשב כמה אלקטרונים עברו בתיל מרגע סגירת המפסק ועד זמן רב לאחר מכן. פרט שיקולידך וחשובידך. (12 נק.)

שאלה מספר 2

בתרשים מתואר מעגל חשמלי בו שני נגדים, שלוש נורות, שני מפסקים וסוללה.
 התנגדות הנגד הקבוע היא R , התנגדות הנורה L_1 היא $5R$, התנגדות הנורה L_2 היא $15R$, התנגדות
 הנורה L_3 היא $10R$, התנגדותו המקסימלית של הנגד המשתנה היא $10R$ והיא מתפלגת באופן אחיד
 לכל אורכו. לסוללה כא"מ ε והתנגדות פנימית $r = 0.5R$.



א. כאשר מפסק S_1 סגור ומפסק S_2 פתוח, בטא באמצעות ε את המתח בין הדקי כל אחד מהמפסקים S_1 ו- S_2 . הסבר ופרט שיקוליד.
 (8 נק.)

ב. כאשר שני המפסקים סגורים:

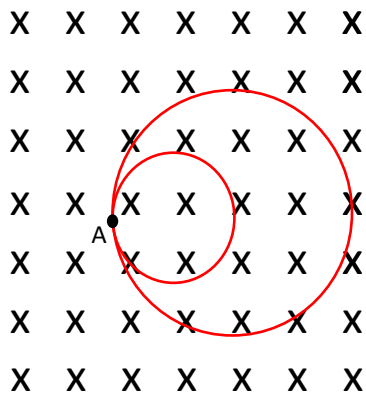
- (1) איזו נורה מאירה באור חזק יותר, L_2 או L_3 , כאשר הגרר מחוברת בנקודה A? נמק משיקולים פיזיקליים. (4 נק.)
- (2) היכן יש למקם את הגרר כדי שהזרמים דרך שני המפסקים יהיו שווים? פרט שיקוליד. (6 נק.)

בסעיפים הבאים מפסק S_1 פתוח ומפסק S_2 סגור:

ג. מעבירים את הגרר מנקודה A לנקודה B. האם נצילות הסוללה תגדל, תקטן או לא תשתנה? הסבר. (6 נק.)

ד. מדדו ומצאו כי הכא"מ שווה ל- $12V$ והתנגדות הנגד הקבוע היא $R = 4\Omega$. חשב את האנרגיה הנצרכת ע"י נורה L_3 במשך 10 שניות, במצב בו הגרר נמצאת בדיוק באמצע בין A ל-B. פרט חישוביך. (9 1/3 נק.)

שאלה מספר 3



תרשים א'

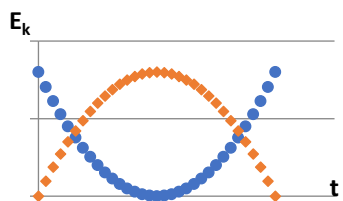
בתרשים א' משורטטים מסלולי שני חלקיקים, 1 ו-2, הנעים בתוך שדה מגנטי אחיד. תנועתם החלה מאותה נקודה A, באותו הכיוון. ידוע כי: רדיוס המעגל הקטן r_1 שווה למחצית רדיוס המעגל הגדול r_2 . הערך המוחלט של מטעני שני החלקיקים זהה. זמן המחזור של תנועת שני החלקיקים זהה. מסות החלקיקים m_1, m_2 לא ידועות.

הזנח את כוח הכבידה הפועל על שני החלקיקים.
א. הראה שזמן המחזור של מטענים הנעים בשדה מגנטי אינו תלוי במהירותם ולא ברדיוס המסלול שלהם. (4 נק.)

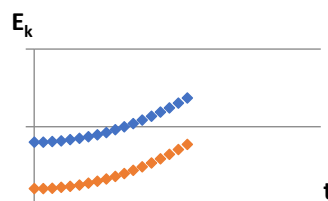
(2) מצא את יחס המסות של החלקיקים. נמק תשובתך. (3 נק.)

(3) מצא את יחס המהירויות של החלקיקים. נמק תשובתך. (3 נק.)

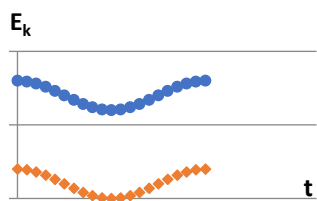
ב. בחר מבין הגרפים הבאים את הגרף שמתאר נכונה את תלות האנרגיה הקינטית של החלקיקים בזמן. נמק בחירתך. (4 נק.)



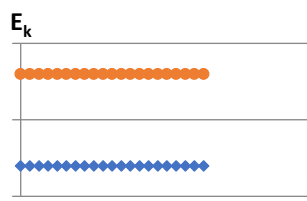
גרף 2



גרף 1



גרף 4



גרף 3

זמן המחזור של כל אחד משני החלקיקים שווה ל $T = 10^{-9}s$. גודלו של השדה המגנטי הוא $B=0.2T$. רדיוס המעגל של חלקיק 1 הוא $r_1 = 30\mu m$ ($1\mu m = 10^{-6}m$).
ג. מצא את המטען הסגולי $(\frac{q_1}{m_1})$ של החלקיק שרדיוס מסלולו r_1 . (2 1/3 נק.)

כשחלקיק 1 נמצא בנקודה A, כיוון וקטור המהירות שלו מצביע "למעלה" במישור הדיף.

ד. (1) מהו סימן המטען של חלקיק 1? נמק. (3 נק.)

(2) מצא את השדה החשמלי (גודל וכיוון) שיש להפעיל על מנת לגרום לחלקיק 1 לנוע

בהתמדה החל מרגע שהוא עובר בנקודה A. פרט שיקוליך. (7 נק.)

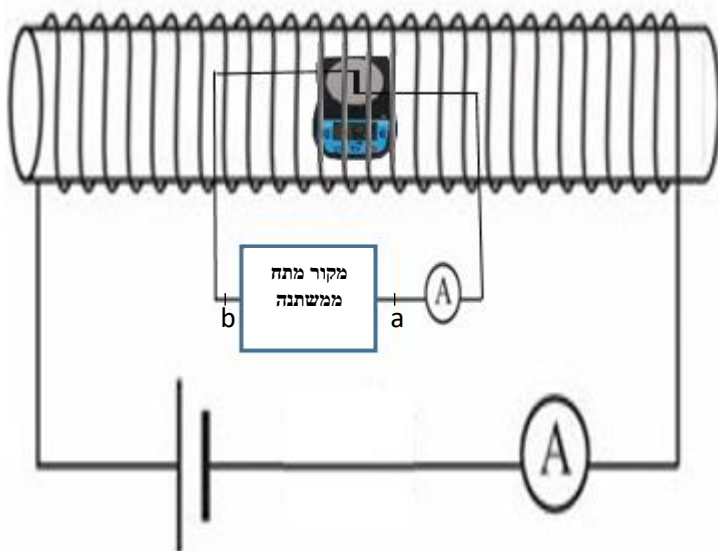
ה. כאשר שני החלקיקים חולפים בנקודה A, מפעילים את השדה החשמלי שמצאת בסעיף ד (2)

האם בהמשך תנועתם שדה זה יבצע עבודה על החלקיקים? נמק תשובתך לכל חלקיק בנפרד. (7 נק.)

שאלה מספר 4

תלמידים תכננו ניסוי במטרה לחקור את הכוח המגנטי המופעל על תיל נושא זרם, כתלות בעצמת הזרם דרך התיל. כדי ליצור שדה מגנטי אחיד באזור התיל, התלמידים בחרו להשתמש בסילוניית המחוברת אל מקור מתח קבוע. הם הכניסו את התיל לתוך הסילוניית והניחו אותו על מאזניים אלקטרוניים (שהוכנסו גם הם לתוך הסילוניית, במקביל לרצפה). ראה איור.

כדי לשלוט על עצמת הזרם דרך התיל הישר, התלמידים חיברו אותו אל מקור מתח משתנה באמצעותו ניתן לשנות את עצמת הזרם.



מערכת הניסוי במבט על

התלמידים בצעו סדרת מדידות. בכל מדידה הם שינו את עצמת הזרם העובר דרך התיל המונח על המאזניים. הם רשמו את עצמת הזרם ובהתאם את הוריית המאזניים המכוילים ליחידות של ניוטון. בטבלה הבאה רשומות תוצאות המדידות.

זרם (אמפר)	הוריית המאזניים (N)
1	0.050
2	0.041
3	0.029
4	0.020
5	0.011

א. (1) התלמידים רצו שהכוח המגנטי שיופעל על התיל המונח על המאזניים יהיה מקסימלי. לכן, הם הניחו את התיל על המאזניים כמוראה באיור. הסבר מדוע.

(3 נק.)

(2) לפי התוצאות הרשומות בטבלה, קבע האם כיוון הזרם העובר דרך מקור המתח

המשתנה הוא מ a ל- b או מ b ל- a? הסבר ופרט שיקולך. (5 נק.)

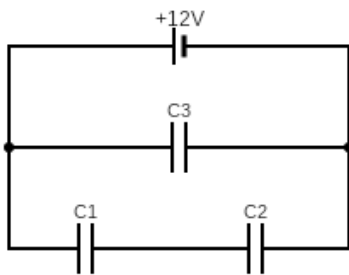
ב. כתוב ביטוי פרמטרי המתאר את תלות הכוח הנורמלי המופעל על המאזניים על ידי התיל המונח הזרם בתיל, I_1 , עצמת הזרם בסילוניית, I_2 , מספר הליפופים ליונייט און בסילוניית, l , אורך התיל l ומסתו m , וקבועים פיזיקליים רלוונטיים. הסבר. (4 נק.)

- ג. שרטט גרף של הכוח הנורמלי הפועל על המאזניים כתלות בעצמת הזרם העובר דרך התיל, I_1 .
(6 נק.)
- ד. ידוע שמספר הליפופים ליחידת אורך, N/L , הוא 100,000 ליפופים למטר, ואורך התיל l הוא 7.95 סנטימטרים.
- ה. (1) חשב את שיפוע הגרף ומצא באמצעותו את הזרם בסילוניית, I_2 . פרט חישוביך. (6 נק.)
(2) הסבר מהי המשמעות של נקודת החיתוך של הגרף עם **כל אחד משני הצירים**, ומצא את מסת התיל.
(5 1/3 נק.)
- ה. באחד הניסויים, זוג תלמידים חיבר בטעות את התיל שעל המאזניים למקור המתח הקבוע עם הזרם הקבוע I_2 , ואת הסילוניית למקור המתח המשתנה בו משנים את הזרם בכל מדידה. הם בצעו אותן מדידות בהן שינו את הזרם I_1 ובדקו את הוריית המאזניים.
- האם הגרף שקבלו התלמידים במקרה זה זהה לגרף מהניסוי הקודם? אם כן- הסבר מדוע ואם תשובתך שלילית, ציין מה ההבדלים. (4 נק.)

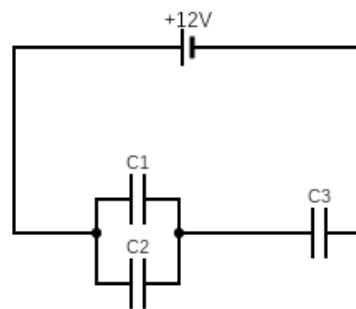
שאלה מספר 5

תלמידים קיבלו מטלה להרכיב מערך קבלים שהקיבול השקול שלו שווה $33\mu\text{F}$. התלמידים קבלו שלושה קבלים זהים בעלי קיבול $C=2\mu\text{F}$ ומקור מתח של 12V . הם ניסו שלוש אפשרויות חיבור של הקבלים למקור המתח שמוצגות בתרשים 1 שלפניך.

א. באיזו אפשרות חיבור עליהם לבחור? נמק תשובתך. (4 נק.)

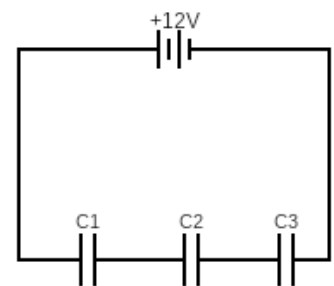


(3)



(2)

תרשים 1



(1)

בהמשך הם קיבלו מטלה לחקור את הקבל C_1 כשהוא מחובר במעגל (3) המוצג בתרשים 1.

ב. מהו המטען על כל אחד מלוחות הקבל C_1 בתרשים 1 (3) לאחר זמן רב? פרט חישוביך. (6 נק.)

מנתקים את הקבל הטעון C_1 מהמעגל המוצג בתרשים 1 (3) ומכניסים בתוכו חומר בעל קבוע דיאלקטרי $\epsilon_r = 5$.

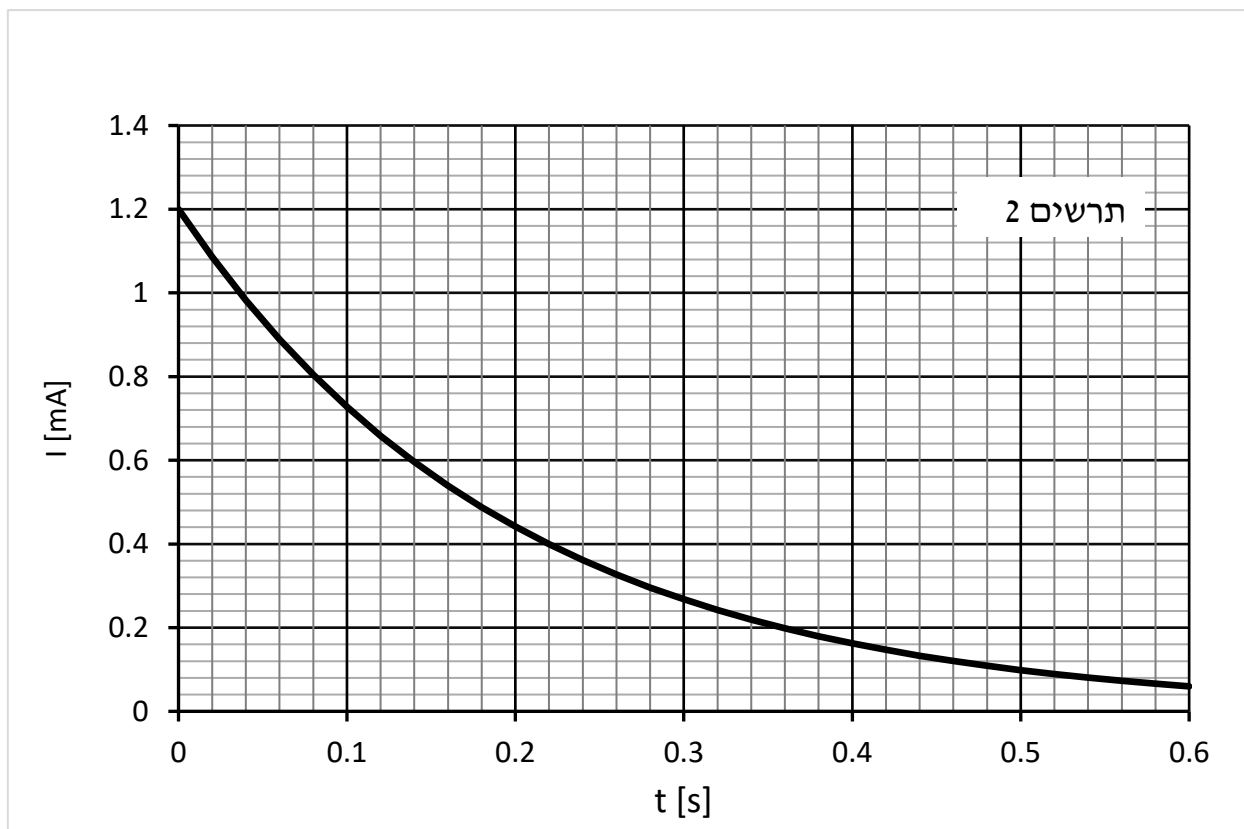
ג. (1) האם השדה החשמלי שבין לוחות הקבל גדל, קטן או לא משתנה כתוצאה מכך? הסבר. (6 נק.)

(2) האם האנרגיה האגורה בקבל גדלה, קטנה או לא משתנה? נמק תשובתך. (4 נק.)

המשך השאלה בעמוד הבא

כשהחומר הדיאלקטרי בתוכו, פורקים את הקבל C1 ואחר כך מחברים אותו דרך נגד בטור ומפסק למקור מתח לא ידוע. החל מרגע סגירת המפסק מודדים באמצעות מערכת ממוחשבת את עצמת הזרם כתלות בזמן. הגרף שמתקבל מוצג בתרשים 2.

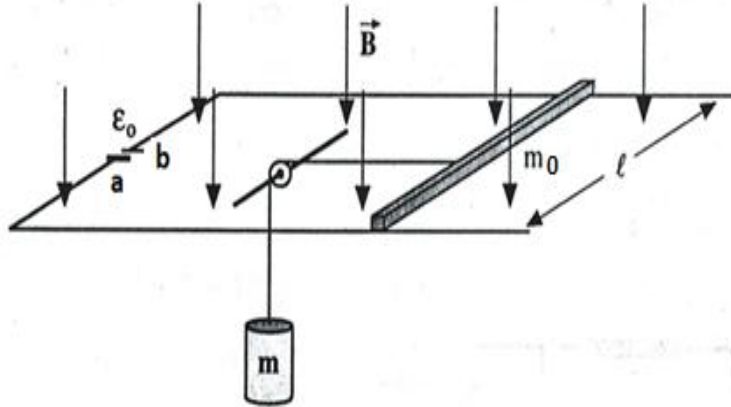
שים לב ליחידות הזרם!



- ד. (1) קבע באמצעות הגרף מהו קבוע הזמן של מעגל הטעינה. הסבר תשובתך. (5 נק.)
- (2) חשב את התנגדות הנגד שדרכו התבצעה הטעינה. הסבר. (2 1/3 נק.)
- (3) מה היה ערך המתח על הקבל ברגע t השווה לקבוע הזמן? פרט חישוביך. (6 נק.)

שאלה מספר 6

מוט מוליך שאורכו ℓ , מסתו m_0 והתנגדותו החשמלית R , מונח על מסילה אופקית חלקה המורכבת משני פסים מקבילים שהמרחק ביניהם ℓ . ההתנגדות החשמלית של הפסים זניחה והם מחוברים למקור כא"מ קבוע \mathcal{E}_0 , שכיוונו אינו ידוע, והתנגדותו הפנימית זניחה (ראו תרשים).



משקולת שמסתה m קשורה לאמצע המוט באמצעות חוט מחומר מבודד העובר דרך גלגלת. מסות החוט והגלגלת זניחות וכן החיכוך.

במישור המערכת פועל שדה מגנטי קבוע ואחיד \vec{B} , שכיוונו מאונך כלפי מטה, ראה איור.

משחררים את המערכת ממנוחה ומגלים שהמוט נשאר במנוחה גם אחרי השחרור.

בטא את התשובות באמצעות הפרמטרים: ℓ, m, R, B, g או חלק מהם.

א. מי מבין הדקי הסוללה, a או b , הוא בפוטנציאל גבוה יותר? נמק. (7 נק.)

ב. פתח ביטוי לערך הכא"מ \mathcal{E}_0 של מקור המתח במצב זה. (6 נק.)

חותכים את החוט המחבר את המשקולת אל המוט.

ג. הסבר מדוע הזרם במעגל קטן בשלב זה. (7 נק.)

ד. בהנחה שהמסילה ארוכה מאוד, המוט מגיע למהירות קבועה. הסבר מדוע ורשום ביטוי

למהירותו הסופית של המוט. פרט שיקולך. (9 נק.)

ה. האם מתפתח הספק חום במוט במצב בו המוט נע במהירותו הסופית? נמק. (4 1/3 נק.)