

פ י ז י ק ה

על פי תכנית הרפורמה ללמידה משמעותית

מכניקה וחשמל

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

פרק ראשון – מכניקה

פרק שני – חשמל

בכל פרק יש ארבע שאלות; סה"כ – שמונה שאלות.

עליך לענות על חמש שאלות בלבד: לא יותר משלוש שאלות בכל פרק.

לכל שאלה – 20 נקודות; $20 \times 5 = 100$ 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 מחשב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.

רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה

או אי-רישום היחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.

(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 לגודלה של תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור

הארץ.

(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 כאחד.

בהצלחה!

ה ש א ל ו ת

שים לב: עליך לענות על חמש שאלות בלבד: לא יותר משלוש שאלות מכל פרק.

פרק ראשון – מכניקה

ענה על שתיים או שלוש מן השאלות בפרק זה (שאלות 1-4).

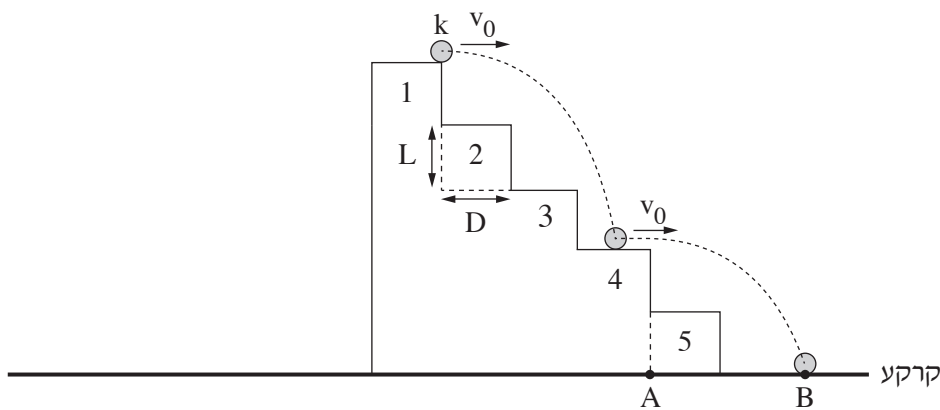
(לכל שאלה – 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. במעבדה לחקר חומרים בדקו חומר חדש. לשם כך, בדקו את תנועתו של כדור קטן k העשוי

מחומר זה על גרם מדרגות הכולל חמש מדרגות זהות (ראה תרשים).

נתון: לכל אחת מחמש המדרגות אותם ממדים: $L = 18 \text{ cm}$, $D = 20 \text{ cm}$.

החיכוך עם האוויר ועם המדרגות זניח.



תרשים 1

הניחו את הכדור k בקצה הימני של מדרגה 1, והעניקו לו מהירות אופקית v_0 לכיוון ימין.

הכדור פגע באמצע מדרגה 4.

א. חשב את המהירות v_0 שהוענקה לכדור. (5 נקודות)

במהלך פגיעת הכדור במדרגה 4 התאפס הרכיב האנכי של המהירות, והכדור המשיך לנוע

במהירות אופקית שגודלה v_0 .

ב. קבע אם במהלך פגיעת הכדור במדרגה 4 הייתה לכדור תאוצה. נמק את קביעתך.

(3 נקודות)

/המשך בעמוד 3/

הכדור המשיך לנוע ופגע בקרקע בנקודה B.

ג. חשב את אורך הקטע AB. (4 נקודות)

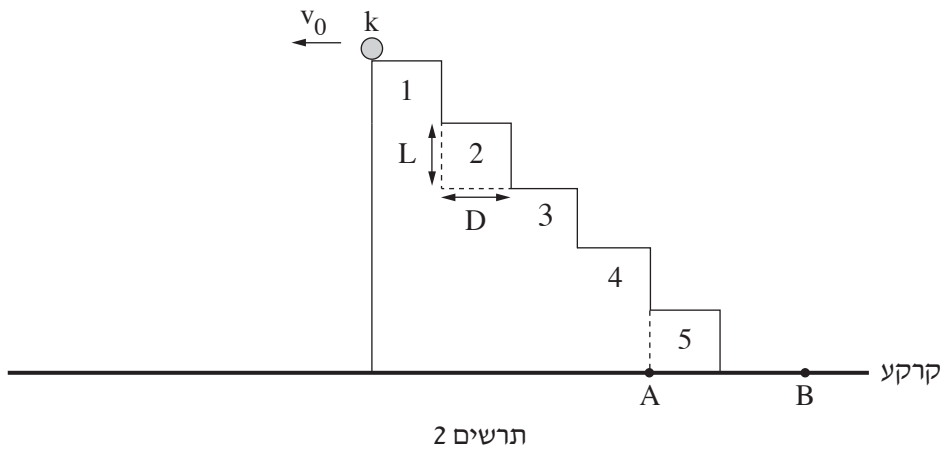
ד. סרטט גרף שמתאר את הרכיב האנכי של מהירות הכדור כפונקציה של הזמן, מרגע

תחילת תנועתו בקצה מדרגה 1 עד פגיעתו בקרקע בנקודה B.

משך זמן ההתנגשות עם מדרגה 4 זניח. (5 נקודות)

העבירו את הכדור k לקצה השמאלי של מדרגה 1. העניקו לכדור מהירות אופקית שגודלה גם

הפעם v_0 , אך לכיוון שמאל (ראה תרשים 2). הכדור פגע בקרקע שמשמאל למדרגות.

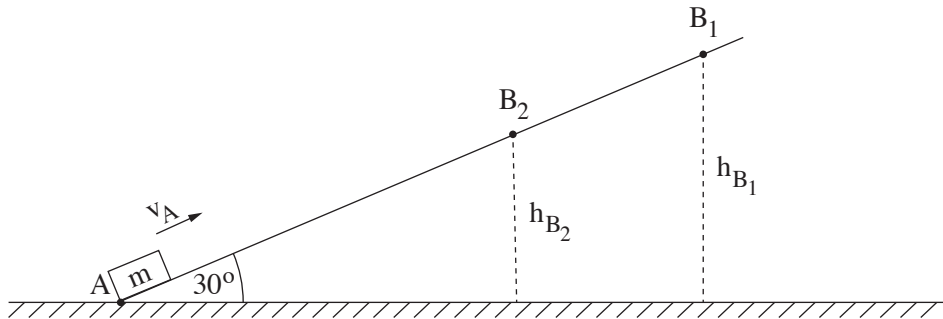


ה. בלי לחשב, קבע אם הזמן עד הפגיעה של הכדור בקרקע זהה בשתי הפעמים.

נמק את קביעתך. (3 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. תלמיד ערך שני ניסויים בזה אחר זה. בכל אחד מהניסויים, גוף קטן שמסתו m היה מונח בנקודה A, בתחתית מדרון הנטוי בזווית 30° לאופק. בניסוי הראשון העניק התלמיד לגוף מהירות התחלתית v_A , בכיוון מעלה המדרון ובמקביל אליו (ראה תרשים 1).



תרשים 1

הגוף עלה עד הנקודה B_1 , נעצר לרגע, וירד חזרה לנקודה A. הגוף הגיע לנקודה A במהירות שגודלה v_{A1} .

נתון: $|v_A| = |v_{A1}|$, גובה הנקודה B_1 מעל הקרקע $h_{B1} = 0.45\text{m}$.

א. התבסס על שיקולי עבודה ואנרגיה, וחשב את המהירות v_A . (3 נקודות)

בניסוי השני החליף התלמיד את המדרון הנתון במדרון הנטוי באותה זווית אך עשוי מחומר אחר, וחזר על הניסוי. התלמיד העניק לאותו הגוף את אותה המהירות v_A (שחישבת בסעיף א). הפעם עלה הגוף רק עד הנקודה B_2 , נעצר לרגע, וירד חזרה לנקודה A. הגוף הגיע לנקודה A במהירות שגודלה v_{A2} .

נתון: מסת הגוף $m = 0.1\text{kg}$, גובה הנקודה B_2 מעל הקרקע $h_{B2} = 0.3\text{m}$.

התייחס לניסוי השני וענה על סעיפים ב-ד שלפניך.

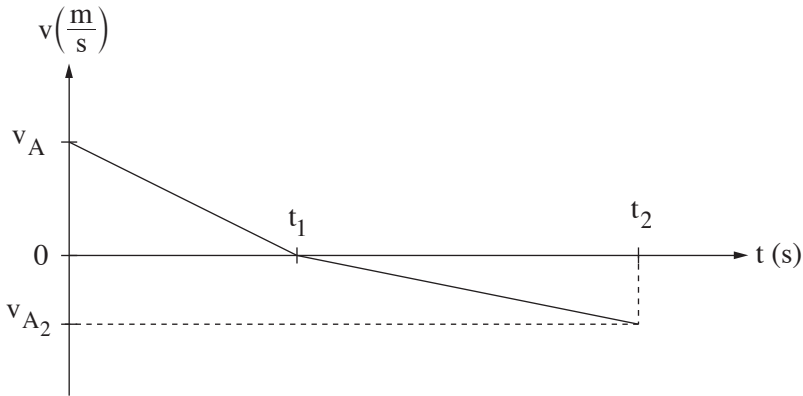
ב. (1) קבע או חשב את האנרגיה הקינטית ואת האנרגיה הפוטנציאלית בנקודות A ו- B_2 במהלך עליית הגוף.

(2) חשב את העבודה של כוח החיכוך במהלך עליית הגוף מהנקודה A עד הנקודה B_2 .

(3) חשב את כוח החיכוך f שפעל על הגוף במהלך עלייתו.

(9 נקודות)

ג. בתרשים 2 נתון גרף המתאר את גודל מהירות הגוף כפונקציה של הזמן בכל מהלך תנועתו.



תרשים 2

(1) קבע איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין הגרף לציר האופקי (ציר הזמן).

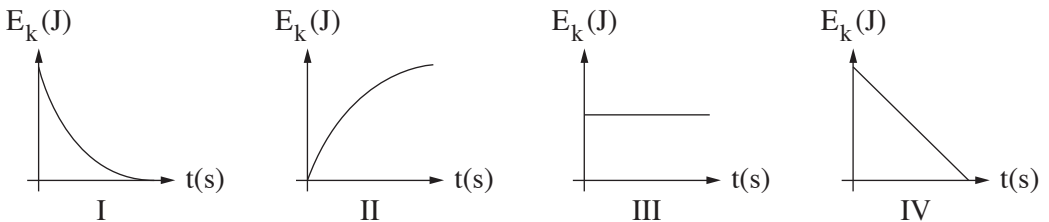
(2) התבסס על תשובתך על תת-סעיף (1), וחשב את הזמן t_1 המוצג בגרף.

(5 נקודות)

ד. קבע איזה גרף מן הגרפים IV-I שלפניך מתאר נכון את תלות האנרגיה הקינטית של הגוף

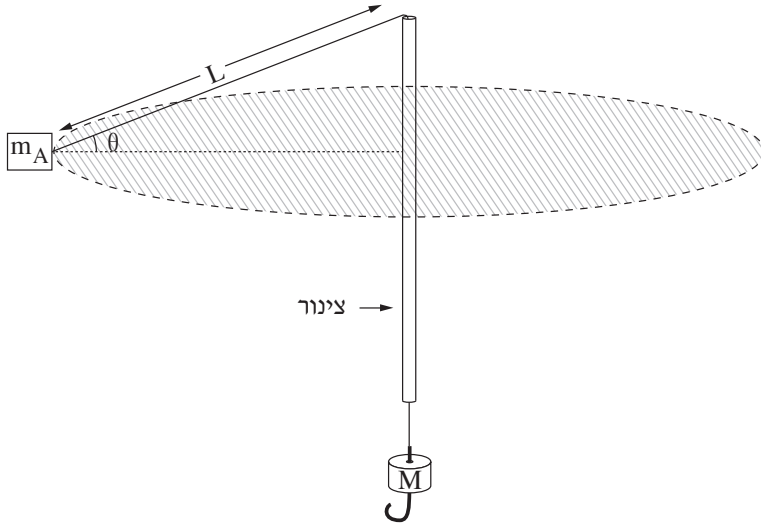
בזמן, במהלך עליית הגוף מנקודה A עד הנקודה B_2 בניסוי השני.

נמק את קביעתך. (3 נקודות)



תרשים 3

3. תלמידות ערכו ניסוי שבו חקרו היבטים שונים של תנועה מעגלית. מערכת הניסוי הייתה מורכבת מחוט שהושחל דרך צינור. בקצה האחד של החוט הייתה תלוייה משקולת אחת שמסתה M , ובקצה האחר קשור גוף קטן A שמסתו m_A (ראה תרשים). לרשות התלמידות היו n משקולות זהות שהמסה של כל אחת מהן M . במהלך הניסוי גוף A נע בתנועה מעגלית במישור אופקי. המשקולת M נשארה במנוחה. הזווית בין החוט למישור האופקי הייתה θ . אורך קטע החוט שבין קצה הצינור לגוף A הוא L .



- א. סרטט במחברתך את תרשימי הכוחות שפעלו על הגוף A ועל המשקולת. ליד כל אחד מן הכוחות ציין את שמו. (3 נקודות)

- התלמידות מדדו את הזמן הדרוש לגוף A להשלים 10 סיבובים מלאים וחישבו את זמן המחזור של התנועה. הן חזרו על הניסוי כמה פעמים. בכל פעם הוסיפו התלמידות למשקולת M משקולת נוספת, ושמרו על L קבוע. מסת החוט וכל כוחות החיכוך זניחים.
- ב. בטא את רדיוס הסיבוב R באמצעות פרמטרים מבין אלה המוצגים בתרשים. (2 נקודות)

נתונים הפרמטרים θ , n (מספר המשקולות הכולל), M , m_A , T (זמן המחזור), L . ענה על סעיף ג באמצעות פרמטרים אלה (כולם או חלקם).

- ג. (1) פתח ביטוי לכוח הגורם לסיבוב הגוף (הכוח הצנטריפטלי).
 (2) פתח ביטוי המקשר בין ריבוע המהירות הזוויתית של הגוף לבין מספר המשקולות. (5 נקודות)

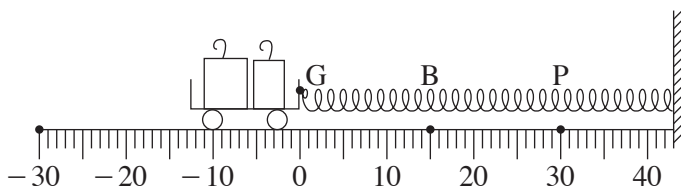
תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניך.
נתון: $m_A = 0.02\text{kg}$, $M = 0.1\text{kg}$.

ריבוע המהירות הזוויתית $\omega^2 \left(\frac{1}{s^2}\right)$	המהירות הזוויתית $\omega \left(\frac{1}{s}\right)$	מספר המשקולות הכולל n	זמן המחזור T(s)
		1	0.40
		2	0.28
		3	0.23
		4	0.20
		5	0.18

- ד. (1) העתק את הטבלה למחברתך והשלם בה את הערכים החסרים.
(2) סרטט במחברתך גרף של ריבוע המהירות הזוויתית של הגוף כפונקציה של מספר המשקולות.
(6 נקודות)
- ה. היעזר בשיפוע הגרף וחשב את אורך קטע החוט L. (4 נקודות)

/המשך בעמוד 8/

4. עגלה עמוסת משקולות עומדת על משטח חלק. קפיץ אופקי רפוי קשור בקצהו האחד לעגלה בנקודה G, ובקצהו האחר לקיר (ראה תרשים).



נתון: מסת העגלה והמשקולות שבתוכה $m = 1.2\text{kg}$.

הקפיץ אידאלי, ויש להזניח את כל כוחות החיכוך.

דחפו את העגלה עד הנקודה P ועזבו אותה. בנקודה P הקפיץ היה מכווץ ב-30 cm לעומת מצבו הרפוי. מרגע העזיבה נעה העגלה בתנועה מחזורית שתדירותה $f = 0.8\text{Hz}$. העגלה ביצעה תנועה הרמונית פשוטה (תה"פ).

א. כתוב ביטוי המקשר בין הכוח הפועל על העגלה לבין הֶעֱתֵק העגלה

מנקודת שיווי המשקל. (2 נקודות)

ב. ענה על התת־סעיפים (1)-(3) שלפניך.

(1) חשב את קבוע הקפיץ.

(2) חשב את גודל המהירות המרבית v_{\max} של העגלה במהלך תנועתה.

קבע את הֶעֱתֵק העגלה מנקודת שיווי המשקל כאשר המהירות מרבית.

(3) חשב את התאוצה (גודל וכיוון) המרבית a_{\max} של העגלה במהלך תנועתה.

קבע את הֶעֱתֵק העגלה מנקודת שיווי המשקל כאשר התאוצה מרבית.

(6 נקודות)

/המשך בעמוד 9/

ג. ענה על התת-סעיפים (1)-(2) שלפניך.

במהלך תנועתה עברה העגלה בנקודה B, שבה היה הקפיץ מכווץ ב- 15 cm לעומת מצבו הרפוי.

(1) קבע אם בנקודה B גודל המהירות קטן מ- $\frac{v_{\max}}{2}$, גדול ממנו או שווה לו.

נמק את קביעתך.

(2) t_B הוא הזמן שנדרש לעגלה להגיע בפעם הראשונה מנקודה P לנקודה B.

T הוא זמן המחזור של תנועת העגלה.

קבע אם t_B קטן מ- $\frac{T}{8}$, גדול ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך.

(7 נקודות)

ד. במהלך התנועה, ברגע שבו **התארכות הקפיץ מרבית**, הוציאו מתוך העגלה את

אחת המשקולות (בלי להפעיל שום כוח על העגלה).

קבע לכל אחד מן הגדלים (1)-(3) שלפניך אם הוא גדל, קטן או לא השתנה.

נמק את קביעתך בתת-סעיף (3) בלבד.

(1) אמפליטודת התנועה

(2) האנרגיה הכוללת במערכת עגלה-קפיץ

(3) המהירות המרבית של העגלה

(5 נקודות)

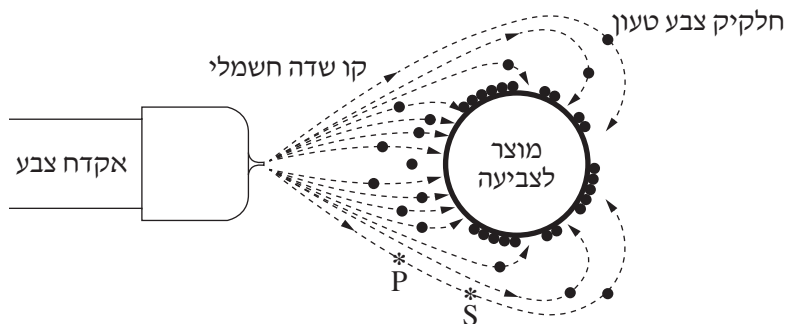
/המשך בעמוד 10/

פרק שני — חשמל

ענה על שתיים או שלוש מן השאלות בפרק זה (שאלות 5-8).

(לכל שאלה — 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

5. כדי לשמור על איכות הסביבה, במפעלי מתכת רבים צובעים כיום מוצרים בשיטת הצביעה האלקטרוסטטית במקום לצבוע בשיטות צביעה מסורתיות. במהלך הצביעה האלקטרוסטטית אקדח צביעה מתיז אבקת צבע, המורכבת מחלקיקים שנטענים במטען חשמלי במהלך ההתזה. חלקיקי הצבע ייצמדו למוצר שהוא גוף מתכתי טעון. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת צביעה, ובה המוצר הנצבע הוא כדור מתכתי טעון. החצים שבתרשים מייצגים את הכיוון של קווי השדה החשמלי בסביבת העבודה. כוח הכובד זניח.



- א. הגדר את המושג: "קו שדה חשמלי". (3 נקודות)
- ב. היעזר בתרשים, וקבע אם המטען של חלקיקי הצבע חיובי או שלילי. נמק את קביעתך. (3 נקודות)

חלקיק צבע שמטענו $|q| = 5 \cdot 10^{-13} \text{C}$ נע לאורך קו השדה מנקודה P לנקודה S (ראה תרשים).

נתון: המרחק בין P ל-S הוא $d = 0.1 \text{m}$.

הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות P ו-S הוא $|\Delta V| = 50 \text{kV}$.

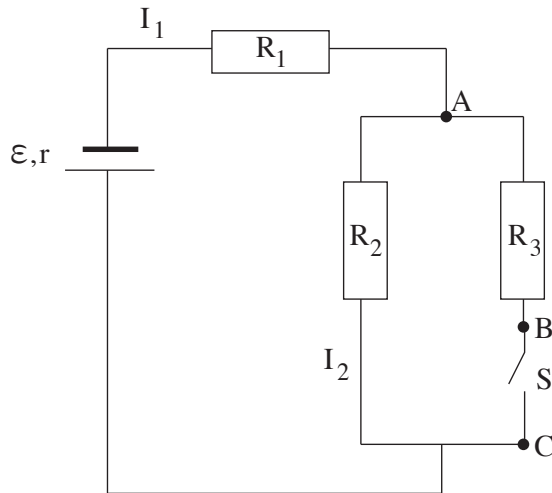
- ג. קבע לאיזו משתי הנקודות, P או S, יש פוטנציאל גבוה יותר. נמק את קביעתך.

(5 נקודות)

- ז. הנח שהשדה החשמלי באזור שבין שתי הנקודות P ו- S הוא שדה אחיד. חשב את הכוח החשמלי שפועל על חלקיק הצבע הטעון שנע מנקודה P לנקודה S. שים לב: הקשר בין עוצמת השדה החשמלי האחיד ובין הפרש הפוטנציאלים שבין שתי נקודות שבתוכו, מוגדר כך: $E = - \frac{\Delta V}{\Delta x}$. (5 נקודות)
- ה. חשב את שינוי האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של חלקיק הצבע בתנועתו מנקודה P לנקודה S. (4 נקודות)

/המשך בעמוד 12/

6. בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי הכולל מקור מתח, שלושה נגדים (R_3, R_2, R_1), מפסק S ותילי חיבור שהתנגדותם זניחה. הכא"מ של מקור המתח הוא \mathcal{E} והתנגדותו הפנימית היא r . עוצמת הזרם הזורם דרך נגד R_1 היא I_1 , ועוצמת הזרם הזורם דרך נגד R_2 היא I_2 .



בשלב הראשון המפסק S סגור (מאפשר זרימת זרם).

- א. בטא באמצעות הפרמטרים R_3, R_2, R_1, r, I_2 את הגדלים האלה:

$$I_1 \quad (1)$$

$$\mathcal{E} \quad (2)$$

(6 נקודות)

- ב. נתון: $r = 0.5\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_1 = 1.5\Omega$, $I_2 = 1A$.
חשב את הכא"מ של מקור המתח, ואת מתח ההדקים במעגל. (4 נקודות)

- ג. חשב את המתחים V_{BC} ו- V_{AB} . (4 נקודות)

בשלב השני פתחו את מפסק S .

- ד. חזור וחשב במצב זה את המתחים V_{BC} ו- V_{AB} . (4 נקודות)

- ה. באיזה משני המצבים, מפסק סגור או מפסק פתוח, נצילות המעגל גדולה יותר?

נמק את קביעתך. אין צורך לחשב. (2 נקודות)

7.

קבל הוא רכיב חשמלי המסוגל לאגור מטען חשמלי.

א. ציין ארבעה פרמטרים המשפיעים על כמות המטען Q הנאגר בקבל לוחות. (2 נקודות)

ב. נתון קבל לוחות טעון המנותק ממקור המתח.

קבע לגבי כל אחד מארבעת הגדלים (1)-(4) שלפניך אם הוא גדל, קטן או לא משתנה,

כאשר מגדילים את המרחק d שבין לוחות הקבל. נמק את קביעותיך.

(1) המטען החשמלי שעל כל אחד מהלוחות

(2) הקיבול

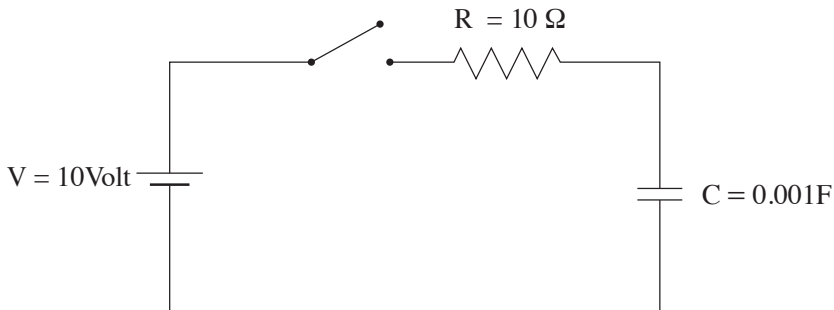
(3) המתח שבין לוחות הקבל

(4) האנרגיה האגורה בקבל

(6 נקודות)

נתון מעגל חשמלי ובו נגד שהתנגדותו $R = 10\Omega$, מפסק, מקור מתח אידאלי $V = 10\text{Volt}$

וקבל לוחות לא טעון שקיבולו $C = 0.001\text{F}$ (ראה תרשים).



ברגע $t = 0$ סוגרים את המפסק וזרם מתחיל לזרום במעגל.

ג. קבע מהו המתח על הקבל ומהו המתח על הנגד מיד לאחר סגירת המפסק.

נמק את קביעותיך. (3 נקודות)

ד. חשב את עוצמת הזרם במעגל מיד לאחר סגירת המפסק. (3 נקודות)

ברגע מסוים המתח על הקבל מגיע ל- 2V .

ה. חשב את האנרגיה האגורה בקבל ברגע זה. (3 נקודות)

ו. קבע אם עד רגע זה, כמות האנרגיה שנוספה לקבל שווה לכמות האנרגיה שהושקעה

על ידי מקור המתח. נמק את קביעותיך. (3 נקודות)

8. 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 ℓ 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.

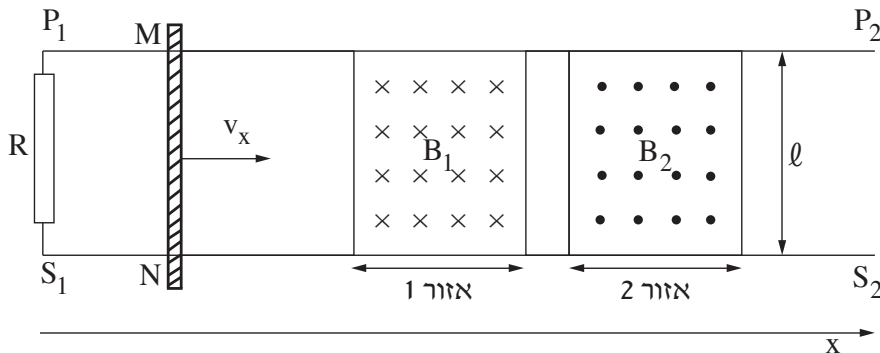
בין המסילות באזור 1 ($0 \leq x \leq 0.4m$) יש שדה מגנטי B_1 ,

ובין המסילות באזור 2 ($0.5m \leq x \leq 0.9m$) יש שדה מגנטי B_2 .

שני השדות קבועים, מאונכים למישור השולחן ושווים בגודלם: $|B_1| = |B_2| = 0.04T$.
הכיוונים של השדות מסומנים בתרשים.

נתון: $\ell = 50cm$

$R = 4\Omega$



בניסוי המוט MN נכנס לאזור 1 במהירות של $v_x = 2 \frac{m}{s}$. 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).
(5 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. (4 נקודות)

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).
(4 נקודות)

ד. בטא את הזרם בנגד כפונקציה של הזמן. רגע הכניסה של המוט לאזור 2 הוא $t = 0$.
(4 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.
(3 נקודות)

בהצלחה!

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